

Working Paper/ Draft der Publikation

Verkehrssysteminnovationen und -evolution: Politikprinzipien für eine langfrist- und innovationsorientierte, integrierte Verkehrspolitik

Dieses Working Paper ist von der Zeitschrift für Verkehrswissenschaft zur Veröffentlichung angenommen worden und wird dort in Kürze veröffentlicht werden bzw. ist zwischenzeitlich dort bereits veröffentlicht worden.

Von Stephan Müller und Gernot Liedtke

Zusammenfassung

Die Verkehrspolitik mit ihrem klassischen Kernbereich der Infrastrukturpolitik überlappt zunehmend mit anderen Politikbereichen – insbesondere mit der Umwelt- und der Innovations- bzw. Wirtschaftspolitik – und übernimmt damit auch deren Zielsysteme. Grundsätzlich folgten die Zielsysteme bestimmten Prinzipien, denen wiederum wirtschaftswissenschaftliche Theorien zugrunde liegen. Durch sich widersprechende Ziele und dem Einfluss von Interessensvertretergruppen wirken verkehrspolitische Programme und Maßnahmen zunehmend sprunghaft und inkonsistent.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, welche theoretisch fundierten Politikprinzipien als Entscheidungsgrundlage für eine konsistente langfrist- und innovationsorientierte, monomodale und integrierte Verkehrspolitik gelten können?

Als Ausgangspunkt der Analyse dient die Evolutionsökonomie und weitere industrieökonomische Theorien, welche zusammen genommen die wirtschaftliche Entwicklung, technischen Fortschritt und technologische Wandelprozesse theoretisch fundieren. In dem Artikel wird ein Analyseschema vorgestellt, in dem versetzt ablaufende Phasen der Verkehrssystemevolution und die Innovationsbedingungen je Phase, zu konsistenten Politikprinzipien führen.

Der Aufsatz schließt mit einer Analyse der aktuellen verkehrspolitischen Debatte im Güterverkehr: die Einführung des Lang-Lkw. Unter Anwendung der entwickelten Politikprinzipien wird aufgezeigt, dass eine Förderung von Innovationen im Lkw nicht mit dem Argument seiner vermeintlich schlechten Auswirkungen auf den Schienengüterverkehr verhindert werden sollten. Stattdessen sollte die Innovationspolitik auf der Straße mit einer angemessenen Strategie zur Erlangung der Zukunftsfähigkeit der Schiene begleitet werden.

Keywords: Integrierte Verkehrspolitik, Innovationspolitik, Verlagerung, Lang-Lkw, Gigaliner

1. Einleitung

Als sektorale Strukturpolitik hat die Verkehrspolitik die Aufgabe, den Verkehrssektor so zu gestalten, dass er den verschiedenen Bedürfnissen einer arbeitsteiligen Volkswirtschaft und heterogenen Gesellschaft entspricht. Aktuelle verkehrspolitische Entscheidungen verfolgen vornehmlich Nachhaltigkeitsziele. Neben den bereits etablierten Instrumenten der Verkehrspolitik – nachhaltige Infrastrukturentwicklung sowie Effizienzsteigerung durch Deregulierung und Liberalisierung – gewinnt die direkte Innovationsförderung seit einigen Jahren zunehmend an Bedeutung.

Für ein nachhaltigeres Verkehrssystem stellt die staatliche Innovationsförderung potenziell ein geeignetes Mittel dar, denn Innovationen sind als Quelle des technologischen Fortschritts sowohl ein maßgeblicher Treiber der wirtschaftlichen Entwicklung als auch ein Mittel zum effizienteren Ressourceneinsatz. Für die Straße beispielsweise werden aktuell die Elektromobilität und das automatische Fahren gefördert; weitere Innovationen – wie z.B. der Lang-Lkw – wurden durch veränderte Regularien und Demonstrationsprojekte unterstützt. Für den Verkehrsträger Schiene sind ein neues Zugsicherungssystem (ETCS), Terminals und Umschlaganlagen für den kombinierten Verkehr, neue Zugkonzepte und die Ermöglichung von längeren Güterzügen Beispiele der Innovationsförderung.

