



Philipps-University Marburg
Department of Technology and Innovation Management

Discussion Papers on Strategy and Innovation

Discussion Papers on Strategy and Innovation 11-01

Volker Kölln

Produktdiffusion in TIMES-Märkten

**Innovation, Kompatibilität und Timing bei
Netzeffektgütern**

Volker Kölln

Produktdiffusion in TIMES-Märkten
Innovation, Kompatibilität und Timing bei Netzeffektgütern

Discussion Paper on Strategy 11-01
Marburg, Januar 2011
ISSN 1864-2039

Abstract

Güter in Hochtechnologiemärkten der Telekommunikation, Informationstechnologie, Multimedia, E-Commerce und Software, den sogenannten TIMES-Märkten, sind im Besonderen von Netzeffekten betroffen. Netzeffekte liegen vor, wenn der Produktnutzen bei einem Gut mit der Anzahl der Konsumenten, die dieses Produkt auch kaufen und nutzen, ansteigt. Somit liegen positive Skaleneffekte auf der Nachfragerseite vor und die Nachfrage nach diesem Gut ist abhängig von der Anzahl der Produkthanwender (Netzwerk). Hierbei ist eine zunehmende Konvergenz und Verknüpfung im Hinblick auf Technologie- und Marktentwicklung der betroffenen Branchen zu beobachten. Bei Netzeffektgütern tendiert die Entwicklung zu dominanten Marktpositionen (z.B. Microsoft bei PC-Betriebssystemen).

Bei TIMES-Hochtechnologiegütern kann die Anzahl bestehender Kunden somit eine kritische Ressource für die Schaffung und Erhaltung einer Markteintrittsbarriere darstellen. In dieser Arbeit soll diskutiert werden, welche Faktoren in diesem sehr dynamischen Marktumfeld dazu führen, dass Netzeffekte sich zu einer kritischen Ressource für ein Unternehmen entwickeln. Aber auch, durch welche Faktoren nachfolgende Wettbewerber eine Markteintrittsbarriere eines bestehenden Anbieters durchbrechen können. Hierbei sollen die strategischen Instrumente der *Produkttechnologieinnovation*, der technologischen *Kompatibilität* zwischen unterschiedlichen Technologiegenerationen und das *Timing* bezogen auf optimale Marktzutrittszeitpunkte näher beleuchtet werden.

Schlüsselwörter:

Netzwerkeffekte, Kompatibilität, Technologieinnovation, Markteintrittsbarriere

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
1.1. Theoretische Grundlagen der Netzeffekttheorie	1
1.2. Schlussfolgerungen der theoretischen Netzeffektmodelle	3
2. Diffusionsmodell bei Hochtechnologiegütern	5
2.1. Eigenschaften und Aufbau des Diffusionsmodells	6
2.2. Teilnutzenfaktor N_{nef} aus dem positiv verlaufenden Netzeffekt	9
2.3. Dynamischer Technologienutzen N_{tech}	11
2.4. Gesamtnutzenverlauf	15
2.5. Abschätzung der Absatzmengendiffusion	16
2.6. Der α -Wert und die Entwicklungsdynamik	18
2.7. Wettbewerb im Oligopol	20
2.7.1. Modellansatz im Wettbewerb	21
2.7.2. Beispiele von Nutzenverläufen im Duopolmarkt	24
3. Beispielsimulationen im Duopolmarkt	25
3.1. Der optimale Marktzutrittszeitpunkt eines Newcomers	25
3.2. Optimaler Marktzutrittszeitpunkt und Diffusionsdynamik	27
3.3. Innovation und Abwärtskompatibilität	28
3.3.1. Modellansatz und Wirkung von Abwärtskompatibilität	30
3.3.2. Generationenkampf im Duopol: Evolution vs. Revolution	33
3.3.3. Auswirkung der Marktdynamik im Duopolkampf mit Relaunch	36
4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	39
Literaturverzeichnis	44

1. Einführung

Wird die Frage nach dem geeigneten Zeitpunkt einer Einführung für eine radikal neue Technologie oder für innovative Produkte aus dieser Technologie gestellt, scheint die Antwort offensichtlich: so schnell wie möglich. Im Problemkreis von Innovation, Kompatibilität und Timing zeigt die fehlgeschlagene Markteinführung des PC-Betriebssystems OS/2 des Marktgiganten IBM beispielhaft aber ein sehr viel differenzierteres Bild.

IBM entwickelte in den 1990er Jahre das erste vollständige 32-bit Betriebssystem und hatte damit einen deutlichen technologischen Wettbewerbsvorteil gegenüber Microsoft und dessen Betriebssystemen Windows3.* und Windows95. Die Vielzahl der existierenden Nutzer bei Microsoft-Systemen, die zudem zum großen Teil noch ältere DOS-Systeme benutzten, veranlasste IBM aufgrund dieser Markteintrittsbarriere sein revolutionäres OS/2-System abwärtskompatibel zu den Systemen Windows3.* und DOS zu gestalten. Durch die Abwärtskompatibilität kam es zu Einbußen im Vergleich zur ursprünglich anvisierten Leistungsfähigkeit von OS/2. Dies konnte nur teilweise durch den Einbau von deutlich mehr Arbeitsspeicher (RAM) ausgeglichen werden, der jedoch zu jener Zeit sehr teuer und für die breite Nutzerbasis kaum erschwinglich war.¹ IBM kalkulierte, dass bei einer raschen Durchsetzung der 32-bit-Technologie viele Softwareanbieter verstärkt Anwendungsprogramme für OS/2 entwickeln würden, was wiederum die Nachfrage nach 32-bit-Betriebssystemen und Anwendungsprogrammen ankurbeln würde. Schließlich könnte man anschließend die Abwärtskompatibilität bei nachfolgenden OS/2-Versionen beseitigen. Viele existierende Nutzer scheuten jedoch die kostspielige Umrüstung. Und ebenso scheuten viele Programmanbieter die Entwicklung 32-bit-fähiger Software. Obwohl das 32-bit-System von IBM preislich zum Teil unter dem von Windows angeboten wurde, konnte sich OS/2 nur auf teuren Serversystemen durchsetzen und schließlich wurde die Weiterentwicklung für den Consumer-Markt eingestellt.

1.1. Theoretische Grundlagen der Netzeffekttheorie

Eine zentrale Nutzenkomponente von Netzeffektgütern wird durch den interdependenten Gebrauchsnutzen realisiert: Die Besitzer eines Netzeffektgutes erzielen einen Gebrauchsnutzen, wenn weitere Konsumenten das gleiche Gut erwerben und ebenfalls nutzen. Mit zunehmender Anzahl der Nutzer (Netzwerk) steigen die Attraktivität und damit die Nachfrage nach diesem Gut. Der direkte Zusammenhang zwischen der Nutzerzahl der Netzwerkteilnehmer und dem Produktnutzen wird als direkter Netzeffekt beschrieben („direkt physical

¹ Vgl. *Stabaty* (1997).

effect“).² Ein Produkt, ein System oder eine Technologie wird sich dann am Markt etablieren, wenn die Mehrzahl der Marktteilnehmer davon ausgeht, dass dieses Gut sich auch tatsächlich am Markt durchsetzen wird. Beispiele hierfür sind Kommunikationsgüter (z.B. Telefon), Technologiestandards (z.B. DVD) oder Software (z.B. PC-Betriebssystem). Ebenso werden Anbieter nur Produkte für dieses „Netzwerk“ herstellen, wenn sie erwarten, dass genügend Nachfrager diesem Netzwerk beitreten.

Neben den direkten Netzeffekten durch den Konsum beschreiben *Katz* und *Shapiro* indirekte Netzeffekte.³ So profitieren die Nachfrager bei einem wachsenden Netzwerk auch von einem größeren und vielfältigeren Angebot an Zusatzgütern. Wie das Beispiel im Fall Microsoft zeigt, steigt mit der Netzwerkgröße eines PC-Betriebssystems auch das Angebot von zugehöriger Anwendungssoftware. Und umgekehrt wird ohne das Angebot von Anwendungssoftware auch ein Betriebssystem nur schwer Anklang bei den Konsumenten finden. Besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Nachfrage nach miteinander kompatibler und zueinander komplementären Produkten, kann man das zu beschreibende Netzwerk durch die Anzahl von Nutzern eines entsprechenden Produktbündels definieren, welches z.B. aus einem Computer mit Betriebssystem und komplementärer Anwendungssoftware (Texterarbeitung, Browser, Unterhaltungsspiele, etc.) besteht.

Die Beschreibung einer klassischen Nachfragefunktion eines Produktes innerhalb dieses Netzwerks ist nicht ohne Weiteres möglich: Der Absatzerfolg eines Netzeffektgutes zu einem bestimmten Zeitpunkt ist abhängig von seiner historischen Absatzentwicklung.⁴ Zudem ist der momentane Absatzerfolg auch von der Erwartungshaltung der Nachfrager bezüglich des zukünftigen Absatzerfolgs abhängig.⁵

Mit Hilfe von Gleichgewichtsmodellen und spieltheoretischen Ansätzen diskutieren zahlreiche Arbeiten die Auswirkungen und Eigenschaften von Gütern mit Netzeffekten.⁶ In den theoretischen Arbeiten wurden in Gleichgewichtsanalysen unterschiedliche Problemkreise behandelt, wie das *Start-up*-Problem, Anreize zur Schaffung von Kompatibilität, die Auswirkungen von Substitutionskosten auf die Produktwahl, aber auch wohlfahrtsökonomische Fragen.

² *Katz/Shapiro* (1985), S. 424.

³ *Katz/Shapiro* (1985), S. 424.

⁴ *Rohlf's* (1974); *Artle/Averous* (1973).

⁵ *Morgenstern* (1948), S. 165; *Leibenstein* (1950), 183.

⁶ *Katz/Shapiro* (1985, 1986); *Farrell/Saloner* (1985, 1986, 1992); *von Weizsäcker* (1984); *Economides/Himmelberg* (1995); *Arthur* (1983, 1989); *Wiese* (1990); *Thum* (1994).

Gerade in der Startphase eines Gutes mit Netzwerkeffekten, in der de facto noch kein Netzwerk besteht, ergeben sich Problemkreise im Zusammenhang mit der Erwartungshaltung der Konsumenten. Aufgrund der Erkenntnis der Konsumenten, dass Netzeffekte existieren, können potentielle Nutzer zunächst eine abwartende Position einnehmen, um zu beobachten, für welches Netzwerk sich die meisten Nutzer entscheiden werden. Dieses gegenseitige „Be-lauern“ führt im Extremfall dazu, dass sich überhaupt kein Netzwerk entwickelt (*Excess Inertia*).⁷ Ist diese Barriere erst einmal durchbrochen, stürzen sich sämtliche potentielle Nachfrager auf ein Netzwerk (*Excess Momentum*). *Farrell* und *Saloner* beschreiben diesen Zeitpunkt auch als Domino- oder Pinguineffekt.⁸

Arthur zeigt in einem einfachen dynamischen Gleichgewichtsmodell, dass in frühen Marktphasen zweier konkurrierender Technologien mit positiven externen Effekten sich schon durch kleinste und zufällige Gegebenheiten eine unumkehrbare Polarisierung hin zu einem Gewinner und Verlierer entwickelt. Entsteht eine einheitliche und marktdominierende Standardisierung („*Locked-in*“), kann die Einführung einer modernen und leistungsfähigeren Nachfolgetechnologie erschwert werden oder sich gar als unüberwindbare Markteintrittsbarriere erweisen.⁹

1.2. Schlussfolgerungen der theoretischen Netzeffektmodelle

Einige theoretisch abgeleitete Erkenntnisse, die zwar zum Teil auf empirisch gesicherten Beobachtungen beruhen, zum Teil allerdings noch nicht formal-analytisch modelliert wurden, sollen im Folgenden kurz zusammengefasst werden:

- ▶ Netzeffekte induzieren eine Tendenz zur Polarisierung in Erfolg und Misserfolg: Der Eintritt und die Operation auf einem Netzeffektgütermarkt sind riskant. Die Dynamik auf diesen Märkten birgt zwar ein sehr hohes Gewinnpotential; der Versuch mehrerer Anbieter, von denen es keiner schafft, sich am Markt klar gegenüber anderen Wettbewerbern durchzusetzen, kann aber zu erheblichen Verlusten für alle beteiligten Anbieter führen. Setzt ein Nachfrager früh auf ein Produkt, bei dem sich nachfolgend kein Netzwerk bildet, ist er mit seinem Produkt „gestrandet“. Die Literatur ist sich uneins, ob Marktversagen bei privatwirtschaftlichen Netzeffektgütern zu befürchten ist.¹⁰ Bei dynamischen Modellen soll

⁷ *Farrell/Saloner* (1985), S. 71.

⁸ *Farrell/Saloner* (1985), S. 71.

⁹ *Arthur* (1996), S. 3.

¹⁰ Vgl. *Dybvig/Spatt* (1983); *Arthur* (1989, 1996); *David* (1986); *Berg* (1989); *Katz/Shapiro* (1986b); *Farrell/Saloner* (1985, 1986b).

gezeigt werden, dass ein ineffizientes Verharren bei einem inferioren Netzwerk zumindest langfristig ausgeschlossen werden kann.

- ▶ Ein historischer Vorsprung im Sinne eines First-mover-Vorteils hat bei Netzeffektgütermärkten eine besonders starke Auswirkung. Schon ein kurzzeitiger Vorsprung könnte einer inferioren Netzwerktechnologie gegenüber einer (nachfolgenden) superioren Technologie zu einer Monopolisierung verhelfen.
- ▶ Produktdifferenzierung erschwert bzw. vermeidet zudem die vollständige Monopolisierung. Voraussetzung hierfür ist, dass Konsumenten auch unterschiedliche Präferenzen bezüglich unterschiedlicher Technologien haben. Für einen neu in den Markt eintretenden Anbieter kann die Produktdifferenzierung mit einer innovativen Produkttechnologie eine Chance bieten, die Markteintrittsbarriere eines etablierten Anbieters zu überwinden.

Die neoklassische Gleichgewichtsermittlung der statischen oder 2-Perioden-Modelle begrenzt die Darstellung von Netzeffekten. Für ein grundlegendes Verständnis von Netzeffekten ist die Entwicklung intertemporaler Modelle erforderlich, in denen der dynamische Prozess einer adaptiven und pfadabhängigen Erwartungsbildung der Nachfrageseite abgebildet werden kann.¹¹

Für die isolierte Untersuchung von dynamischen Netzeffekten bietet sich die Diffusionstheorie an. Diffusionsmodelle beschreiben allgemein den Prozess der Ausbreitung einer Innovation innerhalb einer sozialen Population.¹² Neben *Rogers* gilt *Bass* als Pionier der theoretischen Diffusionstheorie.¹³ Der Kerngedanke des *Bass*-Modells und zahlreicher Weiterentwicklungen beruht auf der Annahme, dass mit der Anzahl bestehender Anwender einer Innovation bzw. eines Gutes ein kommunikativer Einfluss von diesen auf die weiteren Noch-nicht-Käufer besteht, der eine Erhöhung ihrer Kaufwahrscheinlichkeit bewirkt.¹⁴ Obwohl *Bass* nicht explizit Netzeffekte beschreibt, kann der Effekt personeller Einflüsse durch die Anzahl bestehender Nutzer mit einem externen Effekt bei Netzeffektgütern gleichgesetzt werden.

¹¹ *Wiese* (1990), S. 194; *Lingen* (1993), S. 122 f.

¹² *Fischer* (1999), S. 32.

¹³ *Rogers* (1995); *Bass* (1969).

¹⁴ Für einen Überblick hierzu vgl. *Fischer* (1999).

2. Diffusionsmodell bei Hochtechnologiegütern

Netzeffekte spielen auf den zunehmend konvergierenden Hochtechnologiemärkten in den Bereichen Telekommunikation, Informationstechnologie, Multimedia, E-Commerce und Software, den sogenannten TIMES-Märkten, eine zentrale Rolle. Sind diese globalen Märkte durch ihr fortschreitendes Zusammenwachsen hinsichtlich Technologien und Wertschöpfungsketten per se von einer hohen Marktdynamik betroffen, fallen Netzeffekte bei TIMES-Märkten auf einen besonders fruchtbaren Boden.

In der Folge sind Anbieter auf TIMES-Märkten von einem zunehmenden Wettbewerbsdruck, sich verkürzender Produktlebenszyklen und gleichzeitig zunehmenden F&E-Aufwendungen für neue Produkte betroffen. Teilt sich der Anbietermarkt sehr schnell in Gewinner und Verlierer, besteht für Marktakteure in diesem zunehmend dynamischeren Marktumfeld ein hohes Niveau an Chance und Risiken in Form von Markteintrittsbarrieren. Es gilt, die originären Stellschrauben zur Schaffung und Erhaltung oder aber zur Überwindung dieser Markteintrittsbarriere zu identifizieren und auf ihre Wirksamkeit hin zu untersuchen. Hierfür wird ein einfaches Modell vorgeschlagen, das die Simulation von Diffusionsprozessen konkurrierender Netzeffektgüter im TIMES-Umfeld im Zeitverlauf ermöglichen soll.

