

2 Von Schiffen und Pfaden: Wie der Sailing-Ship-Effect und die Pfadabhängigkeit erklären, warum alte Technologien bestehen bleiben

Das Ziel des Kapitels ist eine Systematisierung der existierenden Forschungsansätze zum Sailing-Ship-Effect. Daher werden zunächst die konkreten Forschungszweige vorgestellt und die in der Literatur artikulierten Zweifel an der Existenz des Sailing-Ship-Effect diskutiert. Darauf aufbauend sollen konkrete Forschungsansätze zur Analyse eines möglichen Sailing-Ship-Effect im technologischen Feld der automobilen Antriebstechnologie abgeleitet werden. Weiterhin soll dem bisherigen Manko, dass wenig nach den konkreten Ursachen dieses beobachtbaren Wettbewerbsverhaltens gefragt wird, durch die Einführung der Pfadabhängigkeitstheorie als zentrale Ursache für den Sailing-Ship-Effect begegnet werden. Diese Verknüpfung der Konzeption des Sailing-Ship-Effect mit der etablierten Theorie der Pfadabhängigkeit ist zentraler Beitrag des Kapitels.

2.1 Sailing-Ship-Effect

2.1.1 Stand der Forschung

2.1.1.1 Wirtschaftshistorische Ursprünge und Definitionsansätze

Im Folgenden soll ein strukturierter Überblick über den Begriff des Sailing-Ship-Effect gegeben werden. Zunächst wird dafür auf die wirtschaftshistorischen und namensgebenden Ursprünge der Begrifflichkeit im Zusam-

menhang mit der Erfindung der Dampfschiffahrt und deren Auswirkung auf die Entwicklung der Segelschiffahrt im 19. Jahrhundert eingegangen. Gilfillan beschreibt in seiner geschichtswissenschaftlichen Schrift zur Entwicklung des Schiffs als erster einen Effekt bei der Weiterentwicklung der Segelschiffe durch das Entstehen der kommerziellen Dampfschiffahrt.¹ Auf diese ursprüngliche Schrift von Gilfillan beziehen sich dann fast alle weiteren Autoren, die sich explizit mit dem Sailing-Ship-Effect auseinander setzen. Der erste Autor, der den Sailing-Ship-Effect auch als solchen benannte und in der Innovationsliteratur verankerte, ist Ward.² Für die Begriffsprägung im originären Technologie- und Innovationsmanagementbereich ist wohl statt des Naturwissenschaftlers Ward der Ökonom Nathan Rosenberg mit seinen 1972 erschienenen Schriften zu den ökonomischen Ursachen des technologischen Wandels verantwortlich.³

In der neueren Innovationsliteratur bezieht sich insbesondere Geels einmal mehr auf den Sailing-Ship-Effect.⁴ Geels zeigt in seinen systemisch orientierten Arbeiten zur Diffusion von Innovationen eine grundlegende Skizze der infrastrukturellen, volkswirtschaftlichen wie gesellschaftlichen Voraussetzungen und Umweltcharakteristika der Entwicklung der Dampfschiffahrt. Er präsentiert insbesondere die Relevanz der Entstehung von Kanalsystemen im nordamerikanischen, britischen und französischen Festland Anfang des 18. Jahrhunderts, die wegbereitend für die Verknüpfung der Dampfmaschinentechnologie sowie der Kanalschifftechnologie zu Kanaldampfschiffen war. Diese dampfbetriebenen Binnenschiffe wiederum waren wenige Jahre später Wegbereiter für erste dampfmaschinenbetriebene Seeschiffe, die zunächst kleinere Routen (zum Beispiel Glasgow-Belfast oder Venedig-Triest, beide 1818) be-

1 Vgl. Gilfillan (1935), S. 17 ff.

2 Vgl. Ward (1967).

3 Vgl. Rosenberg (1972a), S. 26 ff.; Rosenberg (1972b), S. 86.

4 Vgl. Geels (2005a, 2005b), S. 107 ff.; Geels (2001), S. 10 ff.

stritten.⁵ Zur gleichen Zeit gab es zwar schon erste Ozean-Überquerungen mit Dampfschiffen (zum Beispiel die Savannah, 1819, die ihre Dampfmaschine freilich immer nur stundenweise betrieb), allerdings hatten diese eher experimentellen Charakter und waren nicht wirklich wirtschaftlich relevant. Auch in der öffentlichen Wahrnehmung galten diese Querungen eher als technologische Exzeption, denn als faktische Bedrohung für die weiterhin vorherrschenden Segelschiffe.⁶ So auch die Sirius als erstes permanent betriebenes Dampfschiff, das am 23. April 1838 nach der Atlantiküberquerung New York erreichte und dabei alles, was an Bord in irgendeiner Weise brennbar war, verheizt hatte.

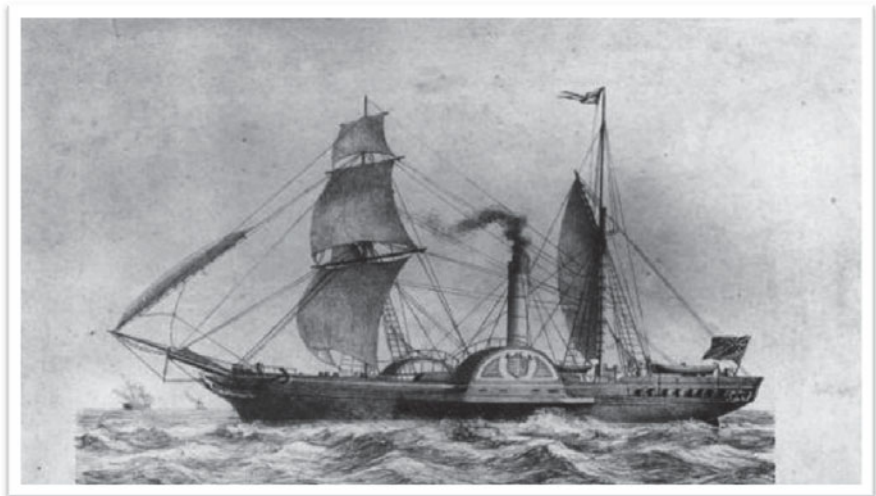


Abbildung 1: Dampfschiff Sirius

Quelle: http://image2-cdn.n24.de/image/2750962/3/large16x9/joo/dampfschiff_580x325.jpg

⁵ Vgl. Geels (2005b), S. 113.

⁶ Vgl. Geels (2005b), S. 113.

Erste kommerzielle Bedeutung erhielten Dampfschiffe dann in der Nische der Postschiffahrt. Durch eine Nutzung von Dampfschiffen (und integrierten Transportwegen über Land) konnten signifikante Reduktionen in der Transportzeit von Post erreicht werden. Um mögliche Informationsvorteile durch schnelleren Posttransport zu nutzen, begann gerade die britische Regierung in den 1840er-Jahren systematisch, ausgewählte Linien an Dampfschiffreedereien zu vergeben. So haben die heute noch bekannte „Cunard Line“ und die „Great Western Steamship Company“ als zwei Lizenznehmer für die Poststrecke Großbritannien – Nordamerika im Jahr 1838 übernommen.⁷ Dieser Trend der dampfschiffbasierten Postversendung verstärkte sich zusehends. Bedingt durch die Bauweise der ersten Dampfschiffe sowie große Mengen an Kohle, die mitgeführt werden mussten, hatten diese Schiffe den recht großen Nachteil von reduzierten Frachtkapazitäten. Dadurch beschränkte sich der erste Einsatz auf die Nische der Postschiffahrt, in welcher kurze Transportzeiten eine höhere Relevanz als Ladevolumina besaßen. Diese ersten Erfolge in der Nische der Postschiffahrt schafften allerdings ein ökonomisches Klima, um mehrere technologische Nachteile der jungen Technologie der Dampfschiffe anzugehen. So wurden Probleme mit den Steuern bei schwerer See sowie die Auswirkungen der enormen Hitze der Dampfkessel auf die Holzkonstruktion systematisch durch diverse Innovationen gelöst. Hier sind insbesondere die Verbesserung der Kohle-Effizienz durch Verbesserung der Boiler-Struktur (Schwere, Festigkeit und Aufbau), die Nutzung von Schrauben-Antrieben sowie der Wechsel von Holz- zu Stahlhüllen im Schiffsbau zu nennen.⁸

Während noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts die neue Technologie nicht als Bedrohung wahrgenommen wurde, ändert sich diese strategische Perspektive im Laufe des 19. Jahrhunderts. So identifiziert Geels in seinen Untersuchungen eine dezidiert strategische Reaktion durch Innovation bei den Segelschiffher-

⁷ Vgl. Geels (2005b), S. 116.

⁸ Vgl. Harley (1971, 1988); Knauerhase (1968), S. 390 ff.; Clark/Staunton (1989), S. 87 ff.

stellern des 19. Jahrhunderts.⁹ Folglich kann er folgende Elemente als Segelschiffinnovationen einordnen, die der Emergenz von Dampfschiffen begegnen sollten: (1) *Erhöhung der Frachtkapazitäten* durch größere Schiffe mit Schiffsrümpfen aus Eisen statt Holz, (2) *Erhöhung der Geschwindigkeit* durch Konstruktionsinnovationen, längere Schiffe sowie den Einsatz weiterer Segelmasten sowie (3) *deutlich verringerte Besatzungsstärken* durch den gezielten Einsatz von Maschinen, zum Beispiel zum Segelsetzen und -einholen. Gerade die Frachtkapazitäten dürften aus ökonomischer Perspektive eine wesentliche Rolle für die Persistenz von Segelschiffen gesorgt haben. So zeigt Knauerhase, dass Segelschiffe massive Produktivitätsfortschritte gegen Ende des 19. Jahrhunderts machten. Im Jahr 1887 war die durchschnittliche Frachtkapazität des Segelschiffs immer noch höher als bei den Dampfschiffen (35,3 zu 29,3 Netto-registertonnen).¹⁰ Zu ähnlichen Ergebnissen kommt bereits oben angesprochener Gilfillan in den 1930er-Jahren.¹¹ Neben diesen direkten, technologiebezogenen Innovationen fanden auch zahlreiche eher systemorientierte Neuerungen statt, die der Segelschiffpersistenz zuträglich waren. So wurden zum Beispiel Schlepper eingeführt, die die deutlich vergrößerten und damit weniger manövrierfähigen Transportsegler in den engen Häfen bewegten.¹²