Der Förderung von Innovationen für einen Verkehrsträger wohnt jedoch oft eine Schädigung der Märkte von konkurrierenden Verkehrsträgern inne, da deren Nachfrage zurückgeht. Entsprechend schnell formiert sich oftmals ein Widerstand im politischen Raum. Auch aus diesem Grund wirkt die Verkehrspolitik immer sprunghafter und dem Wettstreit von Interessenvertretungen ausgeliefert. Im politischen Diskurs werden beispielsweise Maßnahmen für ein integriertes Verkehrssystem oftmals mit dem Argument diskreditiert, sie berücksichtigten nicht genügend die schöpferischen und kreativen Kräfte unternehmerischen Handels hinsichtlich (i) des Hervorbringens von Innovationen, (ii) der Befriedigung heterogener Kundenbedürfnisse sowie (iii) des Hebens von Effizienzvorteilen. Monomodale Maßnahmen der Innovations- und Wirtschaftspolitik werden wiederum dadurch entwertet, indem behauptet wird, dass bei Ihrer Ausgestaltung die Wirkungen auf andere Verkehrssysteme und die Gesellschaft vernachlässigt würden. Keine der beiden Argumentationen ist grundsätzlich falsch. In der Konsequenz der Dilemmata zwischen monomodalen und integrierten verkehrspolitischen Maßnahmen werden potenziell sinnvolle politische Entscheidungen zur nachhaltigen Gestaltung des Verkehrs gehemmt.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, welche theoretisch fundierten Politikprinzipien eine Grundlage für eine konsistente Verkehrspolitik zur Innovationsförderung herangezogen werden können, die sowohl Zielen der monomodalen Förderung, als auch Zielen für ein integriertes Verkehrssystem gerecht werden. Im vorliegenden Artikel sind, basierend auf der Evolutionsökonomie, Innovationsstudien und industrieökonomischer Theorien, Politikprinzipien für eine solche Verkehrspolitik erarbeitet. Diese Prinzipien sollen dazu dienen, relevante Maßnahmenoptionen zu erfassen und die Maßnahmenauswahl zu unterstützen.

Der Aufsatz fokussiert beispielhaft auf den Güterverkehr und ist wie folgt strukturiert: Aufbauend auf einem Konzept zur Verkehrssystemevolution, das in Müller und Liedtke (2017) beschrieben ist, werden in Abschnitt 2 der Zusammenhang zwischen der Evolution eines Verkehrssystems und Innovationen sowie tieferegehende industrieökonomische Grundlagen zusammengefasst. Auf dieser

Basis ist in Abschnitt 3 ein Analyseschema mit Prinzipien zur langfrist- und innovationsorientierten Verkehrspolitik abgeleitet. Der Aufsatz schließt in Abschnitt 4 mit der Anwendung des Analyseschemas auf eine aktuelle verkehrspolitische Debatte im Güterverkehr: der Zulassung des Lang-Lkw für den Regelbetrieb.

2. Zusammenfassung eines Konzeptes zur Verkehrssystemevolution

Der Begriff *Evolution* ist primär für die Entwicklung von Lebensformen in der Biologie bekannt. Die biologische Evolution findet durch Variation, Mutation und Selektion statt. Die Analogie zur technologischen Evolution besteht darin, dass in der Technologie und in Märkten ein endloser Prozess des Wandels stattfindet, in dem sich Märkte und Marktteilnehmer verändern und interagieren (Fagerberg 2003). Dieser Wandel wird angetrieben durch Innovationen, die wiederum kontinuierlich Marktselektionsprozessen ausgesetzt sind. Die Rahmenbedingungen selbst ändern sich auch – durch exogene Entwicklungen aber auch aufgrund der Entwicklung von Technologie und Organisationsformen. Evolutorische Ansätze wurden daher in der sog. Evolutionsökonomie¹ entwickelt, bei denen Innovationen eine Schlüsselrolle zur technologischen und wirtschaftlichen Evolution einnehmen. In Nelsen und Winter (1982) sowie Dosi (1982) ist dies beispielsweise für die generelle wirtschaftliche und technologische Entwicklungen ausgeführt.