Das vorgeschlagene Diffusionsmodell wird im Folgenden sukzessive aufgebaut und schrittweise erweitert. Im Anschluss dient das Modell zur Diskussion und zur Beantwortung zentraler innovationsstrategischer Fragen für Anbieter im TIMES-Marktumfeld mit Netzeffekten:

- ▶ Wie beeinflussen vom Unternehmen selbst nicht steuerbare Faktoren – sowohl auf der Nachfrageseite als auch auf der Angebotsseite – den Diffusionsverlauf einer neuen Technologie?
- ▶ Wie können bestehende Markteintrittsbarrieren durch Netzeffekte überwunden werden? Welche Instrumente können hierzu eingesetzt werden und wie effektiv wirken die Instrumente?
- ▶ Gibt es für eine neue Technologie im Bezug zu einer bestehenden älteren Technologie einen optimalen Marktzutrittszeitpunkt?
- ▶ Wie wirken sich unternehmensstrategische Entscheidungen hinsichtlich der Kompatibilität auf den Diffusionserfolg aus?
- ▶ Sollte eine neue Technologie möglichst radikal neue Funktionen haben oder sollte sie (abwärts-)kompatibel zu einer bestehenden Technologie sein, die von vielen Anwendern genutzt wird?

2.1. Eigenschaften und Aufbau des Diffusionsmodells

Die Diffusionsfunktion beschreibt die Ausbreitung einer Innovation i. S. eines Technologiegutes mit Netzeffekten im Wettbewerbsumfeld von Wahlmöglichkeiten. Die Diffusion erfolgt im Zeitverlauf innerhalb einer Anzahl potentieller Käufer unter der Annahme zwei- oder mehrstufiger Kommunikationsprozesse. Das Herleiten einer Gleichgewichtsgütermenge am Markt kann demnach auf der Nachfragerseite diskutiert werden. Die Diffusionsfunktionen ergeben zeitabhängige Gleichgewichtspfade, indem die nachgefragten Mengen den produzierten und angebotenen Mengen entsprechen sollen. Restriktionen in der Bereitstellung des Angebotes sollen hier nicht betrachtet werden. Die Anbieter entwickeln und bieten in diesem Modellansatz hochtechnologische Netzeffektgüter an, beispielsweise im Umfeld von Software, IT-Hardware oder der Telekommunikation (TIMES-Marktumfeld).

Das Netzeffektgut als ein (Netzeffekt-)Systemgut wird hierbei exemplarisch durch einen Technologiestandard – nachfolgend kurz Technologie genannt – repräsentiert.¹⁵ Die Kaufentscheidung zugunsten eines Netzeffektgutes erfolgt über ein Produkt-Bündel, bspw. ein Computer inklusive eines Betriebssystems und Anwendungssoftware.

Der Nutzer tätigt relativ hohe Anschaffungsinvestitionen, die zudem mit Folgekosten verbunden sind (z.B. weitere kompatible Softwareprogramme, Spiele oder Geräte). Demnach möchte der Nutzer das Produkt möglichst längerfristig nutzen.

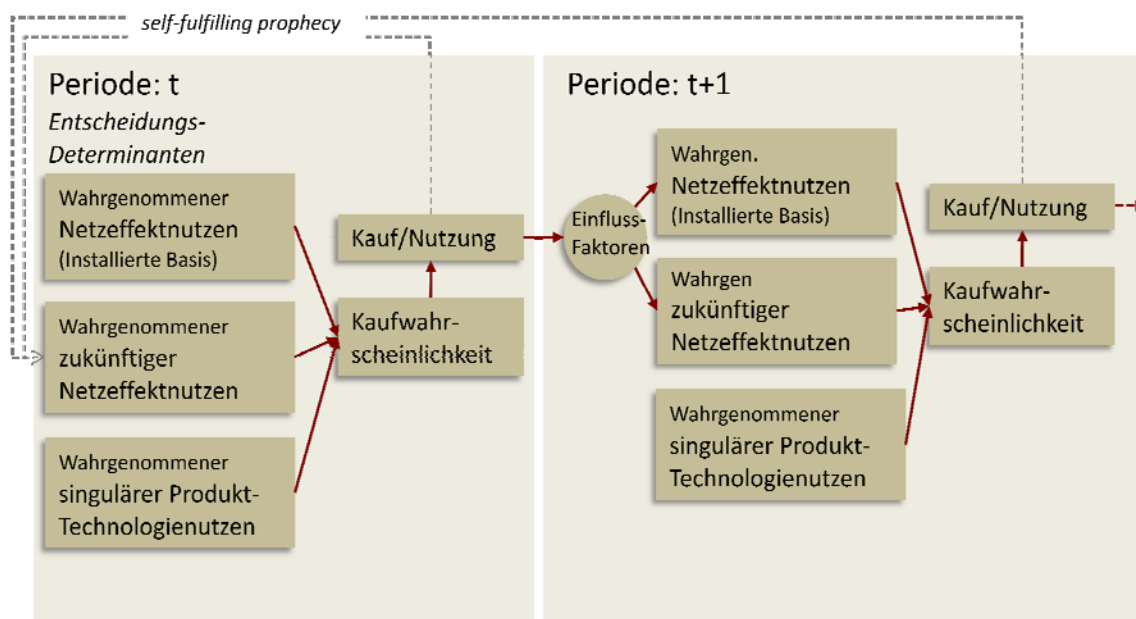
Als Grundlage dieses Diffusionsmodells wird der Entwicklungspfad der Nutzenerwartungen der Konsumenten bezüglich des Netzeffektgutes betrachtet. Diese Funktion des erwarteten Nutzens dient als Basis einer intertemporalen Nachfragefunktion unter der Prämisse eines konstanten und einheitlichen Marktpreisniveaus. Der Begriff „Nutzen“ wird durch ein Aggregat von Produktmerkmalen und damit auch durch die individuellen Wertvorstellungen der Individuen bestimmt. Der Marktteilnehmer schätzt, welchen Nutzen ihm das Gut bei einem gegebenen Preis im anvisierten Nutzungszeitraum insgesamt erbringen wird. Je höher dieser erwartete Nutzen ist, desto kaufattraktiver erscheint ihm das Gut. Ebenso besteht ein „Nutzen“ für Anbieter von Komplementärgütern bei einer steigenden Absatzbasis, der sich in betriebswirtschaftlich monetären Größen ausdrücken lässt. Durch die Diskussion subjektiver Meinungsbilder über Nutzenwerte kann hier verstärkt ein entscheidungs- und wahrnehmungspsychologischer Aspekt in den Mittelpunkt der Betrachtung gestellt werden. So hän-

¹⁵ Beispielsweise kann die CD (Compact Disc) als *Technologiestandard* gesehen werden, der wiederum ein Produkt-System von Abspiel- und Aufnahmegeräten und den Tonträgern, etc., repräsentiert. Die Anzahl der Nutzer dieses Produktsystems repräsentieren das *Netzwerk*.

gen die Modellaussagen entscheidend von der unterstellten extrapolierenden Erwartungsbildung der Marktteilnehmer ab.¹⁶

Die Nachfrage wird durch drei kaufentscheidungsrelevante Determinanten bestimmt: (1) Der Nutzen aus der Ist-Größe des Netzwerks (Installierte Basis). (2) Da nun das Gut längerfristig genutzt werden soll, schätzt der Nachfrager auch die zukünftige Netzwerkgröße und den erwarteten Nutzen hieraus. (3) Zudem generiert das Produkt einen singulären Nutzen, der jedoch von der Größe des Netzwerks unabhängig ist (z.B. ein ansprechendes Produktdesign). Alle drei Entscheidungsdeterminanten bestimmen die Höhe der Kaufwahrscheinlichkeit, die wiederum die Höhe der getätigten Kaufhandlungen bestimmt. Der Zugang neuer Nutzer innerhalb einer Periode erhöht wiederum in der nachfolgenden Periode den wahrgenommenen und zukünftig erwarteten Nutzen. In der nachfolgenden Abbildung 1 ist der intertemporale Pfad anhand zweier Perioden dargestellt.

Abbildung 1: Intertemporaler Nutzenpfad anhand zweier Perioden



Die drei Kaufentscheidungs determinanten sollen durch zwei erklärende Teilnutzenfaktoren bestimmt werden: Zum einen durch den positiv verlaufenden Nutzenfaktor aus der Netzwerkgröße. Dieser Nutzen wird durch eine Funktion beschrieben und als N_t^{nef} bezeichnet. Ist X die Anzahl der Netzteilnehmer (kumulierter Absatz) und N der wahrgenommene Produktnutzen hieraus, dann soll gelten:

$$X_0 < X_1 \rightarrow N_0 < N_1, \text{ mit } dN_0/dN_1 > 0 \text{ und } d^2N_0/dN_1^2 < 0$$

¹⁶ Damit folgt das Modell dem Grundgedanken von Weizsäcker, der in seinem Artikel „The Costs of Substitution“ eine detaillierte Analyse der Konsumententscheidung vorwegnimmt; vgl. von Weizsäcker (1984).

Zum anderen besteht ein wahrgenommener Teilnutzenfaktor aus der verwendeten Produkttechnologie (Netzwerktechnologie). Ist L die technologische Leistungsfähigkeit des Gutes und N hieraus der Nutzen, dann soll gelten:

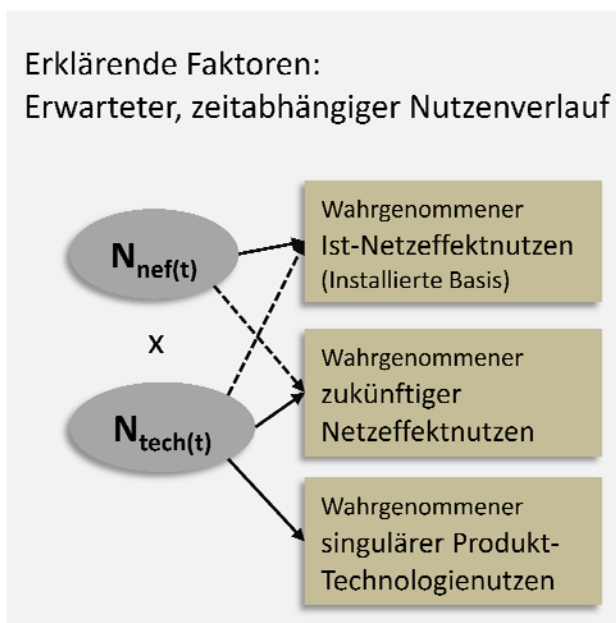
$$L_0 < L_1 \rightarrow N_0 < N_1, \text{ mit } dN_0/dN_1 < 0 \text{ und } d^2N_0/dN_1^2 > 0$$

Dieser technologiegetriebene Teilnutzenfaktor wird als Funktion N_t^{tech} beschrieben und ergibt sich aus den bestehenden und potentiellen technologischen Nutzungsmöglichkeiten respektive der Modernität des Netzeffektgutes. Unter dem Begriff Modernität werden kaufentscheidende technologische Produktmerkmale verstanden, die (1) im Vergleich zu am Markt bestehenden Vergleichsprodukten einen Leistungszuwachs erbringen, oder (2) erstmalig am Markt verfügbar sind.

Beide Nutzengrößen sollen nun einen Gesamtnutzen bilden, dessen Höhe letztlich die Anzahl von Kaufhandlungen bei einem vorgegebenen Marktpreis zum Zeitpunkt t bestimmt.

$$\text{Gleichung 1: } N_t^{\text{agg}(j)} = N_t^{\text{nef}(j)} \cdot N_t^{\text{tech}(j)} \quad j = \text{Netzwerk } j, N^{\text{nef}}, N^{\text{tech}}, N^{\text{agg}} \geq 0$$

Abbildung 2: Erklärende Faktoren



Die Höhe des erwarteten Gesamtnutzens bestimmt also die Höhe der Kaufwahrscheinlichkeit. Diese Kaufwahrscheinlichkeiten der Käufertypen bestimmen durch Kaufhandlungen den Verlauf des Lebenszyklus des Netzwerks. Es ist hierbei unerheblich, ob die „Konsumenten“

Endverbraucher sind oder ob sie als Geschäftskunden das Gut bzw. die Systemtechnologie zur Produktion von weiteren Gütern verwenden (intermediäres Investitionsgut).¹⁷

Die direkte Verknüpfung zwischen der erwarteten und realisierten Nutzengröße (durch getätigte Käufe) kann als „self fulfilling prophecy“ bezeichnet werden. Somit wird von rationalen Erwartungshaltungen und Kaufentscheidung ausgegangen.

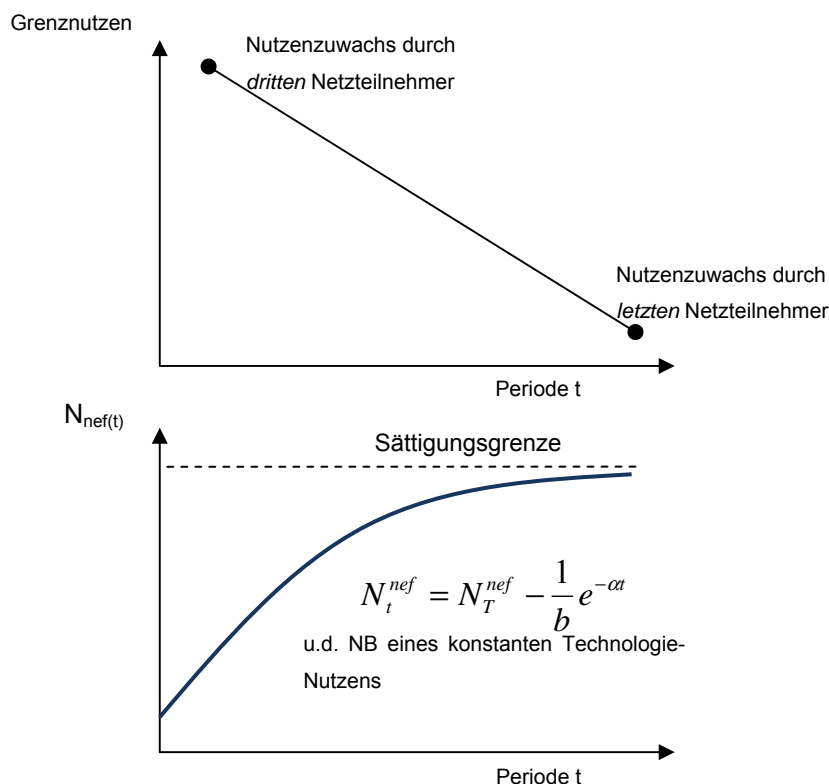
Zunächst wird die Modellstruktur anhand des sog. „*sukzessive Wettbewerbs*“ von temporär dominanten Wettbewerbern diskutiert. Anhand dieser monopolähnlichen Sichtweise wird das Modell sehr vereinfacht vorgestellt, um dann nachfolgend auf den Oligopolwettbewerb erweitert zu werden. Jedes Netzwerk hat hierbei eine endliche, aber endogene Laufzeit und wird nach dem Ende des Lebenszyklus von einem anderen nachfolgenden Netzwerk mit sicherer Erwartung (sukzessiv) abgelöst.

2.2. Teilnutzenfaktor N_{nef} aus dem positiv verlaufenden Netzeffekt

In Abbildung 3 wird der Teilnutzenfaktor aus der wahrgenommenen und erwarteten Größe der Nutzerbasis N^{nef} eines Netzwerks im Zeitverlauf dargestellt. Bei einer wachsenden Anzahl von Netzwerkteilnehmern erhöhen sich die positiven Skalenerträge auf der Nachfrageseite (Netzeffekte) als auch auf Seiten der Komplementärgüteranbieter. Der Gebrauchsnutzen des Netzwerkgutes steigt durch die größere horizontale Nutzer-Reichweite (direkte Netzeffekte) wie beispielsweise durch direkte Kommunikation (Telefongespräch), beim Datenaustausch, aber auch durch (übertragbare) Lerneffekte sowie durch die Ausweitung des Angebotes von kompatiblen Zusatzprodukten (indirekte Netzeffekte). Zudem sinkt das Kaufrisiko, dass kein hinreichend großes Netzwerk entsteht. Mit dem Anwachsen der Nutzerbasis im Zeitverlauf erhöhen sich die Erwartungshaltung der Konsumenten bezüglich der zukünftigen (erwarteten) Netzwerkentwicklung und der realisierbare Nutzen hieraus. So führen positive Netzeffekte zum einen dazu, dass durch diese Erwartungsbildung der gegenwärtige Absatz im Zeitpunkt t mit den Absatz der Vorperiode $t-1$ ansteigt. Gleiches gilt für die Realisierung des wahrgenommenen Nutzens. Andererseits steigt die momentane Kaufbereitschaft im Zeitpunkt t mit dem erwarteten zukünftigen Absatz in den Folgeperioden $t+$ und damit wiederum der erwartete Nutzen. Hierdurch entsteht eine zeitabhängige Nutzendiffusion unter der Annahme, dass die Erwartungshaltungen durch tatsächliche Kaufhandlungen erfüllt werden.

¹⁷ Wiese (1990), S. 3.