Die oben genannte systematische Innovationsoffensive in der neuen Technologie führte dann schlussendlich zu einem verschärften Wettbewerb zwischen alter und neuer Technologie. So gewann die neue Technologie erst im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts – also immerhin knapp 150 Jahre nach Erfindung der Dampfmaschine und 100 Jahre nach Erfindung des Dampfschiffs – eine stärkere Relevanz auch im Sektor der Ozeanschifffahrt.¹³ Zunächst dominierte noch der Passagiersektor und deutlich später kam der Cargo-Bereich als An-

9 Vgl. Geels (2005b), S. 132 f.; Grübler (1990), S. 84 ff.

10 Vgl. Knauerhase (1968), S. 393.

11 Vgl. Gilfillan (1935), S. 160 ff.

12 Vgl. Geels (2005a), S. 132 f.; Geels (2001), S. 26 ff.

13 Vgl. Knauerhase (1968), S. 391.

wendungsgebiet für die neue Technologie hinzu. So übernahmen im ursprünglichen Segment mit Ende des 19. Jahrhunderts die Dampfschiffe die dominante technologische Position. 1883 erreichten diese in Großbritannien erstmalig einen Anteil von über 50 Prozent an der gesamten Transportmenge.¹⁴ Für weitere Länder (zum Beispiel Deutschland, die Niederlande, Dänemark) fand diese Trendwende erst um Jahr 1900 und damit etwas später statt.¹⁵ Zwar waren bis Anfang des 20. Jahrhunderts Segelschiffe immer noch für bestimmte Einsatzzwecke (insb. geringerwertige Fracht) das Mittel der Wahl. Rund 20 Jahre später – und damit deutlich später als die Auguren Anfang des 19. Jahrhunderts prophezeiten – war dieser technologische Wechsel mehrheitlich in sämtlichen Bereichen der professionellen Schifffahrt vollzogen.¹⁶ Als Symbol für den Endpunkt des technologischen Wettbewerbs zwischen Segel- und Dampfschiffen kann der Siebenmaster „Thomas W. Lawson“ gelten, der 1907 nach sehr kurzer Einsatzzeit vor Südengland nach der ersten Ozeanquerung gesunken ist.

Dieses Schiff war extrem lang und mit sehr viel Segelfläche ausgestattet, umso der konkurrierenden Technologie der Dampfschiffe zu begegnen. Dieses Reaktionsmuster, das noch in den 1870er-Jahren zu guten Erfolgen geführt hat, erzeugte hierbei allerdings massive Probleme in der Manövrierbarkeit und Stabilität des Schiffs, so dass es bereits nach der ersten Atlantikquerung in einem Sturm unterging.¹⁷

14 Vgl. Geels (2001), S. 11.

15 Vgl. Geels (2001), S. 34.

16 Vgl. Gilfillan (1935).

17 Vgl. Gilfillan (1935), S. 162 ff.; Geels (2005b), S. 107 ff.



Abbildung 2: Segelschiff „Thomas W. Lawson“

Quelle: http://modelshipmaster.com/products/tall_ships/MMTHOMASWLAWSON.jpg

Die oben skizzierten wirtschaftshistorischen Schriften haben stark deskriptiven Charakter, vermeiden eine klare Definition des Sailing-Ship-Effect aber mehrheitlich. Daher soll im Folgenden ein kurzer Überblick über existierende Definitionen und Definitionsansätze davon gegeben werden, um diese dann zu einer forschungsleitenden Definition zu synthetisieren.

Autor (Jahr)	Definitionsansatz	Strategischer Impetus
Ward (1967), S. 169.	„This is the Sailing-Ship-Effect: time, energy, intelligence and money are spent in improving a concept, a branch of knowledge or device that is inevitably being supplanted by the fruit of more original thinking.“	X
Rosenberg (1972a), S. 26 f.	„Builders of sailing-ships responded to the competition of iron and steam by a number of imaginative changes in hull design, including the use of iron itself in a „composite“ hull-wood placed on an iron skeleton. [...]“	X
Mak/Walton (1973), S. 449.	„[...] is that the old technology often continues to be improved after the new technology has been introduced, thus postponing the demise of the old.“	-
Rothwell/Zegveld (1985), S. 41.	„The alkali industry case also demonstrates the so-called ‘Sailing-Ship-Effect’ [...], they vigorously defend their position through the accelerated improvement of the old technology.“	X
Chari/Hopenhayn (1991), S. 1144.	„[...] not only do old technologies continue to be used when apparently superior technologies are available, but people continue to invest in old technologies.“	-
Utterback (1996), S. 159 ff.	„Of Course the established players do not always sit back and watch their markets disappear. Most fight back. [...] Purveyors of established technologies often respond to an invasion of their product market with redoubled creative effort that may lead to substantial product improvement based on the same product architecture.“	X
Pistorius/Utterback (1997), S. 72.	„Once the mature technology realizes that it is under attack, there is often a vigorous effort on the part of the mature technology to resuscitate itself.“	X
Geels (2001), S. 26.	„The improvements in sailing ships are an example of the general pattern that established technology is improved when it is challenged by a new technology.“	-

Autor (Jahr)	Definitionsansatz	Strategischer Impetus
Howells (2002), S. 887.	„[...] acceleration of innovation in the old technology in response to the threat of the new technology.“	X
Windrum/Birchenhall (2005), S. 131.	„Innovation by old technology firms may be stimulated by the arrival of new technology firms seeking to displace them.“	-
Möser (2010), S. 18.	„[...] und durchweg kommt es zu Innovationen in alten Technologien in der Auseinandersetzung mit Neuem.“	X
Adner/Snow (2010b), S. 1656.	„[...] the choice to maintain focus on the old technology“	X
De Liso/Filatrella (2011), S. 563.	„The Sailing-Ship-Effect narrowly defined consists of the <i>intentional</i> improvements, e.g. via R&D, which are engendered in a mature technology by the emergence of a new one.“ (Hervorhebung im Original)	X

Tabelle 1: *Überblick über verschiedene Definitionsansätze des Sailing-Ship-Effect*

Quelle: Eigene Darstellung

Allen Definitionen gemeinsam ist das Element, dass *nach* Auftauchen einer neuen, im Regelfall potenziell leistungsfähigeren Technologie Innovationen in der alten Technologie stattfinden. Fast allen diesen Definitionen ist weiterhin gemeinsam, dass ein strategischer Impetus auf Seiten der Anbieter alter Technologien formuliert wird. Am Weitesten in dieser Hinsicht gehen wohl Adner und Snow, die ausführlich die verschiedenen Subalternativen von Reaktionsmustern auf neue Technologien diskutieren.¹⁸ Andere beschreiben dagegen eher das Phänomen aus einer Makroperspektive und gehen nicht wirklich auf die strategische Entscheidung zum Wettbewerb alte versus neue Technologie ein.¹⁹ Eine weitere Beobachtung bei Betrachtung der existierenden Literatur zur Definition von Sailing-Ship-Verhalten ist die häufig negative Konnotation

¹⁸ Vgl. Adner/Snow (2010b), S. 1658 ff.

¹⁹ Vgl. zum Beispiel Mak/Walton (1973); Geels (2001).

dieses Verhaltens. Diese Konnotation findet ihren Anklang auch im breiten Gros der Innovationsliteratur, die implizit die neue Technologie „bevorzugt“ und das Festhalten an der alten als langfristig häufig wenig sinnvoll darstellt – ohne dies im Einzelfall wirklich zu belegen.²⁰

Auf Basis der gezeigten Definitionsansätze soll für das weitere Vorgehen folgende zusammengefasste Definition gelten: Der Sailing-Ship-Effect beschreibt das Phänomen, dass *Anbieter* einer etablierten Technologie nach dem *Auftauchen einer neuen, die etablierte Technologie bedrohenden Technologie* mit *übernormalen Innovationsanstrengungen* in den *zentralen Performance-Dimensionen* begegnen. Damit beinhaltet die vorgelegte Definition sowohl eine strategische Komponente, die den Sailing-Ship-Effect als wählbare Strategie zur Reaktion auf neue und bedrohende Technologien versteht, sowie den Aspekt, dass quasi „regelmäßiges“ Innovieren im normalen Branchenwettbewerb nicht ausreichend charakterisierend für den Sailing-Ship-Effect ist. Der letzte Punkt stellt durch die Betonung von relevanten und gegebenenfalls neuen Performance-dimensionen darauf ab, dass der Sailing-Ship-Effect spezifisch auf die neue Technologie gezielt sein muss. Ferner müssen *übernormale* Innovationsanstrengungen vorliegen, die nicht alleinig durch zum Beispiel normalen Branchenwettbewerb zu erklären sind.

2.1.1.2 Empirische Ansätze

Bisher fokussiert sich die Untersuchung des Sailing-Ship-Effect insbesondere auf narrative Ansätze, in denen verschiedene technologische Wandel beschrieben worden sind. In der folgenden Übersicht sollen die zentralen Inhalte der existierenden Fallstudien zum technologischen Wandel mit besonderem Fokus auf die innovative Reaktion der alten Technologie dargestellt werden:

²⁰ Vgl. Adner/Snow (2010b), S. 1657.

Technologie	Autoren	Beschreibung
Segelschiffe versus Dampfschiffe	s.o.	s.o.
Geerntetes Eis versus Eis aus Eismaschinen	Utterback (1996)	Mit der Erfindung der Eismaschine entstand massiver Druck auf die Eis-Ernter in den USA. Diese reagierten durch massive Effizienzbemühungen, so dass sich das prinzipiell technologisch inferiore Ernten von Wintereis ggü. der Erstellung mittels Eismaschinen dennoch relativ gesehen lange am Markt hielt.
Gas-Lampe versus Glühlampe	Utterback (1996)	Mit Auftauchen von Edisons Glühlampe entwickelten die Anbieter von Gas-Lampen den sog. „Welsbach Mantle“, der die Effizienz von Gas-Lampen ungefähr um den Faktor Fünf erhöhte. Dadurch konnte die Verdrängung durch elektrische Glühbirnen noch um einige Zeit verzögert werden.
Propeller- versus Jet-Antriebe bei Flugzeugen	Foster (1985); Foster (1986); Grübler (1990), S. 163 ff.	In der zivilen Luftfahrtindustrie nach dem zweiten Weltkrieg (insb. USA und UK) wurde die Jet-Triebwerkstechnologie eingeführt. Gerade die ersten Jet-Flugzeuge hielten am klassischen Design fest und waren daher bei hohen Geschwindigkeiten instabil. Erst die Boeing 707 erreicht durch neues Design hohe Stabilität. Die alte Technologie reagiert zunächst über das Angebot günstiger Maschinen und wick auf Segmente mit hohen Stabilitätsanforderungen (zum Beispiel militärische Transportmaschinen) aus.
Alkali-Industrie	Rothwell/Zegveld (1985), S. 40 ff.; Howells (2002), S. 895 ff.	Das ursprüngliche Verfahren (Leblanc-Prozess) wurde von dem neuen Solvay-Prozess angegriffen. Hierbei zeigt sich, dass sich über die Zeit beide Prozesse weiter entwickelt haben und sich dann in verschiedene Marktsegmente aufgeteilt haben.