Anwendungen evolutionärer Ansätze im Verkehrssektor finden sich in Heinze (1985), Heinze und Kill (1987, 1988) und Geels (2002). Basierend auf den Arbeiten von Heinze und Kill (1988) und Geels (2002) erarbeiteten Müller und Liedtke (2017) ein Konzept zur Verkehrssystemevolution. Es sind dabei Theorien (industriökonomische T., Evolutionsökonomische T. und Innovationstheorien) für die Erklärung von insgesamt vier stattfindenden Evolutionsphasen eines Verkehrssystems zusammengestellt worden. Weiterhin wurde die Besonderheit des Verkehrssektors in das Konzept integriert, die sich insbesondere darin manifestiert, dass Verkehrsträger weiterhin mit hohem Marktanteil im Markt verbleiben, wenn ein neuer Verkehrsträger Technologie eingeführt worden ist.

Im Folgenden wird die Evolution des Verkehrssystems nach Müller und Liedtke (2017) zusammenfassend dargestellt. Zunächst wird auf die Evolution eines Verkehrssystems eingegangen (Kapitel 2.1.) und anschließend auf das gesamte Verkehrssystem mit seinen verschiedenen Verkehrsmodi (Kapitel 2.2). Weiterführende Details zu dieser Zusammenfassung können in Müller und Liedtke (2017) nachgeschlagen werden.

¹ Im Gegensatz zur Neoklassik fokussierte die Evolutionsökonomie nicht auf Gleichgewichten zu bestimmten Zeitpunkten, sondern auf der Entwicklung ökonomischer Systeme über einen längeren Zeitraum. Sie basiert primär auf Schumpeter's Arbeiten und umfasst heute mehrere nicht disjunkt voneinander abgetrennte Literaturfelder wie die Theorie der Langen Wellen nach Schumpeter, eine quantitative Richtung z.B. Nelson-Winter Modell) oder eine institutionenökonomische Richtung. Im Kern haben die Schulen gemeinsam, dass i) Innovationen Treiber kapitalistischer Markt-Dynamiken sind, ii) dezentral abgestimmte Routinen eine Handlungstendenz bestimmen und iii) das Wissen der Akteure Handlungsoptionen generieren und bewerten (siehe Fagerberg 2003).

2.1. Phasen der Evolution eines Verkehrssystems

Evolutionsphase 1 (Stabilisierung einer radikal neuen Technologie): In dieser ersten Phase versuchen Erfinder und Unternehmer, radikale Inventionen (Erfindungen ohne eine unmittelbare kommerzielle Anwendung) zur Lösung von Herausforderungen einzusetzen, die mit einer bestehenden Technologielinie nicht erreichbar sind. Der erfolgreiche Einsatz im Verkehrsmarkt bezeichnet den Übergang von der Invention zur Innovation. Typischerweise werden unterschiedliche radikale Innovationen zur Lösung bestehenden Herausforderungen entwickelt, so dass zwangsläufig Selektionsprozesse im Verkehrsmarkt stattfinden. In dieser Phase wird mit neuen Technologien seitens der Kunden und der Hersteller experimentiert - Produkte mit geringer Kundenakzeptanz verschwinden aus dem Markt (Selektion). Erfahrungsgemäß schaffen es die meisten Inventionen und Innovationen nicht, sich dauerhaft in einem Verkehrsmarkt zu etablieren. Wenn sich herausstellt, dass mittels einer technisch-organisatorischen Konstitution (Geschäftsmodell, Funktionalität, erste Wertschöpfungskette) eine ausreichend große Nachfrage befriedigt werden kann, entsteht der Lock-In Effekt für diese Technologie (Pierson 2000, Sydow et al. 2009). Mit dem **Lock-In** werden andere Lösungsformen zur „gefundenen“ technisch-organisatorischen Konstitution nicht mehr weiterverfolgt. Es entsteht eine Pfadabhängigkeit, was bedeutet, dass auf der gefundenen Lösung aufbauend weitere Verbesserungen stattfinden. Im weiteren Zeitverlauf wird diese normalerweise durch die produzierenden Unternehmen nicht mehr überwunden, das heißt, die Technologie wird in ihren Grundzügen nicht mehr verändert, aber durch zahlreiche inkrementelle Innovationen noch deutlich verbessert.