Abbildung 3: Isolierter Nutzenverlauf aus der Netzwerkgröße:



Der realisierte Nutzen aus der Netzwerkgröße steigt mit einer abnehmenden Grenzrate.¹⁸ Der Grenznutzenverlauf ist abhängig von der Wachstumsdynamik (α) sowie der Differenz zwischen der Höhe des Nutzens (N_t^{nef}), aus der momentanen Netzwerkgröße zum Zeitpunkt t , und dem erwarteten Nutzen des gesamten Marktpotentials (N_T^{nef}):

Gleichung 2:
$$\frac{dN_t^{nef}}{dt} = \alpha(N_T^{nef} - N_t^{nef}) \quad \text{mit: } N_T^{nef} \geq N_t^{nef} > 0$$

Solange der maximale Nutzen im Sättigungszeitpunkt T noch nicht erreicht wurde und somit gilt: $N_T^{nef} > N_t^{nef}$, steigt der Grenznutzen mit jedem weiteren Netzwerkteilnehmer. Wenn also noch weitere Nutzer am Markt existieren, die dem Netzwerk im Zeitpunkt t beitreten können, wird mit der Anzahl der Netzwerkteilnehmer ein weiteres Anwachsen des Nutzens erwartet, wobei der Grenznutzen hieraus immer weiter abnimmt.¹⁹ Der dynamische Entwicklungspfad des erwarteten Netzeffektnutzens wird als Exponentialfunktion durch Integration der Gleichung 2 hergeleitet:

¹⁸ Dies gilt sowohl auf der Nachfrageseite als auch auf der Angebotsseite.

¹⁹ Dies entspricht der Annahme im Modell von *Farrell/Saloner* (1986): Bis zum Erreichen des Zeitpunktes T werden somit ausschließlich wachsende Märkte betrachtet. Dies gilt aber nur unter der Annahme eines konstanten Nutzens aus der technologischen Leistungsfähigkeit am Markt ($N_{tech(t)} = k_{tech} = const.$).

$$\text{Gleichung 3: } N_t^{nef} = \left[N_T^{nef} \cdot \left(1 - e^{-\alpha + c(nef)t} \right) \right] k_{tech}$$

N_T^{nef} = maximaler Nutzen bei Erreichen der Sättigungsmenge

α = Wachstumsrate als Faktor der Dynamik im Zeitpunkt t

k_{tech} = konstanter Gebrauchsnutzen aus der Produkttechnologie

mit $N_{t=0} = 0$ als Anfangsbedingung und $c_{(nef)} = 0$ als Integrationskonstante

Existieren in der Anfangsphase zwei Erstnutzer (z.B. Telefonbesitzer im oberen Teil der Abbildung 3) und tritt ein dritter Teilnehmer dem Netzwerk bei, verdoppelt sich die Kommunikationsmöglichkeit; entsprechend steigt der Nutzen. Nähert man sich der Marktsättigungsgrenze („letzter Nutzer“), steigt der erwartete individuelle Nutzen aus der Reichweite nur noch marginal. Der Grenzzuwachs an Nutzen aus der Reichweite zum letzten Nutzer tendiert gegen Null.

Entscheiden sich einige interessierte Teilnehmer für ein Netzeffektgut bereits in dessen frühen Marktphase, unterliegen sie einer Unsicherheit, ob genügend weitere Konsumenten sich ebenfalls für dasselbe Netzwerk entscheiden. Bevor diese frühen Nutzer wissen, ob sich der Netzwerkstandard hinreichend durchsetzen wird, tragen sie beim Kauf ein größeres Risiko als spätere Anwender bei einem bestehenden und bereits hinreichend großen Netzwerk. Im Zeitverlauf sinkt nun mit jedem weiteren Anwender auch das Risiko, mit dem „falschen“ Netzeffekt-Produkt gestrandet zu sein.

Je größer das Netzwerk ist und je schneller und nachhaltiger das Netzwerk wächst, desto lohnender erscheint es für Anbieter von Komplementärgütern, Produkte für diese Netzwerktechnologie zu entwickeln und anzubieten. Gleichzeitig sinkt für diese Anbieter das Risiko, mit der Technologie gestrandet zu sein. Die Nachfrager profitieren wiederum davon, dass die Produktqualität und Verfügbarkeit von Zusatzprodukten ansteigen.

2.3. Dynamischer Technologienutzen N_{tech}

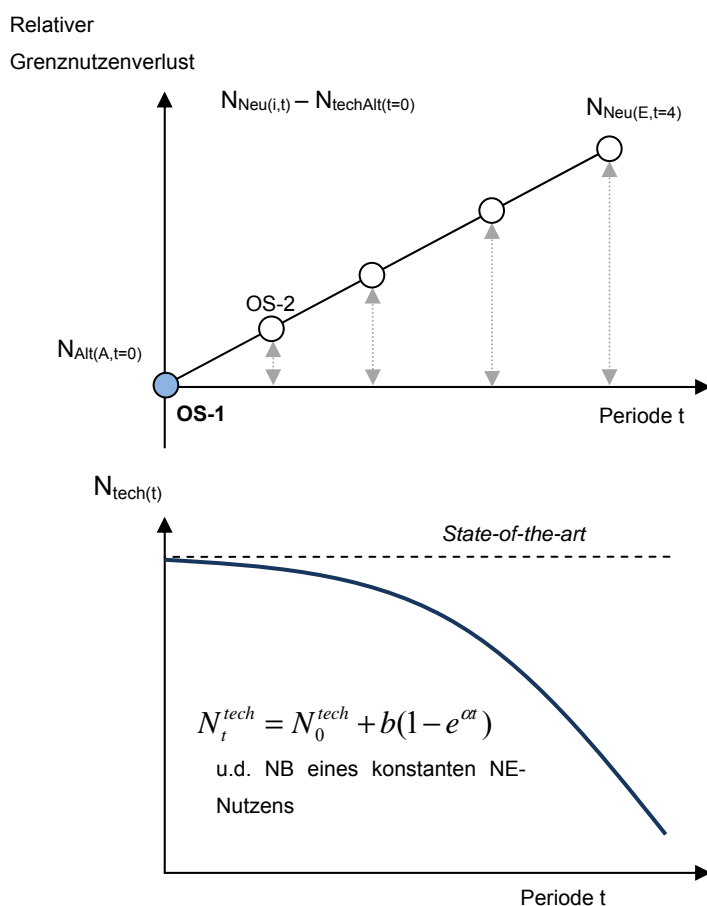
In der Abbildung 4 wird eine einfache Form der Technologienutzenwahrnehmung N_t^{tech} einer Produkttechnologie (tech) mit Netzeffekten seitens der Marktteilnehmer dargestellt. Beispielsweise erwirbt der Konsument in der Abbildung zum Zeitpunkt $t=0$ ein vollkommen neu auf dem Markt präsentiertes PC-Betriebssystem „OS-1“. Dieses sei denen am Markt verfügbaren Systemen z.B. hinsichtlich Leistungsumfang, Schnelligkeit und Sicherheit deutlich überlegen. In der Abbildung drängt einige Perioden nach der Einführung von OS-1 ein neues Betriebssystem „OS-2“ auf den Markt. Dieses wird hinsichtlich seiner Modernität dem Sy-

stem OS-1 überlegen sein und annahmegemäß werden nachfolgend weitere, immer leistungsfähigere Systeme auf den Markt drängen.

Zu jedem Zeitpunkt innerhalb des Produktlebenszyklus eines Netzwerkutes (t bis T) nimmt der kaufinteressierte Konsument einen bestimmten technologischen Gebrauchsnutzen aus der Modernität im Vergleich zu nachfolgenden Technologien wahr. Dieser Technologienutzen wird durch den Konsumenten als ein Zeitwert zum Kaufzeitpunkt t wahrgenommen, den er mit diesem Gut in der voraussichtlichen restlichen Nutzungsdauer $T-t$ im Vergleich zu bestehenden und zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten konkurrierender Technologien (innerhalb der Nutzungsdauer) realisieren kann.²⁰ Die Technologien unterschiedlicher und nachfolgender Technologien sind nicht miteinander kompatibel und die Nutzungsdauer einer Netzwerktechnologie ist jeweils endlich. N^{tech}_0 ist der maximale Nutzen bei Einführung einer innovativen (Netzwerk-)Technologie. Annahmegemäß repräsentiert dieser Startwert jeweils die „*state-of-the-art-technology*“. Dieser technologische Gebrauchsnutzen ist dynamisch: Im Zeitablauf wird der wahrgenommene Technologienutzen im Entscheidungszeitpunkt $t > 0$ zunehmend reduziert.

²⁰ Es wird hier zunächst ein sukzessiver Wettbewerb diskutiert.

Abbildung 4: Isolierter Nutzenverlauf aus der Technologie:



Es ist anzunehmen, dass die Nachfrager in ihrer Kaufentscheidung stets die neuesten technologischen Nutzungsmöglichkeiten am Markt berücksichtigen werden. Mit der Existenz neuer technischer Nutzungsmöglichkeiten am Markt (Modernität) verändern sich annahmegermäÙ auch die Präferenzen der Konsumenten.²¹ Demnach verzichten Kunden bewusst auf den Netzeffektnutzen einer vorhandenen älteren Technologie, wenn innovativere Technologien langfristig bessere Nutzungsmöglichkeiten versprechen, die den Nachfragern bisher unbekannt waren und bei denen sie aufgrund der technologischen Vorteilhaftigkeit zukünftig eine hohe Nutzeranzahl erwarten können.²²

Wollen die Marktteilnehmer das Gut möglichst lange nutzen, bevorzugen sie c. p. jeweils die neueste verfügbare „state-of-the-art“-Technologie. In der Einführungsphase eines Netzeffektgutes, in der de facto noch kein großes Nutzernetzwerk existiert, wirkt die technologische Überlegenheit (Modernität) über zwei komplementäre Faktoren: Neben der reinen Überlegenheit in der technischen Anwendung (z.B. schneller Bildaufbau oder mehr sowie zusätzli-

²¹ Vgl. Rogers (1983), S. 24; Arthur (1989), S. 117 f.; Arthur (2000), S. 1.

²² Vgl. Cowan (1990), S. 542 f.

che und/oder leistungsfähigere Anwendungsfunktionen), erwarten die Nachfrager aufgrund dieser technischen Überlegenheit zudem eine zukünftig höhere Nachfrage. Und damit steigt die Erwartungshaltung für die Entstehung eines zukünftig erfolgreichen Netzwerks in der gesamten Gebrauchsphase des Produktes.

Im Zeitverlauf drängen nun stetig weitere state-of-the-art-Technologien auf dem Markt, die der jeweiligen Vorgängertechnologie technologisch immer überlegen sind. Betrachtet man eine eingeführte Innovation $N^{tech(i)}$ eines Anbieters i um Zeitpunkt $t=0$ und drängen im weiteren Zeitverlauf stetig neue Innovationen weiterer Anbieter j in den Markt, kann man den Grenznutzenverlust der Innovation i bis zum Zeitpunkt T wie folgt bestimmen:

$$\text{Gleichung 4: } \frac{dN_t^{tech(i)}}{dt} = \alpha(N_{t=0}^{tech(i)} - N_t^{tech(j)})$$

mit: $N_{tech(i)t=0} = N_{tech(j)t=0}$; $N_{tech(i)t=0} < N_{tech(j)t>0}$; $i \neq j$ und $t_j=0 \neq t_i=0$

Der Verlauf des Nutzenverlustes einer Innovation im Vergleich zu nachfolgenden Innovationen im Zeitablauf t bis T kann durch Integration wie folgt dargestellt werden:

$$\text{Gleichung 5: } N_t^{tech(i)} = b(1 - e^{\alpha + c_{(tech)}})$$

mit: $i = \text{state-of-the-art-technology}$ des Anbieters i zum Zeitpunkt t

$b = 1/N_{(tech)t=0}$ mit $N_{(tech)t=0}$: maximaler Nutzenwert bei Marktzutritt und $c_{(tech)} = 0$

Mit zunehmendem Alter der Technologie und zunehmender Marktentwicklung beschleunigt sich der wahrgenommene Nutzenverlust in der späteren Marktphase durch die technologische Opportunität und dem sich nähernden Ende des Produktlebenszyklus. Es erhöht sich das wahrgenommene Risiko der Nachfrager und der Komplementärgüteranbieter, auf die im Vergleich zu nachfolgenden und neueren Technologien „alternde“ (System-)Technologie zu setzen: Komplementäranbieter perfektionieren ihre Produkttechnologie und entwickeln Güter- bzw. einzelne Module für möglichst erfolgreiche Netzwerktechnologien. Dabei richten die Anbieter ihre strategische Kompatibilitätsentscheidung zunehmend auf neuere, leistungsfähigere und damit auch zukunftssträchtigeren Netzwerk-Technologien. Die Nachfrage befürchtet, dass nachfolgende moderne und leistungsfähige Zusatzprodukte nicht mehr oder nur noch schlecht mit der alternden Technologie funktionsfähig sein können. Das wahrgenommene Risiko der Endkonsumenten steigt, da bei der Wahl einer älteren Netzwerktechnologie eine adäquate Nutzungsdauer zu kurz sein kann.

Anbieter von Zusatzprodukten werden hierbei nicht mehr in die alternde Technologie investieren, da offensichtlich die Absatzbasis wegzubrechen droht und die Amortisationsdauer im verbleibenden Produktlebenszyklus nicht erreicht werden kann. Endnachfrager von Netzf-

fektgütern als auch Anbieter von Komplementärgütern nehmen das Risiko wahr, dass bestehende Netzwerkteilnehmer und weitere Nutzer sich dann für ein innovativeres Netzwerk entscheiden. Der zeitliche Verlauf des (relativ) wahrgenommenen *Opportunitätsnutzens* kann wie folgt dargestellt werden.²³:

$$\text{Gleichung 6: } N_t^{tech} = \left[N_0^{tech} + b \cdot (1 - e^{-\alpha + c(tech)}) \right] k_{nef}$$

k_{nef} : über die Zeit konstanter Gebrauchsnutzen aus der Netzwerkgröße

2.4. Gesamtnutzenverlauf

Der wahrgenommene, erwartete und kaufrelevante Gesamtnutzen N^{agg} ergibt sich nun in Abbildung 5 als Produkt der beiden Nutzenkomponenten N^{nef} und N^{tech} . Unter der Annahme, dass gilt: $N_0^{nef} = N_T^{nef}$ und $c_{(nef)} = c_{(tech)} = 0$ kann der Gesamtnutzen wie folgt ausgeschrieben werden:

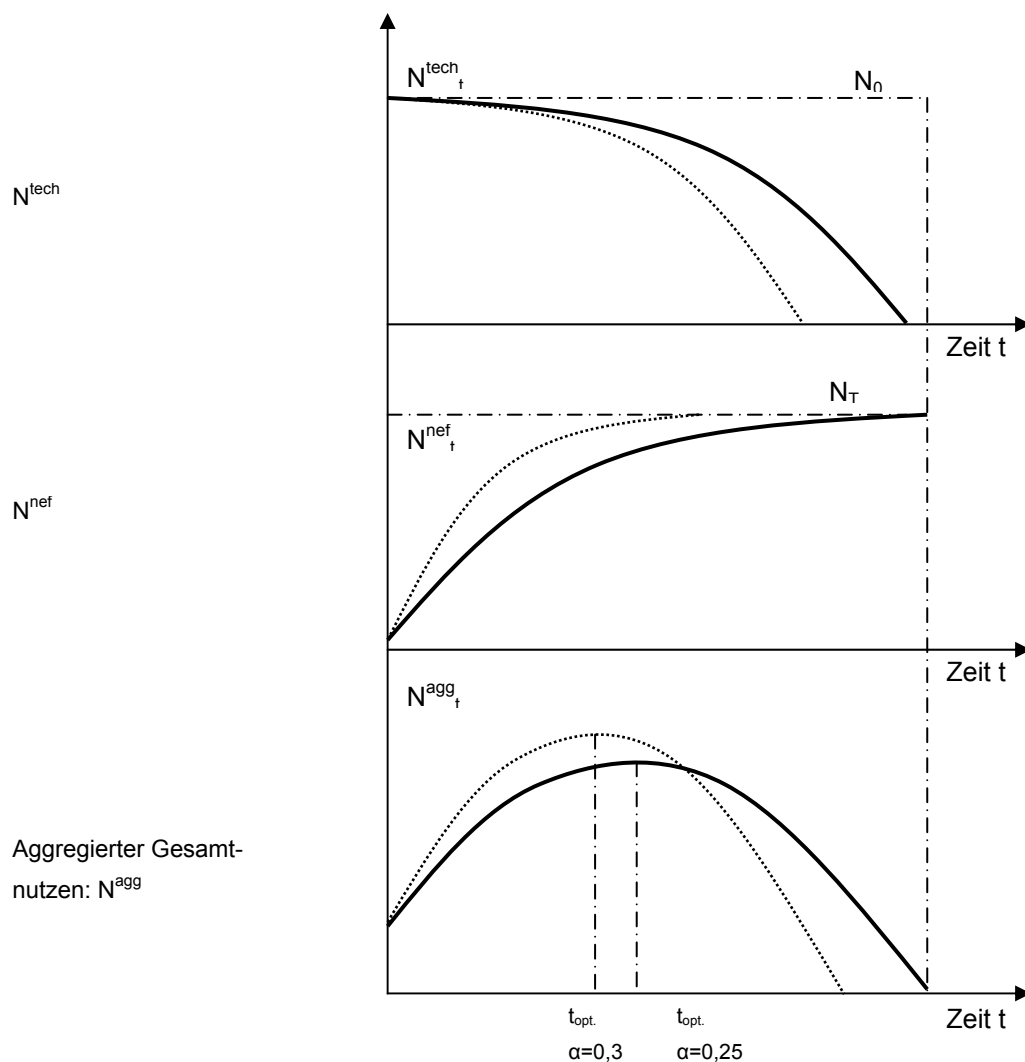
$$\text{Gleichung 6: } N_t^{agg} = N_t^{nef} \cdot N_t^{tech} = \left(N_T^{nef} - \frac{1}{b} e^{-\alpha} \right) \cdot \left(N_0^{tech} + b \cdot (1 - e^{-\alpha}) \right)$$

Betrachtet man die wahrgenommene Gesamtnutzenentwicklung, ergibt der erwartete Gesamtnutzenverlauf aus der Netzwerkgröße mit der Technologie im Zeitverlauf eine Glockenkurve. Vorausgesetzt, dass die Individuen ihre Erwartungshaltung durch ihre konkrete Nachfrage realisieren, liegt im Punkt t_{opt} der attraktivste Kaufzeitpunkt des Konsumenten mit einer durchschnittlichen Präferenz hinsichtlich der Produktmerkmale von N^{nef} und N^{tech} .²⁴

²³ Der Begriff Opportunitätsnutzenverlust ist aus dem ökonomischen Begriff der Opportunitätskosten abgeleitet und beschreibt die entgangene „Gelegenheit“ (=Opportunität) auf die Nutzungsmöglichkeiten einer nachfolgenden und moderneren Technologie verzichten zu müssen. Vgl.: *Varian* (1995), S. 22 und S. 306.