Technologie	Autoren	Beschreibung
Elektromechanische versus Elektrische Rechenmaschinen	Majumdar (1982), S. 62 ff.	Elektrische Rechner wurden erstmalig Anfang der 1960er-Jahre eingeführt. Diese Innovation beruhte hauptsächlich auf der Entwicklung von integrierten Schaltkreisen in etwa zur gleichen Zeit. Die Anbieter von etablierten elektromechanischen Rechenmaschinen nahmen die Anbieter der neuen Technologie zunächst auf Grund von Größen- und Kostennachteilen nicht ernst. Weiterhin haben sie dennoch immer neuere und mechanisch aufwendigere Modelle ihrer elektromechanischen Basistechnologie auf den Markt gebracht (S. 88 ff.).
Elektroröhren versus Transistoren	Cooper/Smith (1992), S. 59 ff.; Cooper/Schendel (1976), S. 67 ff.	Die Anbieter der traditionellen Elektroröhrentechnologie versuchten, der Bedrohung durch Transistoren durch ein deutlich verbessertes PreisLeistungsverhältnis am Markt zu begegnen. So wurden die zuverlässigsten und kleinsten Elektroröhren <i>nach</i> Einführung der Transistoren angeboten.
Pferdewagen versus Traktoren (landwirtschaftliche Anwendung)	Möser (2010), S. 25; Geels (2005b)	Pferdewagen konnten sich trotz der Entwicklung von Traktoren in der Landwirtschaft noch geraume Zeit durchsetzen. Insbesondere durch günstigere Herstellungskosten aufgrund der gezielten Einführung der Massenfertigung sowie Nutzung von Luftreifen statt vorheriger Holzbereifung hielten sich die Pferdewagen noch eine Zeit lang.
Dampflokomotiven versus Diesel- und Elektrolokomotiven	Cooper/Schendel (1976); Cooper/Smith (1992), S. 61 ff.	Die Diesel-Elektrotechnologie wurde von Anbietern außerhalb der klassischen Dampflokomotiven-Technologie auf den Markt gebracht (General Electric). Die Anbieter der alten Technologie reagierten insbesondere über eigene Innovationsanstrengungen in der alten Technologie darauf.
Digital- versus Analogkameras	Benner/Tripsas (2012); Benner (2009); Tripsas/Gavetti (2000)	Der erste CCD-Sensor zur digitalen Bildwandlung wurde in den 1960er-Jahren bei Kodak entwickelt. Dieser diffundierte zunächst in sehr speziellen Bereichen (zum Beispiel optische Qualitätskontrolle, Raumfahrt). Für den Consumer-Markt bildeten sich in den 1990er-Jahren Alternativen in der alten Technologie (zum Beispiel APS-Format), die eine Durchsetzung der neuen Technologie noch länger verzögerten.

Technologie	Autoren	Beschreibung
Füllfederhalter versus Kugelschreiber	Cooper/Schendel (1976); Cooper/Smith (1992), S. 63 ff.	Die alte Technologie der Füllfederhalter etablierte sich in der Premiumnische während der Kugelschreiber durch Massenfertigung das Segment der Wegwerf-Artikel erst schuf. Eine konkrete technologieorientierte innovative Reaktion bei den Füllfederhaltern konnten Cooper/Schendel und Cooper/Smith allerdings nicht nachweisen.
Computer-tomographie versus Röntgentechnologie	Cooper/Smith (1992), S. 55 ff.	Mit Auftauchen der jungen Technologie der Computertomographien wurden zahlreiche Kompetenzbereiche der Hersteller der Röntgentechnologie überflüssig bzw. konnten keine Anwendung in der neuen Technologie finden. Durch das Angebot kostengünstiger Röntgengeräte etablierten sich zwei Submärkte für bildgebende Verfahren.
2G- versus 3G-Mobilfunk	Ansari/Garud (2009), S. 389 ff.	Mit Auftauchen der technologischen Neuerungen der UMTS-Technologie (3G) wurde der vormalige Standard 2G durch Paketdatentechnologie noch einmal deutlich beschleunigt. Mit dieser Innovation (EDGE-Technologie) nahm die alte Technologie nach Auftauchen der neuen Technologie noch einmal einen deutlichen Performance-Sprung.
ADSL versus Glasfaser-Technologie	De Liso/Filatrella (2008), S. 594	Die Weiterentwicklung herkömmlicher Telefonleitungen mittels der DSL-Technologie verhin-derte bzw. bremste einen flächendeckenden Neu-Ausbau mit technologisch superioren Glasfaser-Leitungen.

Tabelle 2: *Narrative Ansätze zur Beschreibung der Reaktion der alten Technologie bei verschiedenen technologischen Wettbewerben*

Quelle: Eigene Darstellung

Stellenweise wird in diesen Untersuchungen auch auf einzelne quantitative Datenquellen, wie zum Beispiel Vergleiche von Leistungsindikatoren oder Kostenaufstellungen, zurückgegriffen. Eine systematische quantitative Untersuchung der technologie-wettbewerblichen Gegebenheiten unterbleibt allerdings. Weiterhin differenzieren die oben gezeigten Forschungsbeispiele sehr häufig nicht, ob die Innovation in der alten Technologie als Reaktion (strate-

gisch) intendiert war oder ob es sich um ein „normales“ Innovationsverhalten, welches auch ohne die Wahrnehmung einer neuen Konkurrenztechnologie stattgefunden hätte, handelt.

2.1.1.3 Mikroökonomische Ansätze

Neben den narrativen Ansätzen hat sich ein weiterer Zweig zur Untersuchung des Sailing-Ship-Effect im Rahmen formaler Analysen herausgebildet. Hier sind als aktuelle Beispiele insbesondere die Arbeiten von De Liso und Filatrela zu nennen.²¹ Sie gehen in ihrem ersten mikroökonomisch fundierten Ansatz von einem Monopolisten A mit alter Technologie und einem Entrant B mit neuer Technologie aus.²² Weiterhin gelten technologisch bedingte Obergrenzen für die jeweilige Leistungsfähigkeit der Technologien, wobei die alte Technologie eine geringere maximale Leistungsfähigkeit aufweist als die neue Technologie. Beide Technologien können bis zu diesem Maximum durch Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E) der Unternehmen verbessert werden, wobei diesen Ausgaben ein abnehmender Grenznutzen zugrunde liegt. Die so formulierte dynamische Modellwelt erlaubt die Bestimmung von gewinnoptimalen F&E-Budgets auf Seitens des Anbieters der alten Technologie als Reaktionsstrategie auf die neue Technologie. So ergibt sich der Gewinn des Anbieters der alten Technologie A (analoges gilt für den Entrant B) aus der Formel:

$$\pi_{(t+1)} = (p - c)q_{(t+1)} - R_{(t)}(1 + r)$$

Wobei π den Gewinn des Monopolisten in der Periode $t+1$ beschreibt. Dieser setzt sich zum einen aus den direkten Gewinnen, bestehend aus der Gewinnspanne $(p-c)$ multipliziert mit der abgesetzten Menge q , aus dem Absatz des Produktes sowie den verzinsten Ausgaben für F&E der Vorperiode t ($R_{(t)} \cdot (1+r)$) zusammen. In dem Moment, wo es keinen Wettbewerber mit neuer

21 Vgl. De Liso/Filatrela (2008, 2010, 2011).

22 Vgl. De Liso/Filatrela (2008), S. 596.

Technologie gibt, tätigt das Unternehmen keine F&E-Ausgaben. Somit ist $R_{(t)}=0$ und die abgesetzte Menge q entspricht dem gesamten Marktvolumen Q . Das von De Liso und Filatrella (2008) vorgelegte Modell ist insofern dynamisch, als dass sie explizit einen Zeitverzug von einer Periode bei der Wirkung von Forschung und Entwicklung modellieren. Ferner wird durch die Hinzufügung von Zinsen r die Alternative zu F&E durch Investment in einen anderen Unternehmenszweig oder die Anlage am Kapitalmarkt für das F&E-Budget bedacht. Zur Bestimmung des F&E-Budgets R orientiert sich das Unternehmen der alten Technologie nur am Gewinnmaximierungsprinzip und sucht folglich das gewinnmaximale F&E-Budget R , wobei angenommen wird, dass F&E-Investitionen stets zu Verbesserungen der Performance der Technologie führen. Die Veränderung der Performance durch F&E wird dargestellt durch die Performance-Funktion f_P , die vom aktuellen Performance-Level $P_{(t)}$ sowie den F&E-Investitionen $R_{(t)}$ abhängt. Dieses Verhalten wird dargestellt durch folgende Formel:

$$P_{(t+j)} = P_{(t)} + f_P(P_{(t)}, R_{(t)})$$

So ergibt sich das Performance-Level in der Periode $(t+j)$ durch das vorherige Performance-Niveau in t sowie die F&E-induzierte Verbesserung. Weiterhin gehen die Autoren davon aus, dass der Marktanteil, für den Anbieter der alten Technologie A

$$S_A = \frac{q_A}{Q},$$

des jeweiligen Teilnehmers vom Preis/Performance-Zusammenhang der angebotenen Technologie zum Zeitpunkt t abhängt. Dieser Zusammenhang drückt sich für Anbieter A (analoges gilt für B) in der folgenden Gleichung aus:

$$S_A = f_{S_A}(P_{A(t)}, P_{B(t)})$$

Die oben dargestellten Überlegungen können nun in eine mikroökonomische Gewinnmaximierungsfunktion eingefügt werden. Zur Übersichtlichkeit wurden die Subskripte A und B weggelassen, die folgende Funktion existiert folglich zweimal. Einmal für die Anbieter der alten Technologie A und einmal für die Anbieter der neuen Technologie B:

$$\max_{R(t)} \{\Delta\pi_n(R(t))\} = \max_{R(t)} \left\{ \sum_{j=1}^n \{(1+r)^{n-j} \Delta\pi_{R(t)}[(p-c)q(1+j)]\} - R(1)(1+r)^k \right\}$$

So ergeben sich für die Anbieter A und B die jeweils optimalen F&E-Budgets dort, wo die Grenzgewinne aus diesen F&E-Budgets gleich Null sind:

$$\frac{\partial(\Delta\pi_A)}{\partial R_A} = 0 \text{ und } \frac{\partial(\Delta\pi_B)}{\partial R_B} = 0$$

Dieses Optimierungsverhalten führt in dem Modell dazu, dass durch Innovationsreaktion der alten Technologie auf die neue Technologie ein F&E-Wettbewerb entsteht. Dieser Wettbewerb lässt die alte Technologie zu einem „moving target“²³ werden, so dass die neue Technologie erst später und zu einem insgesamt höheren Leistungsniveau den Markt übernimmt.²⁴

In ihrem Aufsatz aus 2010 nehmen die Autoren prinzipiell einen ähnlichen Modellansatz wie in ihren Vorgängerausführungen aus 2008, weichen allerdings nun von der reinen ökonomischen Profitmaximierungsfunktion als Treiber auf F&E-Budgetentscheidungen in der alten Technologie ab.²⁵ Vielmehr wird der Anbieter der alten Technologie mit einer „rule of thumb“ zur

23 Vgl. Wells/Nieuwenhuis (2012).

24 Vgl. De Liso/Filatrella (2008), S. 606. In der Realität ist es natürlich häufig unklar, ob die neue Technologie in den multiplen Leistungsdimensionen tatsächlich maximal leistungsfähiger als die alte Technologie ist. Wenn dieser Umstand nicht sicher ist, kann auch keine allgemeine Aussage darüber getroffen werden, ob sich die Marktdominanz der neuen Technologie lediglich verschiebt oder potenziell gar nicht stattfindet.