Evolutionsphase 2 (Technologiewandel): In dieser Phase bedient die neue Verkehrssystemlösung (die weiterentwickelte, erfolgreiche technisch-organisatorische Konstitution) eine immer größer werdende Nachfrage, die von der Massenmarktlösung nicht bedient worden ist (Nischennachfrage). Die Unsicherheit in dieser Phase ist, ob die Nachfrage nach der neuen Technologie weiter wachsen oder ob es schnell zur Sättigung kommt und es bei einer Nischenanwendung bleiben wird. Ein Technologiewandel tritt ein, wenn eine etablierte und dominante Technologie von einer radikal neuen abgelöst wird (ein Beispiel hierfür ist der Übergang von der Eisenbahn zum Automobil). Ein Technologiewandel wird typischerweise durch zwei mögliche Umstände begünstigt:

(1) ein Systemschock unterbricht den dominanten Technologiepfad. Beispiele für einen solchen Schock sind Katastrophen (z.B. Fukushima und Atomkraft), geopolitische Veränderungen (Embargos) oder Marktshocks (Ölkrise). Als Reaktion eines Schocks muss ad-hoc eine neue Lösung gefunden werden. Dabei besteht die Gefahr, dass eine politisch favorisierte Lösung installiert wird, welche sich anschließend als nicht marktkonform herausstellt.

(2) die Technologie in einem Nischenmarkt wird mit steigender Kundenzahl immer besser, so dass sie zunehmend eine größere Attraktivität ausübt (sinkende Durchschnittskosten, zunehmende technologische Features, positive Netzwerkeffekte). In der Folge zieht sie immer mehr Nachfrage an sich.

Im Fall der wachsenden und vom Massenmarkt unbefriedigten Nachfrage (2) liegt der sogenannte Effekt des Attacker's Advantage vor. Der **Attacker's Advantage** (Christensen und Rosenbloom 1995) ist der prägende theoretische Effekt in der zweiten Phase der Verkehrssystemevolution. Der Effekt zeichnet sich dadurch aus, dass a) unbefriedigte Nachfragebedürfnisse von Akteuren im

Massenmarkt ignoriert werden, b) dass der Technologieentwicklungspfad des Regimes (zum Begriff Regime siehe nächste Phase) diese Nachfragebedürfnisse nicht bedienen kann (dazu müsste der Lock-In und die Pfadabhängigkeit überwunden werden) und c), dass die Geschwindigkeit der Verbesserungen der neuen Technologie unterschätzt und die Verbesserungsmöglichkeiten der Alten überschätzt werden. Unter diesen Voraussetzungen findet der Technologiewandel durch die Ausnutzung der Technologieentwicklungspotenziale beschleunigt statt.

Evolutionsphase 3 (Wachstum): In dieser Phase ist der Technologiewandel vollzogen. Die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung richtet sich in einem langsamen Umstrukturierungsprozess auf die neue Technologie aus. Mit der kreativen Erschließung immer neuer Einsatzfelder für die Technologie, schafft sich die Technologie ihre eigene und völlig neue Nachfrage². Es bildet sich ein sogenanntes Regime um die Technologie, welches aus Wertschöpfungsketten, Infrastruktur, politischen Netzwerken, Wissenschaft, Märkten und Nutzerpraktiken sowie einer Kultur der Nutzung besteht und hochgradig aufeinander abgestimmt ist (Beispiele für Regime im Verkehr sind in Müller und Liedtke (2017) visualisiert). Damit ist die Technologie eine Massentechnologie in einem Massenmarkt geworden. Der Wettbewerbsprozess wird von den marktbeherrschenden Unternehmen innerhalb des Massenmarktes mittels inkrementeller Innovationen betrieben, die einen Regime-konformen Technologiepfad entwickeln. Typischerweise wird dabei das Wettbewerbsmuster im zeitlichen Ablauf zur 1) Funktionalität, 2) Zuverlässigkeit, 3) Bedienungsfreundlichkeit und 4) zum Preis der Technologie verfolgt (Christensen 1997a). Alternative technologische Pfade, z.B. mit radikalen Innovationen, werden aktiv von diesem Wettbewerb ausgeschlossen; hierzu kommt es häufig auch zu expliziten Absprachen und stillschweigenden Vereinbarungen zwischen Unternehmen und zwischen Unternehmen und Aufsichtsorganen. Weil der Innovationswettbewerb regimekonform an den technisch-organisatorischen Möglichkeiten zur Entwicklung des bestehenden Massenmarktes und nicht an neuer Nischen-Nachfrage ausgerichtet ist, entsteht zum Ende dieser Phase eine immer größere Disharmonie zwischen der Nachfrage- und der Angebotsentwicklung. Es besteht das sogenannte Innovator's Dilemma (Christensen 1997b), welches große und etablierte Unternehmen am Markt scheitern lässt. Das **Innovator's Dilemma** ist der prägende theoretische Effekt in der dritten Phase der Verkehrssystemevolution.