²⁴ Der durchschnittliche Konsument bezieht sich auf die Käufertypen von frühen Innovatoren, Imitatoren und späten Adopter.

Abbildung 5: Gesamtnutzenverlauf



2.5. Abschätzung der Absatzmengendiffusion

Eine zentrale Annahme dieses Modells ist, dass die Höhe und die Veränderung des wahrgenommenen Nutzens die Anzahl der Neuzugänge weiterer Netzwerkteilnehmer bestimmt: Steigt (sinkt) der Gesamtnutzen innerhalb einer Periode, so führt dies auch zu mehr (weniger) Kaufhandlungen. Dabei wird ein direkter Zusammenhang zwischen der dynamischen Nutzenentwicklung und einer dynamischen Absatzentwicklung hergestellt. Hierbei wird angenommen, dass die zeitliche Verteilung der unterschiedlichen Käufertypen annähernd normalverteilt ist.²⁵ Von einem einheitlichen und konstanten Marktpreis (für alle Anbieter) aus-

²⁵ Rogers E. M. (2003) S. 281.

gehend, kann die Anzahl von Produktkäufen pro Periode mit der Funktion $f(x_t)$ wie folgt skaliert werden:

$$\text{Gleichung 7: } \varphi_{(\mu, \sigma)} \cdot c \cdot N_t^{\text{agg}} \approx f(x_t) = a^{b \cdot N_t^{\text{agg}}} - 1$$

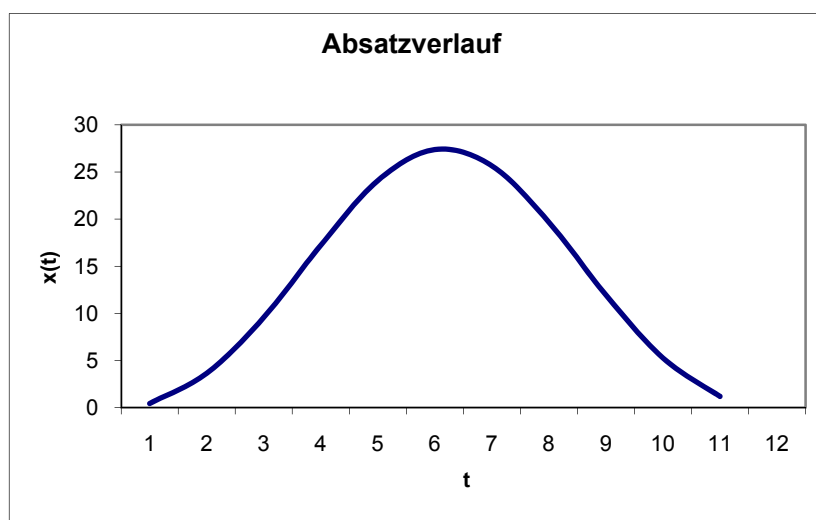
mit $a > 0$; $b > 0$ als Skalierungskonstanten,

$\varphi_{(\mu, \sigma)}$ als Dichtefunktion von $X_{(\mu, \sigma)}$, mit $\mu = 1/2T$ und X als Anzahl der Nutzer

Und mit $c > 0$ als Skalierungskonstante

Der Faktor a ist eine (Absatz-)Mengenskalisierung und der Faktor b legt die Sensitivität bezüglich der wahrgenommenen Nutzen- und Absatzentwicklung fest. Somit wird ein funktionaler Zusammenhang zwischen der Nutzenseite und der Absatzmenge auf der realen Seite festgelegt. Der Absatzverlauf verläuft symmetrisch zum Zeitpunkt t^* , in dem der höchste Nutzenwert $N^{\text{agg}t^*}$ erreicht wird.

Abbildung 6: Absatzverlauf



(mit $a=5$, $b=0,1$)

Abbildung 7: Kumulierter Absatz

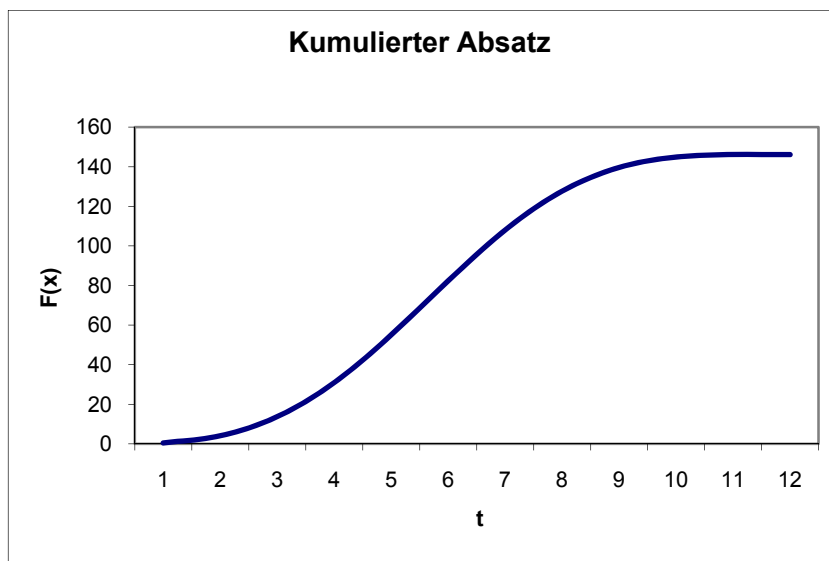


Abbildung 7 zeigt den kumulierten Absatzverlauf als eine klassische S-Kurve. Je höher (niedriger) die Steigung in der kumulierten Absatzfunktion in einem Punkt ist, umso größer (kleiner) ist der Grenzzuwachs weiterer Nutzer. Je höher (niedriger) der Grenzzuwachs der Nachfrage ist, desto höher (niedriger) ist der wahrgenommene und erwartete Produktnutzen und damit die Kaufwahrscheinlichkeit.

2.6. Der α -Wert und die Entwicklungsdynamik

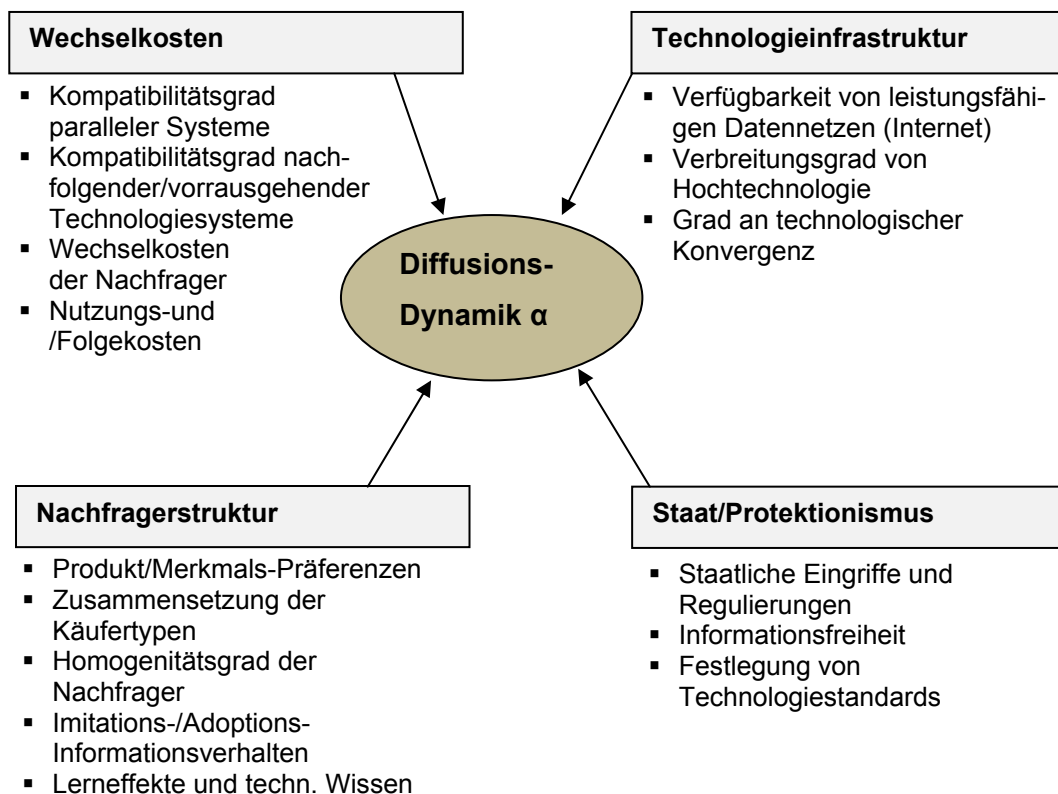
Die Tatsache, dass potentielle Käufer vermuten oder wissen, dass sich das betrachtete Netzwerk erfolgsversprechend entwickelt, wird durch eine Vielzahl externer Faktoren bestimmt, die zusammenfassend die *Informationsstruktur* innerhalb der Gesellschaft abbilden. Hierbei spielen eine Vielzahl adoptionsrelevanter Größen auf der Nachfrageseite eine wesentliche Rolle, wie die Schnelligkeit der Nutzenerfahrung, der Informationsaustausch zwischen den Individuen, Erprobbarkeit der Anwendungsmöglichkeiten im technologischen Umfeld, Relevanz der Technologie im alltäglichen Gebrauch, die allgemeine Technologiebegeisterung und Risikobereitschaft der Innovatoren.²⁶ Diese Größen werden wiederum durch Faktoren wie die vorhandene technologische Infrastruktur innerhalb der Gesellschaft bestimmt (z.B. das Vorhandensein von Breitbandanschlüssen oder Mobilfunknetzwerke) und beeinflussen wesentlich die vorhandene Markttransparenz. Auch kulturelle Faktoren, bei-

²⁶ Vgl. Schmalen/Pechtl (1996) und Rogers (1995).

spielsweise das gesellschaftliche Verhältnis zu modernen Technologien spielen eine entscheidende Rolle.²⁷

Der Parameter α bestimmt die Dynamik, mit der sich die Verläufe beider Teilnutzenfunktionen entwickeln. Für die Bestimmung des Wertes α werden *externe Faktoren* aus den relevanten Technologie- und bzw. Produktmärkten im TIMES-Umfeld betrachtet, die direkt oder indirekt in einer technologischen Beziehung zueinander und zu dem betrachteten Netzeffektgut bzw. dem Gütermarkt stehen. Beispielsweise beruhen virtuelle soziale Netzwerke wie Facebook, MySpace oder LinkedIn (Markt für Internetanwendungen) auf der Verfügbarkeit leistungsfähiger Programmiersprachen sowie Programmierschnittstellen (Software-Markt). Diese können sich nur dann schnell und nachhaltig etablieren, wenn Breitband-Internetverbindungen verfügbar sind (Telekommunikations-Markt).

Abbildung 8: Externe Einflussfaktoren auf die Entwicklungsdynamik α :



Die Werte von α liegen zwischen 0 und 1. Je höher die Werte sind, desto dynamischer wird sich das Netzwerk im Nutzendiffusionsprozess entwickeln. Bei einem schnelleren Anstieg

²⁷ Einen Überblick hierzu bietet Porter (1995), S. 10 ff.

der Nutzerzahl innerhalb einer Periode erhöht sich die wahrgenommene Erfolgswahrscheinlichkeit des Netzwerks in der Folgeperiode. Der Kaufwiderstand und das respektive Risiko eines Fehlkaufs der Kaufinteressenten sinkt schneller, je früher möglichst viele weitere Nutzer von der relativen Vorteilhaftigkeit eines Netzwerkgesetzes überzeugt sind und folglich einen Kauf tätigen.

Zudem besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Dynamik und der Entwicklung des wahrgenommenen opportunen Technologienutzens. Die nachfrageorientierte Erhöhung der Diffusionsgeschwindigkeit führt zwar zu einer schnelleren Akzeptanz neuer Anwendungen und damit auch zu einer Veränderung der positiven Erwartungshaltung bezüglich innovativer Technologien, allerdings werden bestehende Technologien auch schneller wieder als veraltet angesehen.

Der auf der Nachfrageseite bestimmte Wert α wird demnach einen Einfluss auf Wettbewerbsdruck der Anbieter haben. Ein zunehmender Wettbewerbsdruck hat einen positiven Einfluss auf die Entwicklung technologischer Innovationen, sowohl bei der Produkttechnologie als auch die Prozesstechnologie. Dies hat einen beschleunigenden Effekt auf die Entwicklung von technischen Innovationen und auf die Taktraten bei der Einführung innovativer Produkte. So kann angenommen werden, dass mit dem Anstieg von α sich die Lebenszyklen der Produkttechnologien sowie der Netzwerke verkürzen werden.

2.7. Wettbewerb im Oligopol

In den vorherigen Abschnitten wurde die Diffusion von Netzeffektgütern betrachtet, die sich ergibt, wenn die Güter sukzessive in den Markt eingeführt wurden. Bei dieser Konzeption, bei der alle Individuen innerhalb einer gewissen Zeitspanne nur bei einem System nachfragen können, werden weniger die Diffusionsverläufe einzelner Produkte beschrieben, als vielmehr der Verlauf eines bestimmten Markt- oder Technologielebenszyklus.²⁸

Diese vereinfachte Sichtweise wird nun zugunsten der Wettbewerbssituation eines Oligopols aufgehoben. Dabei werden die Wettbewerbseffekte bei parallel bestehenden Technologiesystemen untersucht, wobei die Markteintritts- und Austrittszeitpunkte der Wettbewerber beliebig sein können. Hinsichtlich des erwarteten Produktnutzens, der Diffusionsgeschwindigkeit und der Netzwerkgröße ergeben sich dann weitreichende Veränderungen.

²⁸ Vgl. Fischer (2001), S. 41.

2.7.1. Modellansatz im Wettbewerb

(I) Erwartungsbildung bei zwei konkurrierenden Netzwerken

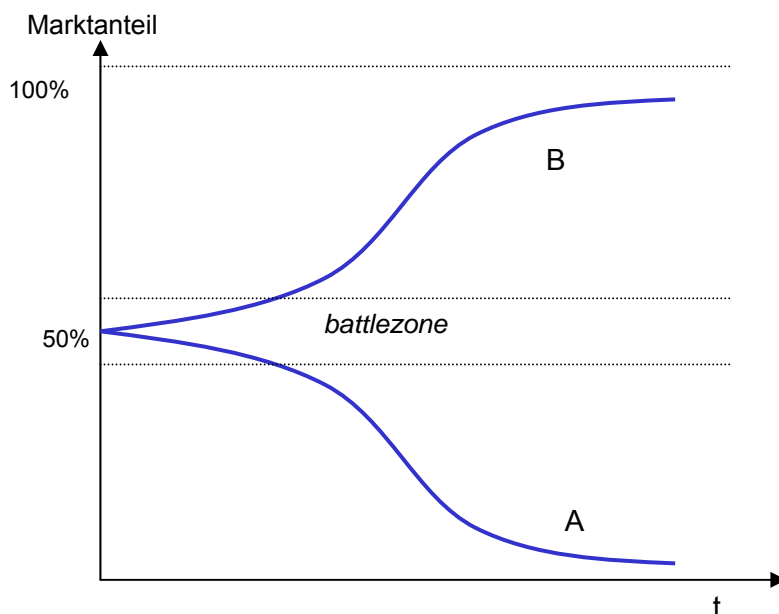
Der Markt für Netzwerktechnologien besitzt ein gemeinsames konstantes Gesamtmarktpotential, dem ein maximal realisierbarer Nutzen N^{nef}_T aus der Anzahl potentieller Anwender im Zeitpunkt T zugeordnet ist. Zwei miteinander konkurrierende Netzwerke mit unterschiedlichen Technologiestandards buhlen nun um Marktanteile dieses gesamten Anwenderpotentials und damit um Nutzenpotential. Je nach den Verläufen der jeweiligen Technologienutzenkomponenten N^{tech}_t und der Verteilung der Anwender auf die beiden Netzwerke werden dann unterschiedlich wahrgenommene Gesamtnutzenwerte N^{agg}_t erwartet.