25 Vgl. De Liso/Filatrella (2010).

F&E-Budgetentscheidung ausgestattet.²⁶ Diese strategisch-heuristische Entscheidungsfunktion orientiert sich an der „perceived dangerousness“ der neuen Technologie. Diese wahrgenommene Bedrohung der alten Technologie durch die neue wird entlang der Marktanteile der neuen Technologie operationalisiert. In ihren auf diesem Modellunterschied aufbauenden Simulationen zeigen die Autoren, dass auch mit dieser nicht streng-ökonomischen Funktion zu prinzipiell qualitativ gleichen Ergebnissen in Hinblick auf Verzögerung der Marktdurchsetzung der neuen Technologie zu höheren Leistungsniveaus gekommen werden kann.²⁷

In ihrem letzten Artikel „On delayed technological shifts“ gehen De Liso und Filatrella noch weiter und betrachten eine Vielzahl von Einflussfaktoren auf den technologischen Wettbewerb zwischen alter und neuer Technologie. In ihrer Modellierung gehen die Autoren davon aus, dass sich die Marktanteile der konkurrierenden Technologien aufgrund ihrer „total performance“ ergeben. Diese wiederum beinhaltet zum einen die technisch begründete „technical performance“, die auch schon in den Vorgänger-Artikeln die zentrale Rolle gespielt hat, und zum anderen den Sammeleffekt „memory effect“, der zahlreiche Nebeneffekte (zum Beispiel Komplementärprodukte, staatliche Regulierung, Erfahrungswissen) in sich vereinigt. Während die technische Performance durch die Eigenschaften der Technologien vorgegeben ist (wobei die neue prinzipiell besser als die alte ist, aber beide Akteure durch F&E-Ausgaben die technische Performance stimulieren können), ist der Memory Effect abhängig von der kumulierten Ausbringungsmenge der jeweiligen Technologie. Beim Memory Effect liegt also der Vorteil auf Seiten der alten Technologie, da diese ex definitione zu Beginn einen höheren Verbreitungsgrad hat.²⁸ Das so entwickelte Modell ist in der Lage zu demonstrieren, dass die Verzögerung der Durchsetzung von neuen Technologien auf Basis von *ra-*

26 Vgl. De Liso/Filatrella (2010), S. 125.

27 Vgl. De Liso/Filatrella (2010), S. 138.

28 Vgl. De Liso/Filatrella (2011), S. 566 ff.

tionalem Verhalten beider Akteure zu erklären ist. Ferner wird deutlich gemacht, dass beide Technologien in „intelligenter“ Weise Ressourcen in F&E investieren.

Einen anderen Ausgangspunkt zur mikroökonomischen Modellierung wählen Windrum und Birchenhall (2005). So beziehen sie sich in ihrer Agenten-basierten Simulation explizit auf die Konsumentenentscheidung für die alte oder neue Technologie, um die Frage nach technologischem Wandel in explizit Netzwerkexternalitäten unterliegenden Märkten zu beleuchten.²⁹ Dazu modellieren sie zwei heterogene Sets von Konsumenten und Produzenten (alter wie neuer Technologie), wobei die konkrete Entscheidung konsumentenseitig vom expliziten Nutzen der Konsumententscheidung abhängt. Dieser Nutzen setzt sich aus den konkreten Servicecharakteristika der konkurrierenden Produkte, die u.a. durch Innovationen der Anbieter der alten wie neuen Technologie beeinflusst werden können, aus der Preisposition sowie aus dem Nutzen von existierenden Netzwerkeffekten zusammen. In der ersten Nutzenkategorie (direkter Nutzen aus den Servicecharakteristika) modellieren Windrum und Birchenhall folglich den Sailing-Ship-Effect.³⁰ Durch die Innovation in der alten Technologie kann die Konsumententscheidung über den entstehenden Nutzen folglich beeinflusst werden. Abhängig von Faktoren wie der Innovationsfähigkeit der alten oder neuen Technologieanbieter sowie der Zeit, die beide Anbieter-typen zur Innovation hatten und haben, wird nun die Sukzession der neuen Technologie verzögert oder ganz verhindert.³¹

29 Vgl. Windrum/Birchenhall (2005).

30 Vgl. Windrum/Birchenhall (2005).

31 Vgl. Windrum/Birchenhall (2005), S. 131 ff.

2.1.2 Kritik am Sailing-Ship-Effect

2.1.2.1 Argumentation von Howells

John Howells formulierte als bisher einziger Autor explizite Kritik an den bis dahin existierenden Ansätzen zur Erforschung des Sailing-Ship-Effect. Insbesondere kritisiert Howells, dass bisher ein Großteil der Literatur, die sich zum Sailing-Ship-Effect äußert, rein qualitativer Natur ist. Dabei stehen häufig Technologien aus dem 19. Jahrhundert im Zentrum der auf Fallstudien basierenden Forschung. Diese qualitative Literatur sei laut Howells aber nicht in der Lage, den Kausalschluss zwischen der zusätzlichen Innovationsbemühung in der alten Technologie und dem Auftauchen der neuen Technologie zu ziehen.³²

Vielmehr – so versucht Howells (2002) mit der Re-Analyse von wiederum zwei Fallstudien (Segelschiffe, Alkali-Herstellung) zu zeigen – seien eigentlich andere Faktoren (zum Beispiel der *normale* Wettbewerb zwischen Anbietern der alten Technologie) für die Innovation in der alten Technologie verantwortlich. Zunächst betrachtet Howells den Fall der Segelschiffe und kritisiert insbesondere an der existierenden Literatur die offensichtliche Fehlinterpretation der Schriften von Gilfillan als innovationstheoretischer Natur. Howells stellt fest, dass sich Gilfillan keineswegs das Ziel der Untersuchung von technologischem Wettbewerb gestellt hat, sondern vielmehr eine technik-soziologische Schrift über die Entwicklung des Schiffs im Allgemeinen verfassen wollte.³³ So unterstreicht Howells, dass Gilfillan auch nirgends explizit von der Kausalbeziehung zwischen Bedrohung durch die neue Technologie und Innovation in der alten Technologie spricht. Howells bezieht sich in puncto Ursachen für Innovationen in der alten Technologie darauf, dass diese im Beispiel der Segelschiffe durch staatliche Intervention (Weiterentwicklung des Rotorschiffs) zurückzuführen sei, statt auf einen Effekt zwischen den zwei konkurrierenden

³² Vgl. Howells (2002); Howells (2005), S. 87 ff.

³³ Vgl. Gilfillan (1935).

technologischen Paradigmen.³⁴ Außerdem sei ein Großteil der Innovationen in *beiden* Technologien auf die Verwendung anderer Materialien zurückzuführen und nicht auf segelschiff-spezifische Innovationen.

Howells fasst zusammen, dass es auf Basis der Analyse der namensgebenden Segelschiff-Dampfschiff-Konkurrenz keine kausale Evidenz für das Bestehen eines Sailing-Ship-Effect gebe. Insbesondere fehle so etwas wie ein „innovation frequency chart“ oder „management statements that innovative projects were successfully carried through as a response to steam“³⁵, was mangelnde Evidenz hinsichtlich der Wahrnehmung der Anbieter von Segelschiffen in Bezug auf die Konkurrenztechnologie darstellt.

Zu ähnlichen Schlüssen kommt Howells bei seiner Analyse der Konkurrenz zwischen unterschiedlichen Produktionsprozessen für Alkali. Auch hier versucht Howells zu zeigen, dass ein durch andere Autoren postulierter vermeintlicher Sailing-Ship-Effect besser durch andere Effekte zu erklären sei. So zeigt Howells, dass es zu komplexeren Austauschbeziehungen zwischen den Anbietern der alten und neuen Technologie gekommen ist.³⁶

Zusammenfassend zieht Howells den Schluss, dass die bisherigen Untersuchungen zum Sailing-Ship-Effect sowohl methodisch unzureichend waren als auch insgesamt keine Kausalbeziehung zwischen der Entwicklung der neuen und der alten Technologie aufzeigen konnten. Howells sieht zwei Gründe für die (Miss-)Interpretation des technologischen Wettbewerbs: Zum einen argumentiert er, dass die Innovation in der alten Technologie nicht durch die neue induziert worden sei, sondern lediglich eine *kontinuierliche* Weiterentwicklung in der alten Technologie sei, die auch ohne das Auftauchen der neuen Techno-

34 Vgl. Howells (2002), S. 892.

35 Vgl. Howells (2002), S. 894.

36 Vgl. Howells (2002), S. 902.

logie hätte stattfinden können.³⁷ Zum anderen argumentiert Howells, dass bei der Analyse der Substitution von Technologien häufig eine differenzierte Betrachtung von Substitutionsmustern über verschiedene Marktsegmente eine bessere Erklärung hätte liefern können als ein Sailing-Ship-Effect.³⁸

2.1.2.2 Kritik an der Kritik

Durch seine rein qualitative Re-Analyse der zwei Fälle ist Howells allerdings prinzipiell die gleiche Kritik entgegen zu halten, wie er sie selbst postuliert. Zwar erweitert Howells die teilweise einseitigen und kurzen Argumentationsmuster der narrativen Ansätze, allerdings löst er selbst das Problem des notwendigen Kausalschlusses nicht. Ferner geht Howells stets von ökonomisch irrationalen Verhalten aus, wenn Unternehmen der alten Technologie im Angesicht einer neuen Technologie bei ihrer alten bleiben.³⁹ So behauptet Howells, dass das Verhalten einiger weniger Unternehmen, bei ihrer alten Technologie zu bleiben, schlicht irrational sei. Diese Irrationalitätsbehauptung erscheint aber gerade im Lichte der noch zu erläuternden Pfadabhängigkeitstheorie wenig fundiert. Es kann gezeigt werden, dass das Verhalten – zumindest en gros – vielmehr individuell im Zeitpunkt der Entscheidung rational sein kann. Howells unterliegt in seinen Argumentationen vielmehr einer Art „hindsight bias“. So erscheint es aus heutiger Perspektive – mit dem Wissen, welche Technologie sich durchgesetzt hat – vermeintlich einfach zu sagen, welche Entscheidung bezüglich der Technologiewahl die richtige gewesen wäre. Eigentlich muss aber vielmehr aus dem Zeitpunkt der Entscheidung heraus argumentiert werden, sowohl wenn eine Einschätzung hinsichtlich der gewählten Strategien und deren Effektivität gemacht werden soll, als auch wenn normative strategische Empfehlungen für Unternehmen abgeleitet werden sollen. In den betrachteten Fällen muss also aus der konkreten Entschei-

37 Vgl. Howells (2002), S. 903.

38 Vgl. Howells (2002), S. 903.

39 Vgl. Howells (2005), S. 88 ff.

derungssituation des 19. Jahrhunderts heraus, wo es schlicht unklar für die Beteiligten war zu wissen, welche Technologie sich schlussendlich durchsetzt, analysiert werden.

Im Folgenden soll daher – auch explizit auf die Kritik von Howells reagierend – eine konkrete Forschungsagenda abgeleitet werden, die in der Lage ist, den aufgezeigten empirischen Mankos der bisherigen Forschung zum Sailing-Ship-Effect zu begegnen. Einige der hier vorgestellten Ansätze stehen dann im Zentrum des vorliegenden Werks.

2.2 Ableitung von Untersuchungsansätzen zur Existenz des Sailing-Ship-Effect

Untersuchungen, die sich dem Phänomen des Sailing-Ship-Effect annehmen, müssen den Limitationen der bisher existierenden Forschung begegnen. Die primäre Limitation der existierenden Forschung lässt sich darauf verdichten, dass empirisch stellenweise mangelhaft gearbeitet wurde und so keine Kausalbeziehung abgeleitet werden konnte. Darum soll ein konkreter technologischer Paradigmenwechsel analysiert werden, um die Hypothese des Sailing-Ship-Effect zu überprüfen. Das Phänomen des Sailing-Ship-Effect kann auf verschiedenen Ebenen im technologischen Durchsetzungsprozess vermutet werden. So kann ein Wettbewerb schon in der F&E-Phase stattfinden oder faktisch mit konkreten Produkten auf den Märkten. Um die zentrale zur Prüfung stehende Aussage der Innovationswirkung des Auftauchens neuer Technologie auf die alte Technologie zu untersuchen, erscheint es folglich notwendig, mehrere Forschungsansätze zu kombinieren. Zunächst ist es denkbar, die konkreten Forschungs- und Entwicklungsentscheidungen in Unternehmen zu untersuchen. Hierzu könnten die tatsächlichen F&E-Budgets auf Projektebene über Zeit analysiert werden. Die faktische Mittelzuweisung im unternehmeri-

schen Budgetierungsprozess zeigt dann eindeutige Richtungsentscheidungen und Gewichtungen zwischen konkurrierenden Technologien.

Als ein weiterer Proxy für den Sailing-Ship-Effect lassen sich insbesondere Patentanalysen heranziehen. Für eine Untersuchung, inwiefern der Sailing-Ship-Effect tatsächlich Wirkung auf Produkte im Markt hat, erscheint eine Analyse der konkreten Produktinnovationen im Automobilmarkt zielführend. Als dritter Ansatz sollte weiterhin untersucht werden, inwiefern die wahrgenommene Bedrohung durch die neue Technologie tatsächlich Einfluss auf konkrete Innovationsentscheidungen in den Unternehmen der Automobilbranche hat. Zentral verantwortlich für die Entscheidungen bezüglich der Innovationsrichtung sind vermutlich die leitenden Ingenieure in den Unternehmen. Daher bietet sich für diese Mikro-Perspektive u.a. eine Untersuchung der Ingenieureinstellungen an. Diese drei Ansätze orientieren sich von der Datengrundlage her prinzipiell an der für technologieorientierte Untersuchungen von Martino entwickelten Typologie von Datenquelle nach Stufe im Forschungs- und Entwicklungsprozess.⁴⁰ Im Folgenden sollen die genannten Ansätze detaillierter vorgestellt werden.

2.2.1 Analyse von Forschungs- und Entwicklungsportfolios

Ein möglicher Ansatz zur Analyse des Sailing-Sailing-Ship-Effect ist die Betrachtung von F&E-Budgetentscheidungen. So könnten die konkreten F&E-Budgets auf faktischer Projektebene über einen Zeitraum dahingehend untersucht werden, zu welcher konkurrierenden Technologie das budgetierte F&E-Projekt Beitrag leistet. Wenn diese Budgetentscheidungen für die neue oder für die alte Technologie nun über mehrere relevante Unternehmen innerhalb des betrachteten Technologiefeldes zur Verfügung stünden, könnte untersucht werden, inwiefern Investitionen in die neue Technologie einen Einfluss auf Investitionen in die alte Technologie haben.

⁴⁰ Vgl. Martino (2003).

Die F&E-Budgets können, wie oben gezeigt, als Proxy für die Profiterwartung der Unternehmensleitung verstanden werden. Die Unternehmen werden *ceteris paribus* mehr in ein Projekt investieren, welches sie für lohnenswerter halten. Dieses Investment reflektiert somit also die erwarteten (Markt-)Chancen der jeweilig betrachteten Projekte. Ein möglicher Effekt zwischen der Budgetzuweisung in der neuen Technologie und der Budgetzuweisung für die alte Technologie könnte ein starker Hinweis auf die Existenz des Sailing-Ship-Effect sein. Mit einem solchen Untersuchungsansatz könnte direkt korrespondierend auf die modellierten Ausführungen von De Liso und Filatrella Bezug genommen werden.

2.2.2 Zeitreihenorientierte Patentuntersuchungen

Ein zentrales Manko der existierenden Forschung ist, dass es bisher keine kausalanalytischen Überprüfungen des Sailing-Ship-Effect gibt. Dieses liegt vermutlich insbesondere daran, dass sich zahlreiche Autoren auf die Beschreibung von hypothetischer Ineffizienz durch die Anstrengung in einer „inferioren“ Technologie beschränken.

Im Rahmen einer umfassenden Patentuntersuchung zeitreihenanalytischen Charakters könnte dieser bisher offen gebliebenen Frage begegnet werden. So müssten zunächst solche Patente aus den relevanten Datenbanken identifiziert werden, die die technologischen Trajektorien der alten und neuen Technologie umfassend repräsentieren. Insbesondere auf die verwendete Suchstrategie zur Identifikation muss daher besonderer Wert gelegt werden, um statistisches Rauschen durch Patente, die zwar im Set enthalten sind, aber nichts mit den eigentlichen zur Untersuchung stehenden Technologien zu tun haben, möglichst zu reduzieren. Für diese Suche bieten sich grundsätzlich zwei Ansatzpunkte an: Zum einen kann stichwortbasiert (zum Beispiel der Begriff „Electric Vehicle“ im Patent-Abstract) gesucht werden, zum anderen kann entlang der Klassifikationsschemata der jeweiligen Patentbehörde bzw. entlang

internationaler Klassifikationsschemata gesucht werden (zum Beispiel IPC – International Patent Classification). Für die Identifikation der relevanten Technologieströme ist zusätzlich noch eine Festlegung des Untersuchungszeitraumes notwendig. Gerade für die Untersuchung im Automobilsektor gibt es verschiedene denkbare Startpunkte. So sind zum Beispiel während der Öl-Krisen in den 1970er-Jahren zahlreiche erste Schriften zur Thematik erschienen und es wurden darauffolgend erste staatlich geförderte Feldversuche initiiert (zum Beispiel Mitte der 1980er-Jahre in Berlin)⁴¹. Für den hier betrachteten Wettbewerb erscheint allerdings ein späterer Zeitpunkt relevant, da erst ab Anfang der 1990er-Jahre umfassendere Bemühungen durch Unternehmen der Automobilbranche stattgefunden haben. Ferner hat sich eine Vielzahl von Autoren, die sich prinzipiell mit neuen Technologien in der Automobilbranche auseinandergesetzt hat, für den Zeitraum ab 1990 entschieden.⁴² Durch einen analogen Startpunkt werden Quervergleiche zu diesen Studien ermöglicht.

Nach der Identifikation der relevanten Patentdaten muss ein zu prüfendes zeitreihenanalytisches Modell⁴³ aufgestellt werden. Dieses sollte in der Lage sein zu prüfen, ob es einen messbaren Einfluss der neuen Technologie auf den Entwicklungspfad der alten Technologie gibt. Es gibt neben dem zur Prüfung stehenden Einfluss der neuen Technologie vermutlich noch zahlreiche weitere Einflüsse auf den Entwicklungsverlauf der alten Technologie, die analytisch in das Modell mit einbezogen werden müssen, um die Erklärungsgüte zu erhöhen und den Sailing-Ship-Effect zu identifizieren. Eine denkbare Möglichkeit, um eine Vielzahl von generellen Einflüssen auf die Innovationsrate herauszufiltern, ist die Bereinigung um „natürliche“ Entwicklungsläufe in der Automobilindustrie. Eine weitere Möglichkeit wäre eine solche Bereinigung auf

41 Vgl. Bundesminister für Forschung und Technologie (1985).

42 Vgl. Collantes/Sperling (2008), S. 1308; Sperling (1995), S. 38; Oltra/Saint Jean (2009), S. 201; van den Hoed (2007), S. 1016; Bakker (2011), S. 125; Frenken/Hekkert/Godfroij (2004), S. 486; Pilkington/Dyerson (2006), S. 82.