Konnte sich dieser Gesamtnutzen in einem der beiden Netzwerke mit sonst identischen Technologien bis zu einem Zeitpunkt stärker entwickeln als im anderen, werden diesem Netzwerk relativ mehr Nutzer beitreten. Wächst ein Netzwerk schneller als das konkurrierende, dann erwarten die Individuen bei rationalen Kaufentscheidungen, dass sich das erfolgreichere System auch zukünftig weiter erfolgreicher entwickeln wird und dort ein höherer Gesamtnutzen (c.p.) zu erwarten ist. Ein höheres Wachstum verspricht in den Folgeperioden mit seiner Produkttechnologie N^{tech}_t einen höheren Nutzen aus der stärker anwachsenden Anzahl neuer Netzwerkteilnehmer N^{nef}_t . Mit einer stärkeren Diffusion bei diesem System ist zu erwarten, dass der Zustrom weiterer Nutzer im „schwächeren“ Netzwerk abnimmt und auch der dortige zu erwartende Gesamtnutzen niedriger sein wird.

Damit reduziert sich das Marktpotential eines langsamer wachsenden Systemanbieters und seiner Technologie, da nun insgesamt davon ausgegangen wird, dass sich zukünftig der erfolgreichere Wettbewerber ein „größeres Stück von dem gesamten Kuchen“ sichern wird und dem unterlegenen System somit die Möglichkeit verwehrt bleibt, einen gleich hohen Netzeffektnutzen zu realisieren: Für die Erreichung eines angestrebten Marktpotentials fehlen zukünftig nun schlicht weitere Nutzer.

In der folgenden Abbildung wird in Anlehnung an *Varian* und *Shapiro* (1999, S. 177) der zeitliche Verlauf der Marktanteile beider Netzwerke dargestellt:

Abbildung 9: Wettbewerbs-Korridor zweier Netzwerke



Varian und Shapiro beschreiben einen Wettbewerbs-Korridor, den sie als „battle-zone“ bezeichnen. Sind beide Netzwerke von Beginn an gleichgeartet²⁹, und wird nun dieser Korridor an Marktanteilen verlassen, induzieren die Netzeffekte einen starken Nachläufereffekt, der dazu führt, dass der Markt zugunsten eines Anbieters „kippt“.

(II) Erweiterung des Diffusionsmodells im Duopol und Oligopol

Im vorgestellten erweiterten Modell wird nun der intertemporale Einfluss auf die Erwartungshaltung durch den Faktor γ^B bestimmt. Dieser Faktor wird aus dem relativen Anteil des realisierten Gesamtnutzenbetrags der Vorperiode ermittelt. Die erweiterte Nutzenfunktion eines Anbieters B wird wie folgt beschrieben:

$$\text{Gleichung 8: } N_t^{aggB} = N_t^{techB} \cdot N_t^{netB} \cdot \gamma_t^B$$

Im Duopol ergibt sich beispielsweise der Faktor γ^j somit aus dem relativen Anteil des realisierten Gesamtnutzenbetrags $N_{(t-1)}^{agg}$ eines Anbieters i ($=B$) in Bezug auf den Gesamtnutzenbetrag beider Anbieter j ($=A+B$) aus einer Vorperiode $t-1$:

$$\text{Gleichung 9: } \gamma_t^B = \frac{N_{(t-1)}^{aggB}}{N_{(t-1)}^{aggB} + N_{(t-1)}^{aggA}}$$

²⁹ D.h., beide Netzwerke haben die gleiche Modernität, sie starten zum gleichen Zeitpunkt und sind an allen weiteren Produktmerkmalen homogen.

Der Gesamtnutzenverlauf des Wettbewerbers A im Duopol lautet entsprechend:

$$\text{Gleichung 10: } N_t^{aggA} = \cdot N_t^{techA} \cdot N_T^{nefA} \cdot (1 - \gamma_t^B)$$

Alle Faktoren γ^j entsprechen den realisierten Diffusionsverteilungen als wahrgenommene Erfolgsgrößen aller Netzwerke aus Ihren jeweiligen Netzwerkgrößen (N_{nef}) mit den verfügbaren Technologiestärken (N_{tech}). Je höher der relative (Gesamt-)Nutzenvorteil eines Netzwerks aus einer Vorperiode ist, desto höher steigt die jetzige Nutzenerwartung aus der installierten Basis und eines erreichbaren Gesamtnutzenpotentials.³⁰

Allgemein gilt somit für einen Anbieter (i) in Oligopolmärkten mit J-Anbietern:

$$\text{Gleichung 11: } \gamma_t^j = \frac{N_{(t-1)}^{agg(i)}}{\sum_j N_{(t-1)}^{agg(j)}} \quad j=(1, \dots, i, \dots, J)$$

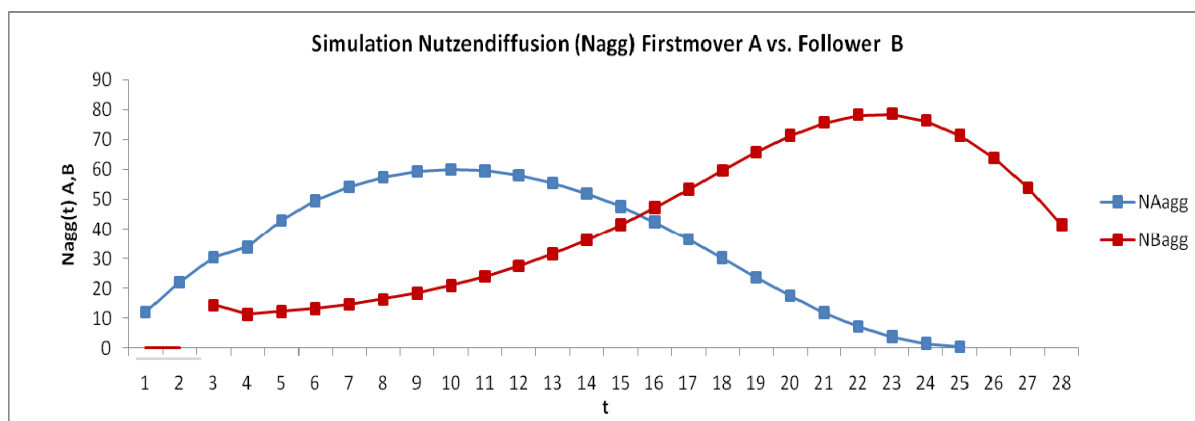
Sobald sich die Gesamtnutzenwerte zweier Anbieter unterscheiden, wovon bei kleinsten Unterschieden in den Parametern im Zeitablauf ausgegangen werden kann, entsteht ein Ungleichgewicht zwischen den Diffusionsprozessen und damit eine Polarisierung der Marktanteile.

³⁰ Der funktionale Nutzenverlauf – ohne Wettbewerb – ist weiterhin abhängig von der Modernität bzw. der technologischen Leistungsfähigkeit des Netzgutes, multipliziert mit dem Nutzen aus der Netzwerkgröße.

2.7.2. Beispiele von Nutzenverläufen im Duopolmarkt

In der folgenden Abbildung 10 werden die simulierten Gesamtnutzenwerte und die (nichtstetigen) Verläufe der Nutzenentwicklung zweier konkurrierender Netzwerke mit unterschiedlichen Startzeitpunkten dargestellt. Der First Mover A tritt 3 Perioden vor dem Follower B in den Markt ein. Hierbei hat B die fortschrittlichere Technologie. Der anfängliche Startnutzen aus der verwendeten Technologie N^{tech}_0 ist bei Anbieter B um 20 % höher als der Startwert bei Anbieter A.³¹ Der Wert $\alpha=0,175$ wird konstant gehalten.

Abbildung 10: Simulation Nutzendiffusion

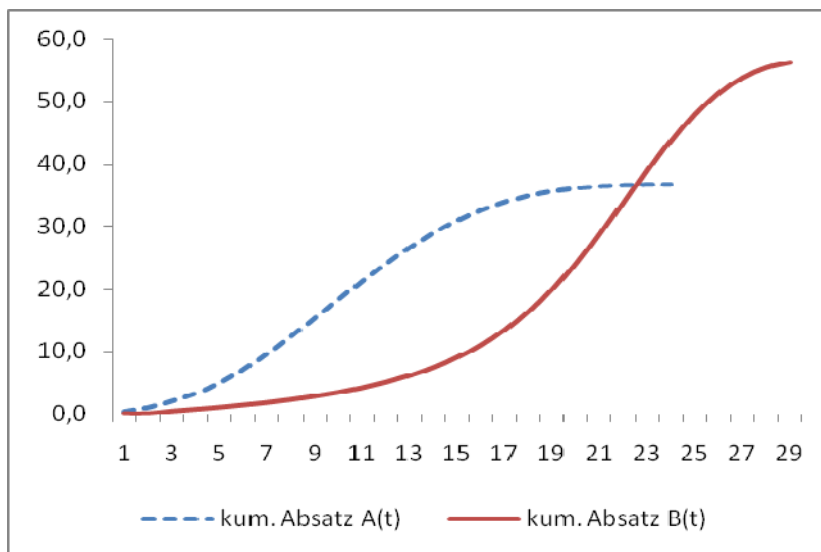


In der Abbildung 11 werden die kumulierten Absatzverläufe der beiden Anbieter als stetige Verläufe dargestellt.³² Die Diffusion von B ist mit seiner überlegenen Technologie zuerst verzögert und steigt zunächst nur flach an. Trotz der überlegenen Technologie des Followers B, wirkt die bestehende Netzwerkgröße von A als Markteintrittsbarriere. Erst mit zunehmender technologischer Alterung der A-Technologie kann B diese Barriere nachhaltig durchbrechen. Der Nachläufereffekt bei B entsteht mit einer deutlichen zeitlichen Verzögerung. Da aber auch die B-Technologie altert, sinkt ihr Gesamtnutzenwert wieder wenige Perioden nach dem Überschreiten der A-Technologie.

³¹ Zum Marktzutrittszeitpunkt von B in $t=3$ wird dieser Abstand höher sein, da die A-Technologie bereits an Nutzen durch Alterung eingebüßt hat.

³² Zur besseren Vergleichbarkeit beider Verläufe ist der B-Verlauf um 3 Perioden nach hinten versetzt.

Abbildung 11 Kumulierte Absatzmenge



3. Beispielsimulationen im Duopolmarkt

Die bestehende Netzwerkgröße kann offensichtlich ein sehr wirksamer Wettbewerbsfaktor gegenüber nachkommenden Wettbewerbern sein. Allerdings wird in dynamischen Märkten dieser Wettbewerbsvorteil nicht von Dauer sein. Nun soll anhand der folgenden Simulationen diskutiert werden, inwieweit strategische Entscheidungen über den Marktzutrittszeitpunkt, den Innovationsgrad sowie über Abwärtskompatibilität, zur Überwindung bestehender Wettbewerbsbarrieren geeignet sind und welchen Einfluss die Markt- bzw. Diffusionsdynamik hierbei hat.

3.1. Der optimale Marktzutrittszeitpunkt eines Newcomers

Für einen Follower stellt sich die Frage, wann der beste Zeitpunkt ist mit seiner innovativen Technologie in den Markt mit einer etablierten Technologie einzutreten. Sicherlich wird ein Anbieter mit seiner entwickelten und marktreifen Technologie bemüht sein, so schnell wie irgend möglich in den Markt einzutreten und keine abwartende Position einzunehmen. Die Praxis zeigt jedoch, dass Marktzutritte neuer Systeme, trotz überlegener Technologie, oft wenig erfolgreich sind und, dass gerade der Zeitpunkt des Marktzutritts als Ursache von Fehlschlägen vermutet werden kann.

Im Jahr 1988 versuchte Sony mit dem semi-digitalen Videosystem ED-Beta letztmalig die zunehmende Dominanz des VHS-Netzwerks zu brechen. Mit einer im Vergleich zu VHS doppelt so hohen Auflösung von 520 Linien, einer digitalen Tonspur mit HiFi-Qualität, digitalen Suchlauf und Standbildfunktionen, besaß ED-Beta durchaus damals schon DVD-Qualitäten.

Das rasante Wachstum des Videomarktes zugunsten des technisch unterlegenen VHS-Standards verdrängte jedoch ED-Beta vollständig vom Markt. Im Jahr 1999, ein Jahr nach Einführung der digitalen DVD, betrug die Marktdurchdringung von VHS allein in Westeuropa mit 116 Mio. installierte VHS-Rekordern und Playern ca. 76 %.³³ Trotz dieser im Vergleich zum Jahr 1988 um den Faktor 15 größeren VHS-Netzwerkgröße gelang es dem digitalen DVD-Videosystem mit hohen Wachstumsraten VHS zunehmend vom Markt zu verdrängen. Offensichtlich kann die Netzwerkgröße von VHS nicht einzig ausschlaggebend für den Misserfolg von Sony und dem System ED-Beta gewesen sein.

In der nachfolgenden Untersuchung in Abbildung 12 werden 10 Simulationen durchgeführt. Im Zeitpunkt $t=0$ folgt die Einführung einer First Mover-Technologie A. Der technologisch stets fortschrittlichere Follower B tritt nun zu unterschiedlichen Zeitpunkten nach A in den Markt ein. Hieraus ergeben sich unterschiedliche Absatzmengen bei jeweils einer unterschiedlichen Anzahl an Absatzperioden. Als betrachtete Erfolgsgröße wird nun die kumulierte Absatzmenge des Followers innerhalb des sich dann ergebenden Produktlebenszyklus dargestellt.

Abbildung 12: Diffusionserfolg und Marktzutrittszeitpunkte



Interessant ist bei dieser Simulation das Ergebnis, dass der geringste Erfolg eines Followers B, im Sinne seiner kumulierte Gesamtabsatzmenge, bei einem Marktzutritt von gerade 3 Perioden nach Einführung der First Mover-Technologie A erzielt wird. Wie schon im einführenden Beispiel in Abbildung 10 dargestellt, kann der Follower die bestehende Barriere des First Mover A nicht schnell überwinden. Offensichtlich ist das Netzwerk von A zu diesem Zeitpunkt aber noch nicht sehr groß. So scheint es, dass nicht die absolute Höhe einer Nutzeranzahl

³³ International Video Federation, European Yearbook (2003), S. 20.

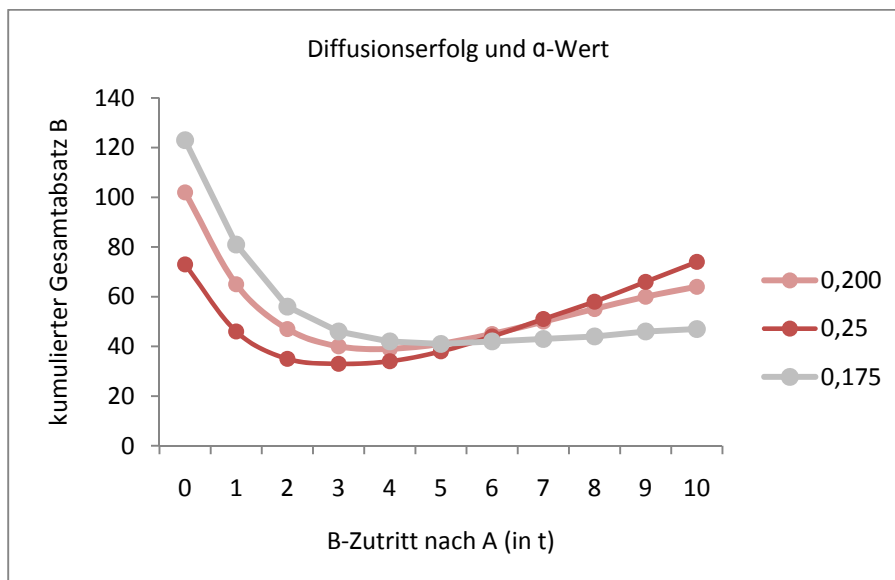
im Sinne einer installierten Basis die eigentliche Markteintrittsbarriere darstellt, sondern die Diffusionsstärke eines teil-etablierten Netzwerks zu einem bestimmten Zeitpunkt.³⁴ Nur die Kombination eines starken Wachstums ab einer gewissen Netzwerkgröße der bestehenden, aber noch relativ jungen Technologie, kann die erfolgreiche Etablierung weiterer innovativer Technologien vereiteln.

Erst wenn die etablierte Technologie eines nun dominanten Netzwerks soweit abgewertet ist, dass es für nachfolgende Käufer riskant wird auf die veraltete Technologie zu setzen, kann sich eine Nachfolgetechnologie erfolgreich am Markt etablieren. Dies könnte im diskutierten VHS-Nachfolgebeispiel den Erfolg der DVD-Markteinführung gegenüber dem Misserfolg von ED-Beta erklären.

3.2. Optimaler Marktzutrittszeitpunkt und Diffusionsdynamik

Neben dem Marktbeitrittszeitpunkt eines Followers hat die allgemeine Markt- bzw. Diffusionsdynamik einen wesentlichen Einfluss auf die Absatzverläufe beider Netzwerke. In der folgenden Abbildung 13 werden die obigen Simulationen mit drei unterschiedlichen α -Werten durchgeführt.