43 Vgl. Rinne/Specht (2002); Schlittgen/Streitberg (2001).

Basis der zeitlichen Entwicklung von relativen F&E-Umsatz-Anteilen in der Automobilbranche, zum Beispiel auf Basis von OECD-Statistiken mit Branchenfokus auf die verarbeitende Automobilindustrie.⁴⁴ So würden auch die von Howells angesprochenen Innovationen durch normalen Innerbranchen-Wettbewerb ausgefiltert.

2.2.3 Qualitativer Media-Research

Einem jeden Patent ist prinzipiell eine gewerbliche Nutzungsmöglichkeit inhärent. So ist diese Nutzungsmöglichkeit zum einen in den meisten Rechtskreisen Voraussetzung für eine Erfindung, um überhaupt zum Patent zugelassen zu werden und weiterhin würden die Patentanmelder im Großteil der Fälle wohl nicht den Verfahrensaufwand zur Anmeldung auf sich nehmen, wenn sie nicht auch prinzipiell gewerbliche Ziele damit verbinden würden. Demgegenüber steht aber die Möglichkeit, dass das Wissen von Patenten nicht wirklich zwingend auch zur wirtschaftlichen Anwendung kommen muss. So werden Patente zwar in der Erwartung der gewerblichen Nutzung angemeldet, ob diese dann aber faktisch im Nachhinein auf konkreten Märkten gegeben ist, bleibt zunächst offen. Daher zielt der hier vorgestellte Analyseansatz auf eine Betrachtung von faktischen Marktgegebenheiten im relevanten Zeitraum ab.

Daher sollen zunächst die relevanten Innovationen in den technischen Trajektorien auf Basis einer Analyse der relevanten Berichterstattung in Branchenmedien von 1990 bis heute analysiert werden. Um dabei zufällige und subjektive Einflüsse möglichst zu vermeiden, wird auf das Instrument einer modifizierten Inhaltsanalyse in Form einer Frequenzanalyse zurückgegriffen.⁴⁵ Zur Identifikation der relevanten Aspekte muss zunächst ein umfassendes Kategoriensystem entwickelt werden, das eine systematische Aufbereitung von Innovationen in der einen oder anderen Technologie zulässt. Neben den techni-

⁴⁴ OECD (2012)

⁴⁵ Vgl. Krippendorff (2004); Mayring (2010).

schen Aspekten sollen noch weitere Variablen erhoben werden, um tieferen Einblick in das Phänomen zu erlangen. So könnte beispielsweise der konkrete Status der Innovation (zum Beispiel Designidee, Prototyp, Pilotversuch, marktreifes Produkt etc.), über die berichtet wird, erhoben werden. Folglich ist es aus theoretischer wie praktischer Perspektive vermutlich erheblich, ob es zum Sailing-Ship-Effect durch marktreife Alternativtechnologien kommt oder potenziell auch schon Konzeptstudien oder Prototypen ausreichen, um einen Innovationseffekt bei der alten Technologie zu stimulieren.

Auf Basis dieser Analysen können dann zunächst deskriptive Auswertungen der Entwicklung der Technologien auf Marktbasis vorgenommen werden. Welche Anbieter agieren in welchen technologischen Feldern? Aus welchen Ländern kommen Innovationen der neuen und der alten Technologie?

2.2.4 Forschungs- und entwicklungsorientierte Ansätze

Neben diesen zwei eher an dem konkreten Phänomen orientierten Ansätzen kann in einem dritten Ansatz noch die Frage nach der Entscheidungsstruktur hinsichtlich des Sailing-Ship-Effect gefragt werden. So basiert der Sailing-Ship-Effect schlussendlich auf der Vielzahl von konkreten Entscheidungen in den Entwicklungsabteilungen der beteiligten Branchenspieler. Folglich fokussiert sich dieser hier vorgestellte Untersuchungsansatz auf Entscheidungsmuster von Entwicklungsverantwortlichen bei Unternehmen der Automobil- und Automobilzuliefererindustrie. Es erscheint aufgrund der Innovationsstruktur im Automobilsektor unerlässlich, auch die Zuliefererindustrie mit einzubeziehen, da hier Unternehmen wie Bosch, Magna oder ZF Friedrichshafen seit mehreren Jahrzehnten vom reinen Zulieferer zum Systemhersteller mit eigener Innovationsfunktion in den liefernden Komponenten gewachsen sind.

So sollte im Rahmen einer umfassenderen Umfrage unter möglichst vielen F&E-Verantwortlichen das Phänomen größtenteils geprüft werden. In dieser

Untersuchung könnten beispielsweise Relationen zwischen der Wahrnehmung der Entwicklung der neuen Technologien und konkreten Entwicklungsfokusse in der alten Technologie untersucht werden. Weiterhin erlaubt eine solche umfragenbasierte Untersuchung – anders als die zeitreihenanalytischen Verfahren oben – die Inklusion von mannigfaltigen weiteren Faktoren mit möglichem Einfluss auf die Innovationsstruktur in den betrachteten Technologien. Dadurch kann das Bild bezüglich des Sailing-Ship-Effect deutlich abgerundet und differenziert werden.

2.2.5 Weitere Qualitative Ansätze

Abschließend erscheint es aus forschungskonzeptioneller Perspektive noch notwendig, den Sailing-Ship-Effect in qualitativen Untersuchungen zu validieren und zu differenzieren. So müsste insbesondere im Rahmen von Interviews mit den Verantwortlichen der beteiligten Unternehmen eruiert werden, inwiefern das Sailing-Ship-Verhalten eine dezidierte Strategie ist oder ob es sich dabei lediglich um ein emergentes, unbewusstes Verhalten handelt. Ferner erscheint es notwendig, über qualitative Ansätze zu differenzieren, inwiefern das beobachtete Verhalten möglicherweise auf übergreifende Rahmenbedingungen wie eine größere öffentliche Ausrichtung nach dem Nachhaltigkeitsgedanken oder entsprechenden Regulierungen zurückzuführen ist.

Zu einem umfassenden qualitativen Ansatz in der Sailing-Ship-Effect-Forschung müssten demnach dezidierte Interviews mit Verantwortlichen für Forschung und Entwicklung sowie grundsätzliche Unternehmensstrategie bei mehreren relevanten Automobilherstellern sowie Unternehmen der Zuliefererindustrie geführt werden.

2.3 Die Theorie der Pfadabhängigkeit als Ursache für den Sailing-Ship-Effect

Die oben aufgezeigten empirischen Ansätze nehmen sich konkret den Mankos der bisherigen Erforschung des Sailing-Ship-Effect an. Im Folgenden soll mit den Mitteln der etablierten Theorie der Pfadabhängigkeit aufgezeigt werden, *warum* es rational für die betrachteten Akteure sein kann, eine Strategie gemäß des Sailing-Ship-Effect zu verfolgen. Insbesondere die Frage nach der Ausprägtheit von vorliegenden Pfaden in der betrachteten alten Technologie dürfte über das Ausmaß der Sailing-Ship-Strategie entscheiden. So werden hier allgemein die Ursachen und möglichen Folgen von Pfadabhängigkeiten dargestellt. Im Extremfall können starke Pfade gar zu einem gänzlichen Scheitern einer neuen, prinzipiell besseren Technologie führen. Eine ausführliche Analyse des technologischen Wettbewerbs in der Hochgeschwindigkeitszug-Technologie zwischen der Magnetschwebebahn Transrapid und dem konventionellen Intercity Express findet sich in Schewe/Liesenkötter/Weber.⁴⁶ So zeigen die Autoren, dass insbesondere das Vorliegen massiver Skalen- und Netzwerkeffekte in der alten Technologie die Durchsetzung der neuen Technologie zunächst erschwert und schlussendlich gänzlich verhindert haben. Im Folgenden werden zunächst Ursachenkategorien von Pfadabhängigkeit vorgestellt und darauf aufbauend Aussagen zu verschiedenen möglichen Folgen der Pfadabhängigkeit zu verschiedenen Zeitpunkten in pfadabhängigen Prozessen gemacht. Diese analytische Trennung von Ursachen und Folgen folgt dem vorgeschlagenen Vorgehen von Vergne und Durand (2010).

2.3.1 Ursachen von Pfadabhängigkeit

Das Phänomen der Pfadabhängigkeit wird seit Anfang der 1980er-Jahre in der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit dem technologischen Wandel

⁴⁶ Vgl. Schewe/Liesenkötter/Weber (2013).

diskutiert.⁴⁷ Als Ausgangspunkt für den wissenschaftlichen Diskurs um die Pfadabhängigkeit können die Arbeiten von Paul A. David und von Brian W. Arthur gelten.⁴⁸ In seinen – noch heute stets referierten – Arbeiten zum Tastaturdesign QWERTY bzw. QWERTZ brachte der Wirtschaftshistoriker David erstmalig die Argumente der Pfadabhängigkeitstheorie in den wissenschaftlichen Diskurs und kritisierte damit die rigiden Annahmen neoklassischer, mikroökonomischer Modelle.

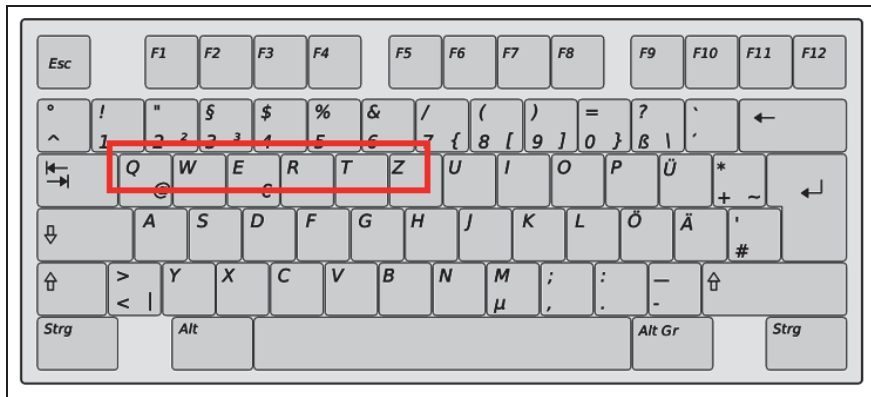


Abbildung 3: Tastaturdesign „QWERTZ“ (abgebildet ist eine deutsche Tastatur)

Quelle: <http://www.itwissen.info/bilder/qwertz-tastaturbelegung.png>

Hier sind zum Beispiel vollständige Rationalität und Informiertheit der beteiligten Akteure, die in der neoklassischen Modellwelt quasi „automatisch“ zu (gesamtgesellschaftlich) optimalen Gleichgewichten führen müssten, zu nennen.⁴⁹

Sydow, Schreyögg und Koch schlagen einen Prozess in drei Phasen zur Beschreibung des Phänomens der Pfadabhängigkeit vor. So steht zu Anfang ein

⁴⁷ Vgl. Arrow (2000), S. 176.

⁴⁸ Vgl. David (1993); David (1985); David (1975), S. 24 ff.; sowie Arthur (1989); Arthur (1994).

⁴⁹ Vgl. Schreyögg/Sydow/Koch (2003), S. 260 ff.; Sydow/Schreyögg/Koch (2009), S. 690 f.; Schäcke (2006), S. 26 ff.

umfangreicher Raum mit (technologischen) Optionen. In diesem Zustand der Kontingenz sind zahlreiche verschiedene Möglichkeiten für die Lösung eines Problems mittels Technologie denkbar⁵⁰ und es ist nicht klar, welche Option sich davon durchsetzt (Phase I). In diesem prozessualen Modell kommt es nun zu einem mehr oder weniger zufälligen „Small Event“, der eine technologische Option in Vorteil zu den anderen setzt.⁵¹ Ab dieser critical junction bildet sich nun über sich selbst verstärkende Mechanismen eine sich zusehends stabilisierende Entwicklungsrichtung (Phase II) heraus und aus dem Zustand der ursprünglich großen Flexibilität (Kontingenz) wird zunehmend ein deterministischer Zustand, an dem nur eine Entwicklungsrichtung verfolgt werden kann. Ab einem bestimmten Zeitpunkt (Lock-In) ist diese Stasis so groß, dass es keine weiteren Optionen mehr gibt, außer diejenigen in der zuvor gewählten Richtung (Phase III).

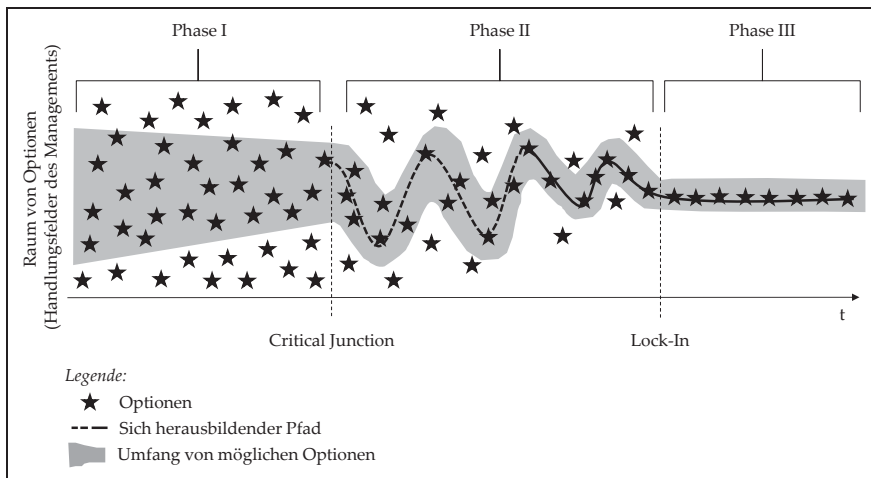


Abbildung 4: *Typischer Verlauf von pfadabhängigen Prozessen*

Quelle: Sydow/Schreyögg/Koch (2009), S. 692.

⁵⁰ Vgl. Vergne/Durand (2010), S. 741 f.

⁵¹ Vgl. Sydow/Schreyögg/Koch (2009).

Die zentrale Aussage der Pfadabhängigkeitstheorie ist, dass durch *statische* und *dynamische Skaleneffekte*, *direkte Netzwerkexternalitäten*, *Komplementaritäten* in den betrachteten Märkten sowie die *Eigendynamik kollektiver Lernprozesse* ein Prozess von positiven Rückkopplungen etabliert werden kann, der wiederum suboptimale Ergebnisse auf Märkten entstehen lassen kann.⁵² Dabei beschreiben Skaleneffekte den Umstand, dass mit steigender Outputmenge der Grenzertrag steigt.⁵³ Ursächlich hierfür sind zum einen Größenvorteile und damit einhergehende Fixkostendegressionseffekte (statische Skaleneffekte) sowie produzentenseitige Erfahrungskurveneffekte, die sich auf die kumulierte Produktionsmenge beziehen (dynamische Skaleneffekte). Das Phänomen der direkten Netzwerkexternalitäten beschreibt den Zusammenhang, dass die individuellen Kosten der Nutzung eines Gutes mit steigender Nutzungsfrequenz aufgrund von physischen oder technologischen Umständen insgesamt sinken.⁵⁴ So bringt jeder weitere Nutzer eines solchen Netzgutes für sich und alle anderen Nutzer einen Nutzengewinn. Zentrales Beispiel für solche Effekte sind Netzinfrastrukturen wie Telefonnetze, Bahnnetze oder Stromnetze. Jeder weitere Nutzer eines Telefonnetzes zum Beispiel bringt allen anderen Nutzern einen Nutzenzugewinn, weil er die Reichweite des Netzes vergrößert. Eine ähnliche Logik unterliegt auch sozialen Netzwerken im Internet. Mit jedem weiteren Nutzer stiftet das Netzwerk größeren Nutzen, weil mehr Nutzer potenziell erreichbar sind. Unter dem Aspekt der Komplementaritäten lässt sich fassen, dass mit steigender Nutzerzahl des betrachteten Gutes Komplementärprodukte und -dienstleistungen deutlich besser verfügbar werden und somit die Attraktivität des so entstehenden Güterbündels insgesamt deutlich größer werden.⁵⁵ Als abschließende Ursache für die Pfadabhängigkeiten begründenden positiven Rückkopplungseffekte lassen sich konsumentenseitige

52 Vgl. Ackermann (2001), S. 58 ff.

53 Vgl. Arrow (2000), S. 172 f.; Cowan (1990), S. 543.

54 Vgl. Katz/Shapiro (1985), S. 424; Witt (1997), S. 755.

55 Vgl. Katz/Shapiro (1985), S. 424; Farrell/Saloner (1985), S. 71 ff.; Dhebar (1995); Rosenberg (1972a), S. 22 ff.

Eigendynamiken von Lernprozessen feststellen. So gewöhnen sich Nutzer an eine bestimmte unterscheidbare Produktklasse und bilden hierfür auch mit der Zeit spezifisches Know-how aus.⁵⁶ Wird nun ein Wechsel zu einer anderen Technologie vollzogen, entwertet sich dieses Anwendungswissen zu einem großen Teil. Nach der Theorie der Pfadabhängigkeit führen diese Ursachen zu sich selbstverstärkenden positiven Rückkopplungseffekten⁵⁷, die Anreiz bieten, einen einmal eingeschlagenen (technologischen) Pfad weiter zu beschreiten – auch dann noch, wenn es aus technologischer Sicht schon potenziell leistungsfähigere Alternativen außerhalb des betrachteten Pfades gibt.

Aus modelltheoretischer Sicht kann Pfadabhängigkeit folgendermaßen bei der Frage nach technologischem Wettbewerb aufgezeigt werden⁵⁸: Betrachtet werden zwei konkurrierende Technologien, *A* und *B*. Es gibt zwei Arten von potenziellen Anwendern, *R* und *S*. Die Anwender betreten den Markt sukzessive und wählen die von ihnen jeweils präferierte Technologie. Beide Arten von Anwendern sind gleich häufig vertreten und die Reihenfolge, in der sie den Markt betreten, ist ex ante unbekannt und daher als zufällig anzusehen. Es handelt sich somit um eine binäre Abfolge von *R*- und *S*-Anwendern mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 Prozent, dass ein *R*- bzw. *S*-Anwender an *n*-ter Stelle der Reihenfolge auftritt. Die Anwender wählen die Technologie, die ihnen zum jeweiligen Eintrittszeitpunkt den höheren Netto-Nutzen stiftet. Es wird angenommen, dass der Netto-Nutzen zum Teil von der Anzahl der vorangegangenen Adoptionen der jeweiligen Technologie, n_A bzw. n_B , abhängt. Tabelle 3 zeigt die Netto-Nutzen-Funktionen der Anwender.

56 Vgl. Antonelli (1997), S. 650; Arrow (1962), S. 157 ff.; Malerba (1992), S. 848; Rosenberg (1972a), S. 15 ff.

57 Vgl. Daim et al. (2006), S. 984.

58 Die folgenden Aussagen beziehen sich auf Schewe/Liesenkötter/Altfeld (2013).

	Technologie A	Technologie B
R-Anwender	$a_R + r n_A$	$b_R + r n_B$
S-Anwender	$a_S + s n_A$	$b_S + s n_B$

Tabelle 3: *Netto-Nutzen-Funktionen der Anwender*

Quelle: In Anlehnung an Arthur (1989), S. 118.

R-Anwender haben eine „natürliche“ Präferenz für Technologie A, S-Anwender für B. Dementsprechend gilt $a_R > b_R$ und $a_S < b_S$. Es werden im Folgenden drei unterschiedliche Fälle betrachtet, und zwar ob eine Technologie mit zunehmender Verbreitung für die Anwender einen zunehmenden, abnehmenden oder konstanten Nutzen hat. Diese Eigenschaften haben einen entscheidenden Einfluss auf den Adoptionsprozess. In den Funktionen wird dies modelliert durch die Parameter r und s . Diese sind gleichzeitig Null bei konstantem Nutzen, gleichzeitig negativ bei abnehmendem Nutzen oder gleichzeitig positiv bei zunehmendem Nutzen.

Im Fall von konstantem Nutzen wählen die Anwender stets die von ihnen präferierte Technologie, das heißt R-Anwender Technologie A und S-Anwender Technologie B. Die aus vorausgegangenen Adoptionen resultierenden Marktanteile haben hier keinen Einfluss. Da R- bzw. S-Anwender in dem Modell gleich häufig vertreten sind, ergibt sich auf lange Sicht eine hälftige Marktaufteilung und die zufällige Markteintrittsreihenfolge spielt keine Rolle.