Abbildung 13: Diffusionserfolg und Marktdynamik



Ist das Marktumfeld zweier konkurrierender Wettbewerbssysteme vergleichsweise dynamisch ($\alpha=0,25$), können in frühen Phasen der Lebenszyklen kleinste wahrgenommene Ge-

³⁴ Vgl. Vidal (1995), S. 43-55.

samtnutzenunterschiede zu einer sich verstärkenden Polarisierung in einen Gewinner und Verlierer führen. Ein etwaiger Newcomer, der wenige Perioden nach dem First Mover in den Markt mit einer überlegenen Technologie eintreten möchte und noch über keine Nutzerbasis verfügt, kann in wenigen Periode mit einer unüberwindbaren Wettbewerbsbarriere konfrontiert sein. Um die bestehende Barriere zu überwinden, bedarf es eines starken Technologievorteils gegenüber der First Mover-Technologie.³⁵ Ist dies ökonomisch und/oder technisch nicht realisierbar, könnte der Newcomer eine abwartende Position einnehmen und derweil die Entwicklung bzw. die Haltung eines technologischen Vorsprungs anstreben. Nach Überschreiten des Absatzmaximums des First Movers und nach dem Abklingen des Diffusionsdrucks hat ein innovativer Follower in späteren Perioden womöglich bessere Erfolgchancen, obwohl die Netzwerkgröße des First Movers dann deutlich größer ist.

Ist die Diffusionsdynamik jedoch gering ($\alpha=0,175$), kann der Newcomer nicht hoffen, dass die etablierte Technologie schnell als veraltet angesehen wird. Hier muss gelten, möglichst schnell mit der neuen Technologie früh eine große installierte Basis an Nutzern aufzubauen. Eine vergleichbar niedrigere Markt- bzw. Diffusionsdynamik bewahrt den Anbieter und seine am Markt etablierte Technologie vor einer zu schnellen Alterung und schützt somit sein Netzwerk mittelfristig vor innovativen Technologien.

3.3. Innovation und Abwärtskompatibilität

Sollte es einem innovativen Anbieter (B) gelingen, eine überlegene Netzwerktechnologie anzubieten und droht es einem konkurrierenden, etablierten Anbieter (A) deshalb aus dem Markt gedrängt zu werden, wird Anbieter (A) seinerseits reagieren. Eine auf der Hand liegende Möglichkeit bietet sich an, indem der bedrohte Wettbewerber (A) seine verwendete Produkttechnologie nachrüstet und verbessert. Dieses technologische Nach- bzw. Aufrüsten einer bestehenden Systemtechnologie soll im Folgenden als *Relaunch* bezeichnet werden.

Verfügt der Anbieter (A) bereits über ein etabliertes Netzwerk mit einer großen Anzahl von Nutzern, kann dieser versuchen, die vorhandene Markteintrittsbarriere und damit den Nutzenvorteil durch die Netzgröße möglichst zu erhalten, um hiervon im nachfolgenden neuen Produktlebenszyklus zu profitieren. Hierbei kann der Anbieter versuchen, dass die Nutzer der erneuerten Systemtechnologie auf das Netzwerk des eigenen älteren Systems zugreifen können, z.B. mit Hilfe einer Adaptertechnologie. Die nun verbesserte Technologie muss also

³⁵ Vgl. Farrell/Saloner (1986b) S. 943, S. 948.

teilweise abwärtskompatibel sein.³⁶ Altkunden können ohne ein „Update“ nicht auf die neue Netzwerktechnologie zugreifen. Allerdings können sie ihr Gut weiterhin nutzen.

Der Anbieter einer Systemtechnologie kann hierbei mit einem Entscheidungsproblem konfrontiert sein, ob er einerseits technologische Komponenten der alten Systemtechnologie mit in die Entwicklung und Herstellung der neuen Technologie übernehmen möchte.³⁷ Dann ist jedoch zu vermuten, dass die neue Systemtechnologie keine gänzlich innovative Neuentwicklung sein kann, da die alten Komponenten hinderlich im Zusammenspiel mit den technischen Neuerungen sein werden. Andererseits ist durch die Abwärtskompatibilität sichergestellt, dass von Beginn an ein Netzwerknutzen durch die existierende Basis an Nutzern realisiert werden kann, was dem etablierten Netzwerkanbieter die Einführung seiner neuen Netzwerkgeneration erleichtern kann.

Bei einem Produkt mit einer radikal neuen Technologie kann vermutet werden, dass keine vollständige Abwärtskompatibilität gewährleistet ist. *Shapiro* und *Varian* (1999) unterstellen einen Trade-off zwischen dem Kompatibilitätsgrad und der technischen Performance im Sinne von maximal erreichbarer Technologieinnovation. Anbieter von Netzeffektgütern können nach ihrer Meinung nun zwei grundsätzliche Strategien verfolgen: Eine *revolutionäre Technologiestrategie* mit einer technisch radikalen Neuerung, die aber kaum oder keine Abwärtskompatibilität zu ihrer Vorgängertechnologie besitzt, und eine *evolutionäre Technologiestrategie* mit einer weniger radikalen, jedoch abwärtskompatiblen Technologie.³⁸ Eine Kombination zwischen beiden Strategien ist möglich. Beide Strategieansätze sollen im Folgenden gegenübergestellt werden.

Im Zusammenhang mit der aktuellen Diskussion der Automobilindustrie über *e-mobility* spielt Innovation und Abwärtskompatibilität eine entscheidende Rolle. Hierbei könnte die von General Motors verfolgte Technologiestrategie des Vollhybrid-Antriebes für die geplante *E-Flex*-Automobilplattform interessant sein.³⁹ GM sowie auch weitere Automobilhersteller planen einen seriellen Hybrid-Antrieb, bei dem das Fahrzeug über kein mechanisches Getriebe mehr verfügt.⁴⁰ Ein kleiner, turboaufgeladene Benzinmotor dient einzig zur Gewinnung von Strom für das Aufladen einer Batterie und für den elektrischen Antrieb der Räder. Bei diesem

³⁶ Einen Überblick über technologische Definitionen von Kompatibilität bietet Pfeiffer (1989), S. 5 ff.

³⁷ Shapiro/Varian (1999), S. 189 ff.

³⁸ Shapiro/Varian (1999), S. 190: "The evolution strategy of compatibility offers consumers a smooth migration path. The revolution strategy offers compelling performance".

³⁹ Geplante Modelle: u.a. Chevrolet Volt, Cadillac Provoq, Opel Ampera.

⁴⁰ Vgl. hierzu <http://www.chevrolet.com/pages/open/default/future/volt.do>.

Konzept sind die Energiekosten pro gefahrender Strecke zwar um 20-45% niedriger⁴¹ als bei konventionellen mechanischen Antriebskonzepten der Otto- oder Dieselmotoren, allerdings können die niedrigen Energiekosten pro Fahrstrecke bei reinen Batterie-Elektrofahrzeugen nicht annähernd erreicht werden. Die Abwärtskompatibilität der Hybridtechnologie im Sinne einer *evolutionären Strategie* bietet allerdings einige entscheidende Vorteile: Nutzer von seriellen Hybridfahrzeugen können auf das bestehende weltweite Tankstellennetzwerk für Benzin oder Diesel zugreifen. Wird zudem die Batterie zuhause über den Hausstrom geladen (plug-in mode), können kurze Strecken, z.B. innerhalb von Städten und zum Arbeitsplatz, rein elektrisch gefahren werden. Bei höheren Reichweiten wird der Verbrennungsmotor zugeschaltet. Damit ergeben sich für den Hersteller weitere Vorteile: Das Vorhandensein eines Netzwerks an Stromladestationen an Parkplätzen als Markteintrittsbarriere wird ebenso gemildert, wie die noch ungelösten technologischen Fragen der Batterietechnologie bei einem reinen Batterieelektroantrieb im Sinne einer *revolutionären Strategie*. Durch die mobile Wiederaufladefähigkeit des Verbrennungsmotors (auch *range-extender* genannt) sind die Leistungsanforderungen an die Batterien im Vergleich weniger hoch: Für eine akzeptable Reichweite reiner Elektrofahrzeuge müssen die Batteriezellen eine deutlich höhere Energiedichte, Zyklenfestigkeit, Eigensicherheit sowie Lebensdauer aufweisen.

3.3.1. Modellansatz und Wirkung von Abwärtskompatibilität

In den folgenden Simulationen mit zwei Netzwerken folgt der Follower B einem First-Mover A. Nach einer gewissen Anzahl an Perioden starten beide Wettbewerber einen Relaunch. Der maximale Technologienutzen N^{techB}_0 bei Anbieter B ist stets höher als bei Marktzutritt des Anbieters A (N^{techA}_0). Der zunächst kleinere Systemanbieter B ist somit stets der innovativere Technologieanbieter. Allerdings hat A einen zeitlichen Vorteil durch den ersten Marktzutritt.

Bei jedem Relaunch wird folgende Parametrisierung unternommen: Der Nutzen durch die Größe des Netzwerks aus der letzten Periode des alten Systems wird mit in die Nutzengleichung des modernisierten neuen Systems hinzugenommen. Dieser Nutzenübertrag ist abhängig vom Grad der Kompatibilität zum eigenen Vorgängersystem.

Bei der Übernahme des Nutzenwertes durch den Zugriff auf das bestehende ältere Netzwerk muss beachtet werden, dass Nutzer nicht ewig leben und sie das Netzwerk nur eine Zeit lang nutzen werden und nutzen können. Zudem sind viele Käufer der neuen Systemtechnologie Besitzer und Anwender des alten Systems desselben Anbieters – somit werden sie

⁴¹ Je nach Ladezustand der Batterie über den Hausstrom vor Fahrtbeginn.

nicht fortlaufend beide Technologien nutzen. Nachdem keine weiteren Nutzer dem alten Netzwerk beitreten werden, wird im weiteren Zeitverlauf auch die bestehende Nutzerbasis immer weiter abnehmen.

Im Modellansatz wird die Abwärtskompatibilität hier wie folgt modelliert: Bei einem Relaunch wird ein Teil des zuletzt erreichten Nutzens aus der (kumulierten) Netzwerkgröße des alten Vorgängersystems in die Gesamtnutzenentwicklung der neuen Systemtechnologie hinzugenommen. Der Nutzen aus der alten installierten Basis eines Netzwerks (i) zum Zeitpunkt (T) wird wie folgt geschätzt:

$$\text{Gleichung 12: } N_{(alt(T))}^{i(X_T)} = h \cdot \ln(X_{t=T}^i)$$

mit: X_T Anzahl Netzwerkteilnehmer im Vorgängernetzwerk i (kumulierter Absatz) zum Zeitpunkt T

mit konstanten Skalierungsfaktor h, mit $h > 0$

In der Simulation wird der übertragene Nutzenwert vom Vorgängernetzwerk auf das Nachfolgenetzwerk mit dem Diskontierungszins d diskontiert. Der Grad an Abwärtskompatibilität wird mit dem Faktor k bezeichnet. Hierbei wird vereinfacht angenommen, dass ein intervallskalierter Grad an Kompatibilität bestehen kann.⁴² Bei vollständiger Kompatibilität (100%) beträgt dieser 1, bei Inkompatibilität den Wert 0. In den Perioden nach einem Relaunch wird die Nutzenkomponente N^{nef} der linken Seite des Gesamtnutzenfunktion N^{agg} dann wie folgt erweitert:

$$\text{Gleichung 13: } N_{(neu)t}^{agg} = \left(k \cdot \frac{N_{(alt(T))}^{X_T}}{(1+d)^{t-1}} + N_{(neu)t}^{nef} \right) \cdot N_{(neu)t}^{tech} \cdot \gamma_t$$

Nun soll die Teilnutzenkomponente N_t^{tech} erweitert werden: Zunächst wird der Technologienutzen nach einer kompletten Systemmodernisierung wieder auf den (*State-of-the-art*) Startwert N_0^{tech} zurückgesetzt. Es wurde angenommen, dass mit dem Grad der Abwärtskompatibilität auch die technische Performance des Gutes eingeschränkt wird. Mit der Höhe der Abwärtskompatibilität k wird der Startwert der technologischen Leistungsfähigkeit N_0^{tech} um den Grad g ($0 \leq g_{tech} \leq 1$) von k reduziert. Der Faktor g beschreibt hierbei den technologischen Effizienzverlust einer Innovation durch Kompatibilität. Damit kann die rechte Seite der Gleichung 13 wie folgt ausgeschrieben werden:

⁴² Shapiro/Varian (1999), S. 190 ff.

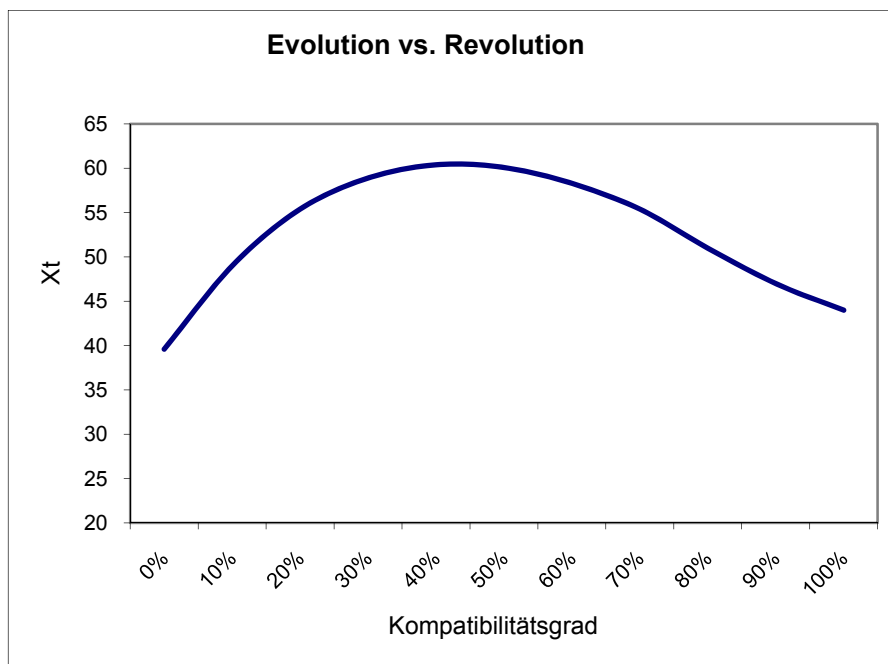
Gleichung 14 :

$$N_{(neu)t}^{agg} = \left(k \cdot \frac{N_{(alt)(T)}^{X_T}}{(1+d)^{t-1}} + N_{(neu)t}^{nef} \right) \cdot \left(N_{(neu)0}^{tech} (1 - g_{tech} \cdot k) + b(1 - e^{\alpha}) \right) \cdot \gamma_t$$

Der aus Gleichung 6 bekannte rechte Term $N_{(neu)t}^{tech}$ wird nun in Gleichung 14 wie folgt erweitert: Der Trade-off zwischen maximaler technischer Performance und Abwärtskompatibilität wird durch die Werte g und k wie dargestellt. Der technische Abwertungsfaktor g_{tech} durch den Kompatibilitätsfaktor beträgt hier 30 %. Der Wert $g_{tech} = 0,3$ (30 %) gibt an, dass es beispielsweise bei einem Kompatibilitätsgrad von 60 % zu einer technologischen Abwertung von $0,6 \cdot 0,3 = 18$ % kommen wird. Beim Startzeitpunkt beträgt der maximale Nutzen N_{tech0} in B aus der technologischen Innovation dann nur noch $1 - 0,18 = 82$ % der möglichen maximalen Leistungsfähigkeit in der Situation ohne Abwärtskompatibilität, also bei einer *revolutionären Technologiestrategie*.

In der nachfolgenden Abbildung 14 werden unterschiedliche Duopol-Simulationen der Anbieter A und B über zwei Technologiegenerationen (d.h. ein Relaunch nach der ersten Generation) durchgeführt, bei denen der Grad an Abwärtskompatibilität k von B im Bereich zwischen 0 % (Inkompatibilität) und 100 % (vollständige Abwärtskompatibilität) variiert. A wählt bei seinem Relaunch jeweils einen festen Kompatibilitätsgrad von 75 %. Als dargestellte Zielgröße wird der erreichte kumulierte Gesamtumsatz im Produktlebenszyklus $X_{t=T}$ (=erreichte Netzwerkgröße am Ende der zweiten Generation) des betrachteten Anbieters B in Abhängigkeit vom Kompatibilitätsgrad gemessen.