Im zweiten Fall, unter der Annahme zunehmenden Nutzens bei steigender Verbreitung, ergeben sich andere Dynamiken. R-Anwender werden, trotz ihrer natürlichen Präferenz für Technologie A, Technologie B wählen, wenn diese im bisherigen Verlauf zufällig eine so starke Verbreitung gefunden hat, dass ihr Nutzen denjenigen von A übersteigt. In diesem Fall gilt $r(n_B - n_A) > a_R - b_R$. Umgekehrt gilt das Gleiche für S-Anwender. Formal ausgedrückt wird ein R-Anwender von A zu B wechseln, wenn die Differenz zwischen der Anwenderzahl von B und der Anwenderzahl von A folgende Grenze d_B überschreitet:

$$d_B = n_B - n_A = \frac{a_R - b_R}{r}$$

Umgekehrt lautet die Grenze für S-Anwender:

$$d_A = n_A - n_B = \frac{b_S - a_S}{s}$$

Die folgende Abbildung illustriert den Adoptionsprozess bei zunehmendem Nutzen. Zu Anfang ist die Verbreitung der Technologien zufällig, beide Arten von Anwendern wählen die von ihnen „natürlicherweise“ präferierte Alternative. Wird jedoch eine der in den obigen Gleichungen und definierten Grenzen überschritten, wählen im Folgenden sämtliche Anwender die gleiche Technologie. Die entsprechende Technologie baut ihren Vorsprung immer weiter aus und der Markt ist eingeschlossen (locked-in). Der Adoptionsprozess unterliegt also zwei *absorbierenden* Grenzen, nach deren Überschreitung der ursprünglich zufällig verlaufende Prozess in eine Lock-in-Situation gerät und deterministisch weiterläuft.

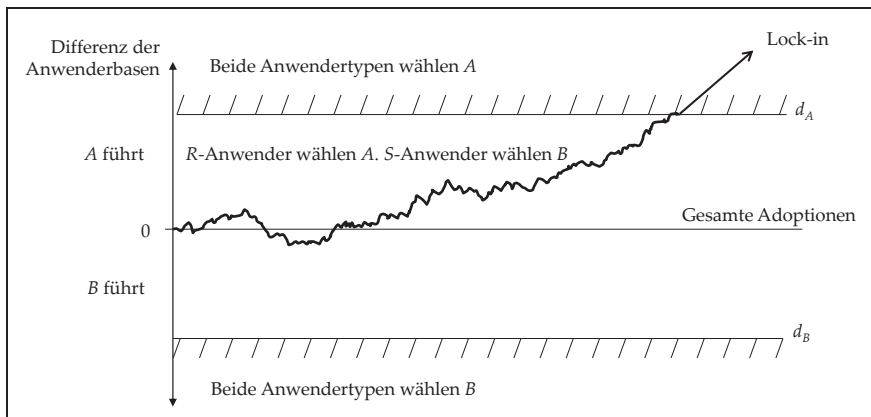


Abbildung 5: Wettbewerb bei zunehmendem Netto-Nutzen

Quelle: In Anlehnung an Arthur (1989), S. 120.

Im dritten Fall, unter der Annahme von abnehmendem Nutzen bei steigender Verbreitung, sind die Grenzen *reflektierend*: Anwender wechseln von ihrer prä-

fertigten Technologie zur Alternative, wenn Erstere zu stark im Markt vertreten ist. Dadurch bewegt sich der Adoptionsprozess immer wieder weg von den Barrieren zur Mitte hin. Auf lange Sicht endet der Prozess, wie im Fall von konstantem Netto-Nutzen, in einer hälftigen Marktaufteilung.⁵⁹

2.3.2 Wirkungen von Pfadabhängigkeit

Der oben beschriebene Prozess der positiven Rückkopplungen kann zu verschiedenen Folgen von Pfadabhängigkeit führen. So sind eine hohe Unvorhersehbarkeit insbesondere zu Beginn des Prozesses der technischen Entwicklung, eine zunehmende Inflexibilität im weiteren Verlauf und sowie potenzielle Ineffizienzen im Vergleich zu anderen Technologien gegen Ende des Prozesses identifizierbar.⁶⁰

Das Element der Unvorhersehbarkeit in pfadabhängigen Entwicklungsprozessen ist naturgemäß zu deren zeitlichen Beginn zu verorten. Dies zeigt eingängig das bekannte Urnenbeispiel von Arthur. Hierbei sind zu Beginn des Gedankenspiels je eine rote und eine weiße Kugel in einer Urne. Die Wahrscheinlichkeit, dass die eine oder andere Farbe gezogen wird, ist gleich hoch: Es ist also schon in diesem einfachen Beispiel zu dem Zeitpunkt unmöglich vorherzusagen, welche Farbe gezogen wird.⁶¹ Diese Unvorhersehbarkeit ist vielen pfadabhängigen technologischen Entwicklungen inhärent. So war beispielsweise die Frage, welche von zahlreichen denkbaren technologischen Alternativen zur Elektrizitätserzeugung mittels Kernkraft sich durchsetzen würde, in den 1950er-Jahren weitestgehend offen und wurde schlussendlich durch eine Entscheidung der US-Marine zum Einsatz von Leichtwasserreaktoren auf US-Kampfschiffen vorentschieden. Dieser Reaktortyp hat sich weltweit in den darauffolgenden Jahrzehnten gerade auch in der zivilen landgestützten Stromer-

⁵⁹ Vgl. Meyer (2012), S. 14.

⁶⁰ Vgl. Sydow/Schreyögg/Koch (2009); David (1985), S. 337; Ackermann (2001), S. 19; Bach (2008), S. 55 ff.

⁶¹ Vgl. Arthur (1989).

zeugung durchgesetzt.⁶² Diese Durchsetzung wird insbesondere über das Konstrukt der positiven Feedbacks begründet. Somit bilden diese Feedbacks die Verbindung zwischen der anfänglichen Offenheit (Non-Ergodizität) von pfadabhängigen Prozessen und dem späteren Determinismus, der sich meist in sog. Hyperstabilität ausdrückt.⁶³

Diese Verfestigung im Laufe der Zeit führt zur nächsten, zeitlich im Prozess deutlich später liegenden Wirkung der Inflexibilität. So setzt sich mit zunehmend verstärkenden positiven Feedbacks eine Technologie durch. Je weiter nun im Prozess der Technologiedurchsetzung vorangeschritten wird, umso unwahrscheinlicher wird die Emergenz einer Alternative. Nach einem bestimmten Zeitpunkt (lock-in) sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass ohne das Zutun eines äußeren Einflusses (exogener Schock) die Technologie noch einmal wechselt, theoretisch nahe Null.

Die dritte Wirkungsdimension der „potenziellen Ineffizienz“ bezieht sich darauf, dass die sich durchsetzende Technologie nicht zwingend die „beste“ zum Betrachtungszeitpunkt verfügbare sein muss. Insbesondere wenn sich die ursprüngliche Durchsetzung mittels eines sog. „Small Events“ zugetragen hat – im Beispiel der Reaktoren die Entscheidung eines US-Offiziers für eine Technologie – besteht die Möglichkeit, dass im Laufe der Zeit potenziell bessere Alternativen erdacht und propagiert werden, sich diese jedoch aufgrund der beschriebenen Dynamik der positiven Feedbacks nicht durchzusetzen vermögen. Allerdings muss bei Beschreibung der potenziellen Ineffizienz auf den oft hypothetischen Charakter dieser Äußerungen geachtet werden.⁶⁴ So werden häufig installierte Systeme mit reinen Prototypen oder Idealkonstruktionen ohne faktische Anwendung verglichen. Weiterhin wird vielfach auf das Ar-

62 Vgl. Cowan (1990).

63 Vgl. Dobusch/Kapeller (2013).

64 Vgl. für eine ähnliche Argumentation auch Dobusch/Kapeller (2013) sowie Cowan/Gunby (1996), S. 532; Vergne/Durand (2010), S. 748.

gument zurückgegriffen, dass wenn vergleichbare F&E-Anstrengungen in die alternative Technologie geflossen *wären*, dann *wäre die* alternative Technologie weit effizienter. Das ist natürlich theoretisch möglich, allerdings ist unter ökonomischen Gesichtspunkten stets ein „Leistungsbündel“ zu betrachten. So mag zum Beispiel das eigentliche Elektrizitätspotenzial bei sich nicht durchgesetzten Reaktortypen größer sein, wenn diese aber in puncto Sicherheit oder Beherrschbarkeit *faktisch* nicht vergleichbar sind, so fällt die Bewertung des Leistungsbündels wohl doch wieder in Richtung alter, sich durchgesetzter Technologie aus.⁶⁵ Aus methodologischer Perspektive fallen die vorgenannten Ansätze zur Erforschung des Sailing-Ship-Effect insbesondere in die zweite und dritte Phase von pfadabhängigen Prozessen (Auftauchen von positiven Feedbacks, Lock-In). Diese zweite und dritte Phase sind aus forschungstheoretischer Perspektive insbesondere über die Identifizierung und Analyse der Pfadabhängigkeit konstituierenden Ursachen darstellbar. Diese Analyse muss sich dann jeweils verschiedener, den differenzierten Ursachenkategorien gerecht werdender Forschungsmethoden bedienen.⁶⁶

2.4 Zwischenfazit

Ziel des vorangegangenen Kapitels ist es, die theoretischen Grundlagen und ersten empirischen Ansätze der Forschung zum bisher wenig beachteten Phänomen des Sailing-Ship-Effect zu systematisieren. Durch eine umfassende Literaturstudie können die theoretischen Grundlagen aufgezeigt werden. So wird deutlich, dass es bereits zahlreiche, wenn auch häufig eklektische (Teil-)Untersuchungen zum Sailing-Ship-Effect gibt. Nach der Ableitung einer zusammenfassenden Arbeitsdefinition wird, aufbauend auf den von Howells gemachten Existenzzweifeln, eine innovationstheoretische Erklärung für die denkbare Rationalität des Sailing-Ship-Effect gebracht. Im Zentrum dieser

⁶⁵ Vgl. Cowan (1990).

⁶⁶ Vgl. Dobusch/Kapeller (2013).

theoretischen Erklärung steht die Verknüpfung des Sailing-Ship-Effect mit den Ideen der Pfadabhängigkeitstheorie. Mit diesem Schritt ist es gelungen, eine differenziertere Stufe in der Erörterung dieses speziellen technologischen Wettbewerbs zwischen alter und neuer Technologie zu erreichen. Aufbauend auf den konzeptionellen Ausführungen kann ein dezidiertes, multiperspektives Forschungsprogramm abgeleitet werden. Dieses erlaubt es, über differenzierte Kausalprüfungen eine Aussage zur Existenz des Sailing-Ship-Effect zu machen. Im folgenden Kapitel findet anknüpfend zum theoretisch-konzeptionellen Fokus dieses Kapitels eine Auseinandersetzung mit den technischen Entwicklungsprozessen innewohnender Unsicherheit statt. Darauf aufbauend stehen drei eigenständige empirische Studien im Zentrum dieses Buch. Mit Hilfe dieser Studien soll versucht werden, die Existenz des Sailing-Ship-Effect nachzuweisen.

E-Mobility

Zum Sailing-Ship-Effect in der Automobilindustrie

Liesenkötter, B.; Schewe, G.

2014, XI, 202 S. 48 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-06309-2