Abbildung 14: Netzwerkgröße durch Abwärtskompatibilität



In dieser Konstellation der angenommenen Parameter führt ein mittlerer Grad an Abwärtskompatibilität von 45 % zur höchsten realisierten Anzahl an Netzwerkteilnehmern am Ende des Lebenszyklus (Netzwerkgröße). Die dargestellte Kurve fällt umso stärker mit dem Kompatibilitätsgrad, je höher der Faktor g_{tech} ist. Der gezeigte Trade-off zwischen Innovation und Kompatibilität deckt sich mit der Aussage von *Shapiro/Varian*, die unter Verzicht auf eine formale Herleitung für einen erfolgreichen Diffusionserfolg eines Technologiestandards mit Netzeffekten ein ausbalanciertes Verhältnis von technischer Evolution und Revolution vermuten; „Ideally, you would like to have a radical improved product that is also compatible with the [existing] installed base, but technology is usually not so forgiving, and adapters and emulators are notoriously buggy. You will inevitably face the trade-off.“⁴³

3.3.2. Generationenkampf im Duopol: Evolution vs. Revolution

Da die Technologie eines Netzwerkgesetzes einem endlichen Lebenszyklus unterliegt, werden Anbieter in gewissen zeitlichen Abständen immer wieder einen Relaunch durchführen. Nun sollen zwei Strategien in einer langfristigen Perspektive diskutiert werden: Der eine Anbieter A verfolgt grundsätzlich die Strategie einer radikalen technologischen Revolution. Der andere Anbieter B verfolgt die Strategie der technologischen Evolution. In der nachfolgenden Duopol-Simulation führen beide Anbieter zum Zeitpunkt $t=0$ sowie in $t=30$ gleichzeitig einen

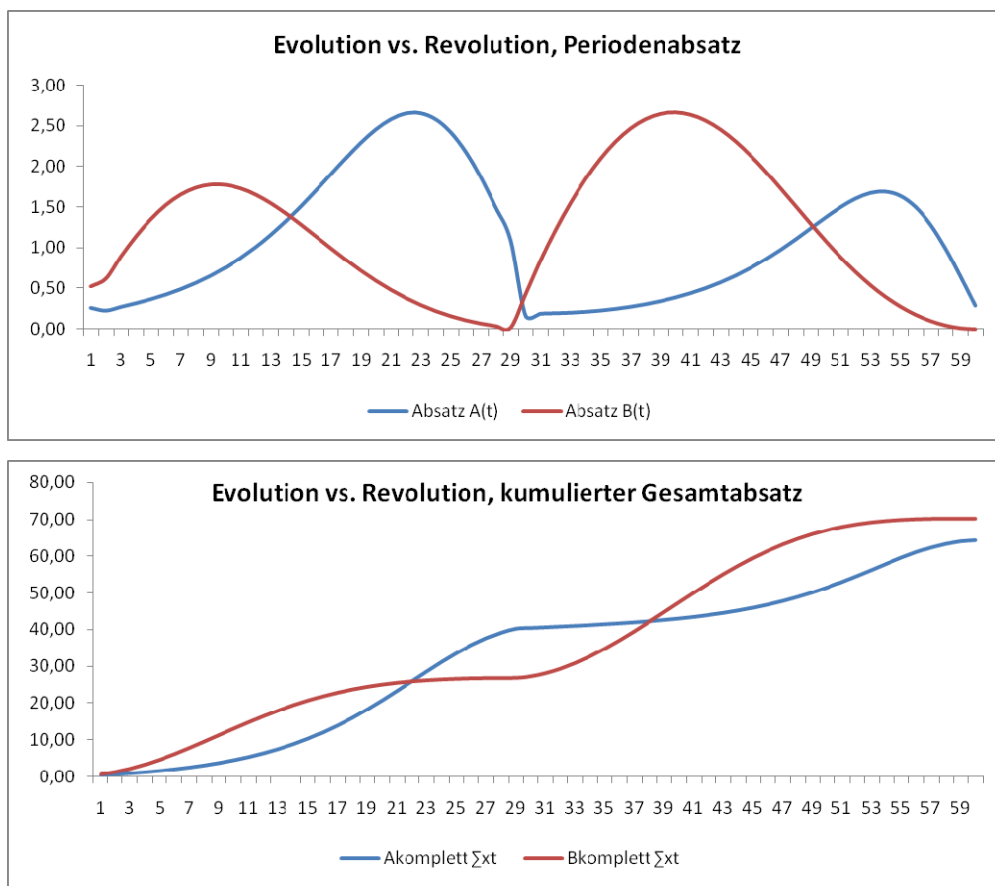
⁴³ *Shapiro/Varian* (1999), S. 191.

Relaunch durch. Der innovativere Anbieter A hat einen jeweils höheren Technologienutzenwert. Allerdings muss A bei jedem Relaunch versuchen eine neue Basis zu installieren: Führt A eine radikale neue Technologie ein, so können bestehende Nutzer seines Vorläufernetzwerks nicht die neue Technologie nutzen und Nutzer der neuen Technologie können nicht auf das Netzwerk der alten Technologie zugreifen.

Wettbewerber B hingegen ermöglicht den Nutzern seines neuen Netzwerks den Zugriff auf das Vorgängernetzwerk. Allerdings ist seine Technologie von Beginn an weniger fortschrittlich als die Technologie von A. Der Grad der Abwärtskompatibilität k soll zunächst 50 % betragen, der technologische Effizienzverlust g beträgt 30 %. Bei jedem Relaunch ist die A-Technologie somit stets um 15 % nutzenbringender als die B-Technologie. Vor der Ausgangssituation in $t=0$ sollen beide Anbieter zuvor den gleichen Marktanteil (bis $t=-1$) erreicht haben. Als Messgröße für den Erfolg der Strategie soll der Periodenabsatz sowie der kumulierte Gesamtabsatz über alle Perioden der beiden Wettbewerber betrachtet werden.

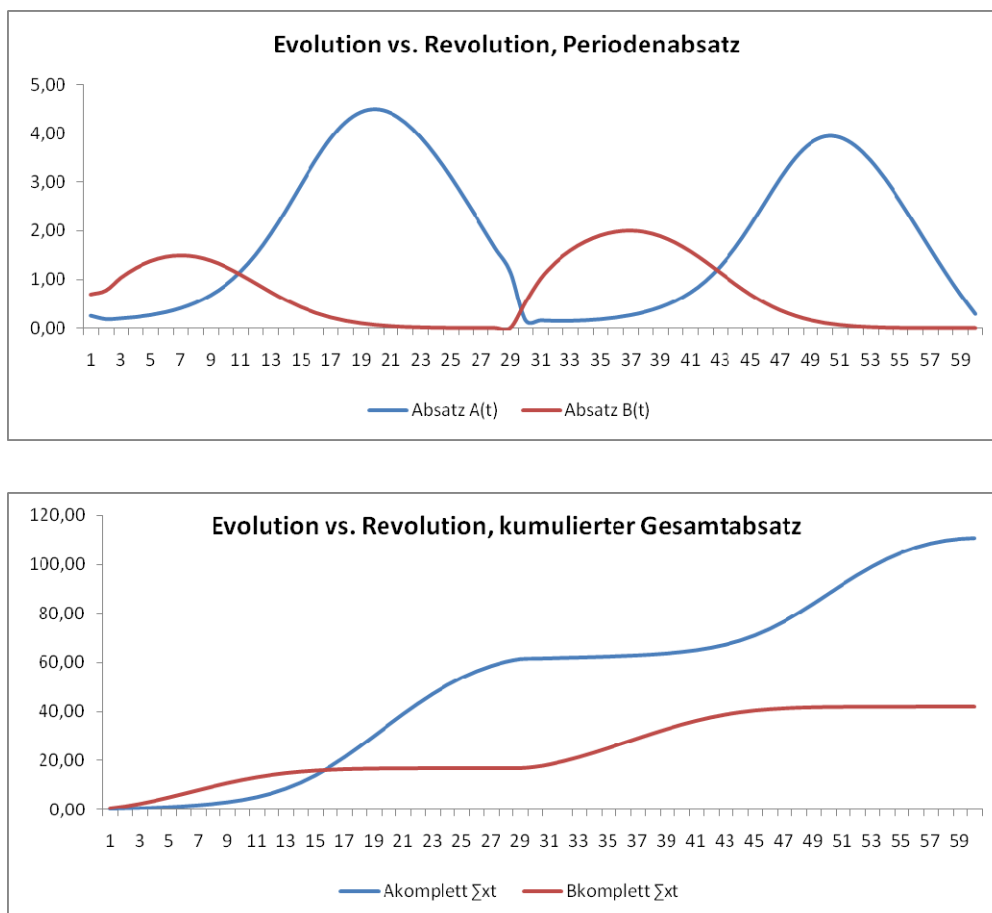
Bei dieser Simulation zeigt sich im unteren Teil der Abbildung 15, dass es bei Gütern mit Netzeffekten eine erfolgreiche Strategie sein kann, bei einem Relaunch die Technologie teilabwärtskompatibel zu gestalten und einen gewissen Nutzenverlust durch den Verzicht auf eine maximale *State-of-the-art*-Innovation in Kauf zu nehmen.

Abbildung 15: Langfristiger Absatzverlauf



Ein anderes Ergebnis ergibt sich bei dieser Simulation, wenn B eine vollständig abwärtskompatible Technologie anbietet ($k=100\%$). Zwar kann sich B nach dem Relaunch vor dem innovativeren Anbieter A durch den Zugriff auf das vorhandene Nutzernetzwerk zunächst verteidigen, allerdings setzt sich hier mittelfristig die innovativere Technologie durch. Im zweiten Relaunch ($t=30$) greift der Kompatibilitätseffekt weniger stark, da schon in der Vorläufergeneration viele Nutzer sich für die innovativere Technologie A entschieden haben.

Abbildung 16: Langfristiger Strategievergleich Evolution vs. Revolution



Eine moderate Technologieverbesserung eines Marktführers mit einer strikten Abwärtskompatibilität als Produktstrategie kann womöglich kurzfristig eine wirksame Reaktion auf technische Innovationen am Markt sein und eine schwer überwindbare Markteintrittsbarriere für technisch überlegene Netzwerke darstellen. Hat sich also ein dominanter Marktführer am Markt etabliert, können Netzeffekte zwar kurzfristig eine dämpfende Wirkung auf Marktinnovationen haben, aber in einer Betrachtung über mehrere Produkt- bzw. Systemgenerationen hinweg wurde gezeigt, dass sich langfristig jedoch stets die innovativere Technologie durchsetzt.

3.3.3. Auswirkung der Marktdynamik im Duopolkampf mit Relaunch

Die Veränderung der Marktdynamik wird offensichtlich einen hohen Einfluss auf die Diffusionsverläufe beider Anbieter haben. In der folgenden Simulation wird nun die Dynamik der Nachfrageseite in die Diskussion miteinbezogen. Auf Märkten, bei denen Kompatibilität von großer Bedeutung ist, dürfte die Nachfragedynamik neben dem Bewusstsein von positiven externen Effekten und anderen Größenvorteilen vor allem auch aus der Existenz von starken

Lerneffekten resultieren.⁴⁴ Lerneffekte können einerseits mit dem Gebrauch des betrachteten Netzeffektgutes entstehen, andererseits können neben diesen netzwerkspezifischen und technologiespezifischen Lerneffekten auch Lerneffekte existieren, die außerhalb des Netzwerks entstehen aber einen wesentlichen Einfluss auf die Dynamik des betrachteten Netzwerks haben. Diese Lerneffekte können hierbei durchaus in anderen Marktsegmenten entstanden sein, die auf den ersten Blick nur einen indirekten Bezug zum untersuchten Marktsegment vermuten lassen. Durch die technologische Konvergenz in den Märkten der Hochtechnologie können beispielsweise Nutzungsgewohnheiten in der Anwendung von PC-Software zu Veränderungen von Präferenzen bei Softwareanwendungen im Mobilfunkmarkt führen. Graphische Benutzeroberflächen aus der vertrauten Computerwelt sind heute auch Standard für die Benutzung von Mobiltelefonen. Der intuitive Gebrauch von Mobiltelefonen als Kleinstcomputer mit der Einführung des Apple iPhone revolutionierte den Mobilfunkmarkt für sog. Smartphones und Anwendungssoftware (sog. „Apps“) hierfür.

Die Erhöhung der Nachfragedynamik durch Lerneffekte im Gebrauch von Netzeffektgütern lässt den Kaufwiderstand gegen technische Neuerungen sinken, führt zu einer schnelleren Überschreitung der kritischen Masse und erhöht somit den Diffusionserfolg innovativer Netzwerksysteme. Allerdings wird auch der Nutzen aus einem bestehenden und endlichen Netzwerk wieder schneller abgewertet.

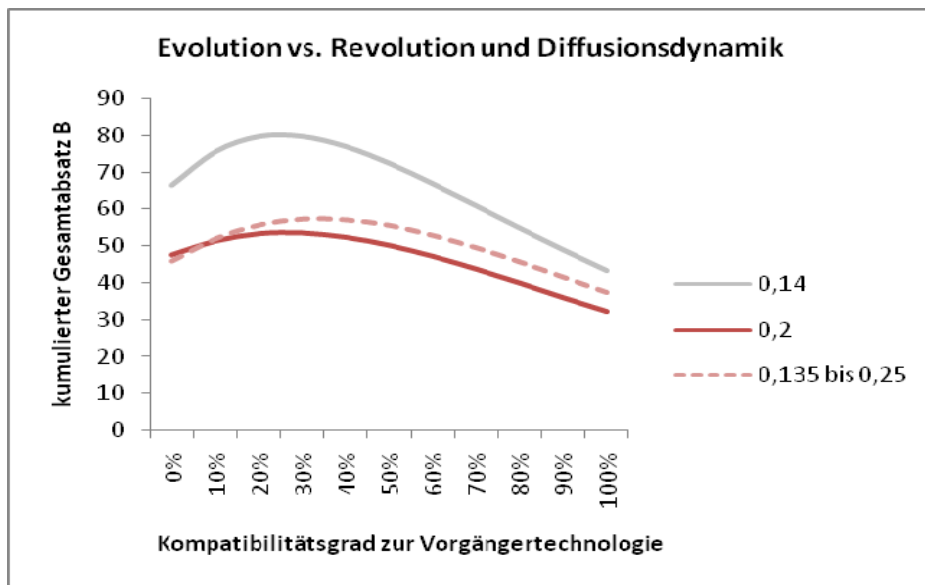
Eine vergleichsweise niedrige Diffusionsdynamik konnte z.B. bei der Einführung der Compact Disc (CD) für digitale Medien angenommen werden. Die Anwendung beschränkte sich Anfang der 1980er Jahre zunächst ausschließlich auf das Abspielen von Musik. Die massenhafte Verbreitung von Computern und damit die Nutzung der CD für weitere digitalen Medien, der Speicherung und dem Abspielen von Anwendungsprogrammen, Dateien, Bilder, Musik und Videos erfolgte erst Jahre später. Bei der Einführung der DVD waren den Konsumenten allerdings die Anwendungsmöglichkeiten eines günstigen Speichermediums mit einer sehr hohen Datenkapazität wohl bekannt. Somit konnte der Markt für DVD von den Lerneffekten aus dem CD-Markt profitieren. Die Diffusionsdynamik bei Einführung der DVD lag somit vergleichsweise höher als bei der Markteinführung der CD.

Der Einfluss einer sich ändernden Diffusionsdynamik soll in den nachfolgenden Simulationen dargestellt werden. Bei gleichen Ausgangsbedingungen wie zuvor werden Simulationen mit jeweils unterschiedlichen Graden an Teilabwärtskompatibilität ($k=0\%$ bis 100%) durchgeführt. Hierbei werden die Simulationen mit einem niedrigen Alphawert (0,14), einem hohen

⁴⁴ von Weizsäcker (1987), S. 110 ff.

Alphawert (0,2) sowie einem linear ansteigenden Wert (von 0,135 in $t=0$ bis 0,25 in $t=60$) durchgeführt. Als Erfolgsgröße werden wiederum die kumulierten Gesamtabsatzmengen betrachtet.

Abbildung 17: Erfolg von Kompatibilität bei unterschiedlicher Diffusionsdynamik



Bei einem höheren Wert der Diffusionsdynamik (0,2) steigt die Kurve mit einem zunehmenden Grad an Abwärtskompatibilität zunächst flacher an als bei geringerer Dynamik (0,14). Auch wenn der optimale Grad an Abwärtskompatibilität kaum von der Dynamik beeinflusst wird, ist der Effekt durch Abwärtskompatibilität auf den Diffusionserfolg bei einer vergleichsweise niedrigeren Dynamik größer. Je dynamischer sich die Nachfrage verhält und je nutzenbringender die technischen Innovationen neuer Netzwerke wahrgenommen werden, desto eher setzt sich ein neuer, überlegener Technologiestandard zuungunsten eines älteren großen Netzwerks im Markt durch. Dynamische Märkte bieten demnach Schutz vor einer Lock-in-Situation, bei dem ein gewünschter Generationenwechsel unterbleibt.

Ein interessantes Ergebnis ergibt sich, wenn im Zeitverlauf die Diffusionsdynamik stetig zunimmt – ein Annahme, die in Hochtechnologiemärkten mit einer zunehmenden Konvergenz sehr wahrscheinlich ist. Steigt die Diffusionsdynamik stetig an, steigt der optimale Grad an Abwärtskompatibilität.

Mit zunehmender Diffusionsdynamik verkürzen sich die Technologielebenszyklen. Nachfrager lernen immer schneller den Umgang mit neuen Produkten, direkte und indirekte Netzwerkeffekte sind schneller realisierbar. Hierbei werden Nutzer neue Technologien bevorzugen, mit deren Umgang sie durchaus vertraut sind, mit denen sie möglichst schnell mit anderen Nutzern kommunizieren können und für die hinreichend leistungsfähige Zusatzprodukte

existieren. Offensichtlich leistet hier ein gewisser Grad an Abwärtskompatibilität einen kaufentscheidenden Produktnutzen.

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Anzahl bestehender Nutzer eines Gutes bzw. eines Systemgüterbündels mit Netzeffekten kann eine wirksame Markteintrittsbarriere für nachfolgende Wettbewerber darstellen. Als wettbewerbsrelevante und kritische Ressource für ein Unternehmen sind externe Effekte durch die Netzwerkgröße für Wettbewerber nur schwer zu imitieren.⁴⁵ Netzeffekte können so eine erfolgreich eingeführte Technologie vor nachfolgenden technologischen Innovationen zeitlich begrenzt schützen. Netzeffekte wirken jedoch dahingehend, dass ein eigendynamischer Diffusionsprozess in Gang gesetzt wird, der kaum vom Unternehmen selbst, sondern in einem wechselseitigen Pfad von Erwartungen und Aktionen der Nachfrager sowie der Komplementäranbieter im gesamten technologischen Umfeld bestimmt wird.

In diesem Beitrag wurde diskutiert, dass eine durch Netzeffekte induzierte Marktzutrittsbarriere angreifbar ist. Dann muss diskutiert werden, welche unternehmenseigenen und steuerbaren Instrumente bestehen, um die Weichen für einen erfolgreichen Diffusionsprozess zu stellen, eine bestehende Barriere zu durchbrechen und selbst einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen. In diesem Beitrag wurde gezeigt, dass die Themen technologische Leistungsfähigkeit des Gutes, Kompatibilitätsgrad zwischen unterschiedlichen Produktgenerationen und Marktzutrittszeitpunkt nicht isoliert voneinander diskutiert werden dürfen. Wesentlich ist bei dieser umfassenden Diskussion die umgebende Marktdynamik.

Über die Auswirkungen von Netzeffekten auf die Innovationsaktivität am Markt bestehen unterschiedliche Meinungen in der Literatur. Einig ist sich die Literatur dahingehend, dass Netzeffekte womöglich innovationshemmend wirken, wenn die Effekte zu einer Marktstruktur eines natürlichen Monopols führen.⁴⁶ Besitzt ein Anbieter eine marktdominierende Netzgröße, kann dieser bei Einführung einer neuen Produktgeneration durch *Abwärtskompatibilität* zur vorherigen Generation seinen Wettbewerbsvorteil weiter nutzen und sogar ausbauen. Mitunter muss der Nachfrager mit dem Grad an Abwärtskompatibilität auf eine maximal mögliche *state-of-the-art*-Innovation bei der neuen Produktgeneration verzichten. *Shapiro/Varian* postulieren unter Verzicht auf eine formale Darstellung einen *Trade-off* zwischen dem Grad an technologischer Abwärtskompatibilität und (maximal) möglicher technologischer Lei-

⁴⁵ Sun/Tse (2009), S. 61.

⁴⁶ Vgl. Farrell/Saloner (1986), S. 172.

stungsfähigkeit.⁴⁷ Das hier vorgestellte Diffusionsmodell hat diesen Gedanken formal-analytisch aufgenommen und konnte hiermit für eine Nachfolgetechnologie einen *optimalen Grad an Abwärtskompatibilität* zur Vorgängertechnologie darstellen.

Der Einfluss der *Marktdynamik auf den Diffusionserfolg* von Netzeffektgütern wurde diskutiert, indem der Erfolg von Technologiesystemen mit Netzwerkeffekten über mehrere Generationen dargestellt wurde. Es konnte hierbei gezeigt werden, dass je dynamischer das Marktumfeld ist, desto weniger effektiv wirkt ein optimaler Grad an Abwärtskompatibilität. Ist die Marktdynamik vergleichsweise gering, treten unternehmensstrategische Fragen der Abwärtskompatibilität verstärkt in den Mittelpunkt. Steigt die Marktdynamik hingegen über ein gewisses Niveau, entscheidet letztendlich die bessere Technologie über Erfolg oder Misserfolg. Zwar kann auch hier ein optimaler Grad an Kompatibilität den Diffusionserfolg erhöhen. Das Zeitfenster zur Durchsetzung einer innovativen Technologie ist hierbei aber recht klein. Die Gefahr eines ruinösen Technologiewettlaufes liegt auf der Hand. „Ein Stück der alten Technologie in ein neues Produktdesign zu integrieren“ – im Sinne einer teilweisen Abwärtskompatibilität zur Vorgängertechnologie – kann bei Netzeffekten grundsätzlich einen starken Wettbewerbsvorteil generieren. Netzeffekte können so zu einem Schutz vor einem ruinösen Technologiewettlauf führen.

Die Markteinführung einer radikalen technologischen Neuerung bedarf eines genauen *Timings*. Verpasst ein Anbieter das erste, frühe Zeitfenster, kann auch eine „abwartende Position“ als Strategie bedacht werden, indem ein technologischer Relaunch bewusst in ein *hinteres Startfenster* hinausgezögert wird. Diese Hypothese ist nicht unproblematisch. So muss die Technologie bis zur späteren Markteinführung auf den letzten Stand der Technik gehalten und somit stetig weiterentwickelt werden. Und das „Melken“ der älteren, bestehenden Technologie kann zum Abwandern der bisherigen Kunden führen.

Gerade die Entwicklung der Marktdynamik durch externe Faktoren ist jedoch nur schwer vorauszusehen. So hat beispielsweise die Etablierung des Internets zu einer nachhaltigen Veränderung der Gesellschaft geführt. Der Computer als zentrale Kommunikations- und Konsumplattform, wie Facebook, Twitter oder Skype, Aktionsplattformen wie Ebay sowie Onlineshops wie Amazon oder iTunes, hat die Gesellschaft zunehmend „vertechnisiert“. Dies begünstigt die Einführung technologischer Innovationen durch eine schnellere Akzeptanz bei den Nachfragern. Gleichzeitig sehen die Nachfrager Produkte oder Dienste aber auch schneller als „völlig veraltet“ an. Insbesondere die viel diskutierte technologische Konvergenz

⁴⁷ *Shapiro/Varian* (1999), S. 190 ff.

im Bereich Telekommunikation, Multimedia, Mobilfunk und Computersysteme lässt ein kompliziertes Geflecht von Einflussfaktoren auf die Marktdynamik entstehen und führt zu einer Verkürzung der Technologie- bzw. Produktlebenszyklen.

In der Literatur wird kontrovers über innovationshemmende Einflüsse durch Netzwerkeffekte und der Präsenz eines marktdominierenden Netzwerks diskutiert.⁴⁸ Einerseits wurden in diesem Beitrag die Ergebnisse aus der Literatur zum Einfluss von Netzeffekten auf Markteintrittsbarrieren bestätigt. In diesem Beitrag wurde gezeigt, dass bei einer langfristigen Betrachtung mit mehreren Produktgenerationen, wenn der Marktführer seine Produkte stets abwärtskompatibel (z.B. mit Hilfe eines Adapters) ausstattet, innovationshemmende Effekte nur vermutet werden können, wenn die Markt- und Diffusionsdynamik vergleichsweise niedrig ist und bleibt. Die Dominanz eines etablierten großen Netzwerks kann hier potentiell neue Netzwerkanbieter vom Marktzutritt abhalten. Diese potentiellen Anbieter mit einer moderneren Technologie könnten annehmen, dass die erfolgreiche Überwindung der bestehenden Markteintrittsbarrieren zu unsicher erscheint.

Andererseits wurde in diesem Beitrag gezeigt, dass bei Erhöhung der allgemeinen Marktdynamik die Netzeffektgütermärkte eine vollkommen andere Entwicklung nehmen und auch die Wirkung von unternehmensstrategischen Instrumenten sich ändern. Die Abwesenheit neuer und leistungsfähigerer Technologieinnovationen lassen zwar die Dynamik und damit die schlechteren Erfolgsaussichten weiterer Anbieter tatsächlich unverändert. Bei dieser *Self-fulfilling-prophecy* sind innovationsmindernde Markteffekte nicht auszuschließen. Würde aber ein Anbieter mit einer neuen und innovativen Technologie dem Markt beitreten, könnte sich die Marktdynamik jedoch deutlich erhöhen, was die Markteintrittsbarriere des etablierten Anbieters senkt und die Erfolgchancen weiterer innovativer Technologien ungleich erhöhen würde. Die Ankündigung eines Anbieters eine neue, deutlich innovativere Technologie in den Markt einzuführen, kann dann sozusagen einen „schlafenden Riesen der Nachfrage“ wecken. Auch kann die positive Erwartungshaltung weitere Komplementärgüteranbieter in den Markt locken und den Anwendungsnutzen der neuen Systemtechnologie weiter erhöhen. Die Aussicht auf völlig neue Anwendungsmöglichkeiten, welche die Nutzung der neuen Produkte revolutioniert, kann die Präferenzen der Konsumenten entsprechend ändern bzw. erweitern.

Für die Beurteilung von Markteffekten bei Netzeffektgütern ist die Unterscheidung zwischen einer kurzfristigen und einer langfristigen Perspektive entscheidend. In diesem Beitrag wurde gezeigt, dass bei einer hohen oder einer stetig zunehmenden Marktdynamik langfristig den-

⁴⁸ Farrell/Saloner (1986b), S. 948.

noch keine innovationshemmenden Effekte befürchtet werden müssen. Gerade wenn die neuen Anwendungsmöglichkeiten im Austausch mit weiteren Nutzern realisiert werden, wenn also positive externe Effekte im Konsum entstehen, können die Nachläufereffekte sich zugunsten des neuen Netzwerks verstärken und die Lebensdauer des etablierten Netzwerks deutlich verkürzen. Für das Marktgleichgewicht bedeutet dies, dass sich der Druck auf weitere Anbieter erhöht, mit Produktverbesserungen zu reagieren.

In der Einführung zu diesem Papier wurde im Kontext der Problematik Innovation versus Kompatibilität der gescheiterte Versuch von IBM mit dem PC-Betriebssystem OS/2 für den Consumer-Markt herangezogen. Microsoft selbst unterlag jedoch dem gleichen strategischen Fehler in der Entwicklung des Betriebssystems Windows-NT („New Technology“), das die bisherigen Produktgenerationen von Windows3.* und DOS endgültig ablösen sollte und das gegen die technisch fortschrittlicheren Betriebssysteme von Apple (MacOS) und IBM (OS/2) platziert werden sollte. Neben dem erhöhten Bedarf an Arbeitsspeicher war das System nicht kompatibel zu seinen Vorgängersystemen und deren Anwendungsprogrammen. Microsoft erkannte das Problem und entwickelte das Betriebssystem Windows95, was als ein technologischer Kompromiss angesehen werden kann. Es stellte eine hinreichende Abwärtskompatibilität zu den DOS- und Windows3.*-Systemen her und benötigte zudem weniger Arbeitsspeicher. Windows95 war zwar in der Performance deutlich weniger leistungsfähig als Windows-NT, entwickelte sich jedoch zu einem großen Verkaufserfolg. Die Abwärtskompatibilität stand hier in einem Trade-off mit einer superioren Innovation bzw. mit der maximal möglichen Performance der neuen Technologie.

Im vorliegenden Beitrag wurden nur einige Strategien im Zusammenhang mit Netzeffekten untersucht und es wurde bewusst auf die Miteinbeziehung von Preisstrategien verzichtet. Hierbei wurde gezeigt, dass bei Netzeffektgütern durch deren Pfadabhängigkeit die Weichen für einen Erfolg oder Misserfolg für Unternehmen schon in frühen Lebenszyklusphasen gestellt werden. Eine starke Konzentration auf eine Technologie bzw. ein Netzwerk ist noch kein hinreichender Beleg für mangelnden Wettbewerb bei Märkten mit Netzeffekten.

Zudem wurde gezeigt, dass sich mittelfristig die jeweils „leistungsfähigeren“ Technologien am Markt durchsetzen werden. Dies wird durch die zunehmende Marktdynamik in Märkten mit Netzeffekten verstärkt. Der Diffusionspfad wird weniger nur durch zufällige Ereignisse⁴⁹ – als vielmehr durch den Einsatz von unternehmensstrategischen Instrumenten beeinflusst. Diese Instrumente wirken je nach Höhe der Marktdynamik unterschiedlich stark und müssen

⁴⁹ Vgl. Arthur (1994), David (1985).

wohl dosiert im geeigneten Zeitpunkt eingesetzt werden. Und letztendlich werden alle Marktteilnehmer bewerten und entscheiden, wie sie das Attribut „Besser“ oder „Leistungsfähig“ definieren. Dies erfordert offensichtlich auch eine Neubetrachtung des wettbewerbsrechtlichen Rahmens.

Literaturverzeichnis

- Arthur, W.B. (1983): Competing technologies and lock-in by historical small events: the dynamics of allocation under increasing returns, International Institute for Applied Systems, Analysis Paper WP-83-92, Laxenburg.
- Arthur, W. B. (1996): Increasing Returns and the New World of Business, Harvard Business Review, No. 4, July / August, S. 100-110.
- Artle, R./Averous, C. (1973): The Telephone System as a Public Good: Static and Dynamic Aspects, Bell Journal of Economics and Management Science, No. 4, S. 89-100.
- Bass, F. M. (1969): A New Product Growth for Model Consumer Durables, in: Management Science, 15(5), S. 215-227.
- Berg, S.V. (1989): The Production of Compatibility: Technical Standards as Collective Goods, Kyklos Vol. 42, S. 361-383.
- Cowan, R. A., (1990): Nuclear Power Reactors: A Study in Technological Lock-in, Journal of Economic History, 50, S. 541-567.
- David, P. A. (1986): Understanding the Economics of QWERTY: The Necessity of History, in: Parker, W. N. (ed.), Economic History and the Modern Economist, New York.
- Dybvig, P. H./Spatt, C. S. (1983): Adoption Externalities as Public Goods, in: Journal of Public Economics, 20, S. 231-247.
- Economides, N.S./Himmelberg, C. (1995): Critical Mass and Network Evolution in Telecommunication. In Brock, G. W., (Hrsg.), Toward a Competitive Telecommunication Industry, Mahwah, New Jersey.
- Farrell, J./Saloner, G. (1985): Standardization, Compatibility and Innovation, Journal of Economics, Vol. 16, No. 1, S. 70-83.
- Farrell, J./Saloner, G. (1986): Optimal Contracts with Lock-in. American Economic Review, 79, S. 51-68.
- Farrell, J./Saloner, G. (1986b): Installed Base and Compatibility: Innovation, Product Preannouncement, and Predation. American Economic Review, 76, S. 940-955.
- Farrell, J./Saloner, G. (1992): Converters, Compatibility, and the Control of Interfaces, The Journal of Industrial Economics, Vol. 40, S. 9-35.
- Fischer, M. (2001): Produktlebenszyklus und Wettbewerbsdynamik, Schriftreihe Institut für Marktorientierte Unternehmensführung, Wiesbaden.

- Katz, M. L./Shapiro, C. (1985): Network Externalities, Competition and Compatibility, *The American Economic Review*, Vol. 75, No. 3, S. 424-440.
- Katz, M. L./Shapiro, C. (1986a): Product Compatibility Choice in a Market with Technological Process, *Oxford Economic Papers*, 38 (Special Issue of: New York Industrial Economics), S. 146-165.
- Katz, M. L./Shapiro, C. (1986b): Technology Adoption in the Presence of Network Externalities, *Journal of Political Economy* 94, S. 822-884.
- Leibenstein, H. (1950): Bandwagon, Snob and Veblen Effects in the Theory of Consumers Demand, *The Quarterly Journal of Economics* 65, S. 183-207.
- Lingen, v. T. (1993): *Marktgleichgewicht oder Marktprozess – Perspektiven der Mikroökonomie*, Wiesbaden.
- Mahajan, V./Muller, E./Bass, F. M. (1990): New Product Diffusion Models in Marketing, in: *Journal of Marketing*, 54, S. 1-26.
- Morgenstern, O.(1948): Demand theory reconsidered, in: *Quarterly Journal of Economics*, 62, S. 165-201.
- Pfeiffer, G. H. (1989): *Kompatibilität und Markt: Ansätze zu einer ökonomischen Theorie der Standardisierung*, Nomos Verlags-Ges., Baden-Baden.
- Porter, M. E. (1995): *Wettbewerbsstrategien, Methode zur Analyse von Branchen und Konkurrenten*, 8. Aufl., Frankfurt.
- Rogers, E. M. (1995): *Diffusion of innovations*, (4th ed.), New York: Free Press.
- Rogers, E. M. (2003): *Diffusion of Innovations*, (5th ed.), New York: Free Press.
- Rohlf, J. (1974): A Theory of Interdependent Demand for a Communications Service, *Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 5, No. 1, S. 16-37.
- Schmalen, H./Pechtl, H. (1996): Die Rolle der Innovationseigenschaften als Determinante im Adoptionsverhalten, *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, 48, S. 816-883.
- Shapiro, C./Varian, H. R. (1999): *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Harvard Business School Press.
- Stabaty, M. (1997): Ein Rückzug des Riesen: Die Welt, 11. Juli 1997. http://www.welt.de/print-welt/article639578/Ein_Rueckzug_des_Riesen.html.
- Sun, M./Tse, E. (2009): The Resource-Based View of Competitive Advantage in Two-Sided Markets, *Journal of Management Studies* 46, S. 45-64.

- Thum, M. (1994): Network Externalities, Technological Process and the Competition Market Contracts, *International Journal of Industrial Organization* 12, S. 269-289.
- Varian, H.R., (1995): *Grundzüge der Mikroökonomik*, 3. Aufl., München-Oldenbourg.
- Vidal, M. (1995): Strategische Pioniervorteile, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* Heft 1, S. 43-55.
- Weizsäcker von, C. C. (1984): The Costs of Substitution, *Econometrica*, Vol. 52, No. 5, S. 1085-1116.
- Weizsäcker von, C. C. (1987): *The Economics of Value Added Network Services*, Köln.
- Wiese, H. (1990): *Netzeffekte und Kompatibilität. Ein theoretischer und simulationsgeleiteter Beitrag zur Absatzpolitik für Netzeffektgüter*, Heidelberg- Stuttgart.

Herausgeber Michael Stephan

Department of Technology and
Innovation Management

Philipps-University Marburg
Am Plan 2
35037 Marburg

Erscheinungsort Marburg, Deutschland

ISSN 1864-2039