Evolutionsphase 4 (Degeneration): Zu Beginn der vierten Phase kann das Verkehrssystem noch die in der vorangegangenen Phase entwickelte Nachfragestruktur bedienen. Der Verkehrsmarkt ist aber gesättigt. Da in der vorangegangenen Stufe die Technologie weitgehend ausgereift wurde, sind kaum noch Kostensenkungen bzw. Verbesserungen möglich; der Wettbewerb findet nur noch über den Preis statt. Sofern sich die Unternehmen nicht absprechen und den Wettbewerb außer Kraft setzen, sind kaum noch Gewinnmargen am Markt realisierbar, welche in Innovationen reinvestiert werden könnten. Ohne Innovationen verliert ein Markt jedoch an Entwicklungsdynamik. Zu Beginn der Phase 4 ist die Technologie noch eine Massentechnologie, da in der Wachstumsphase des Verkehrssystems (Phase 3) ein nationales und oft internationales Regime aus Technologie, Wertschöpfungsketten, Infrastruktur, politischen Netzwerken, Wissenschaft, Märkte und Nutzerpraktiken sowie einer Kultur der Nutzung aufgebaut wurde, das zunächst weiter besteht. Wenn aber ein Markt auf Grund von

² Laut Heinze (1985) war die Ausrichtung kaum im Vorfeld sichtbar, denn die eigentlichen Fähigkeiten und Potenziale des Verkehrssystems zeigte sich erst durch Lerneffekten bei dessen Nutzung.

fehlenden Innovationsleistungen nicht mehr wächst und fehlende Innovationsleistungen auf Grund mangelnder Gewinnmargen im Markt nicht mehr erfolgen können, besteht für dieses Regime ein sogenanntes technologisches Patt (Mensch 1975). Das **technologische Patt** ist der prägende theoretische Effekt in der vierten und letzten Phase der Verkehrssystemevolution. Es ist durch fehlendes Marktwachstum und fehlende Gewinne charakterisiert. Unter diesen Konditionen wird durch ausbleibende Innovationen keine weitere positive Marktdynamik freigesetzt, und durch die fehlende positive Marktdynamik bestehen keine Innovationsanreize – das ist die Patt-Situation. Laut Mensch (1975) können nur Basisinnovationen diese Pattsituation auflösen, denn diese besitzen das Potenzial, neue Märkte und neue Nachfragestrukturen zu entwickeln. Es ist aber festzuhalten, dass typischerweise nach wie vor eine Pfadabhängigkeit im Regime besteht. Das bedeutet, dass dessen Lock-In nicht überwunden wird und somit Reformen für das Verkehrssystem bzw. durch das Regime ausgeschlossen werden. Wirkende Marktselektionskräfte würden im Zeitverlauf dazu führen, dass die Technologie entweder obsolet oder in eine Nischenanwendung gedrängt wird.

Jedes neue Verkehrssystem ist zunächst eine Basisinnovation, welche im Innovationswettbewerb der Unternehmen durch weitere inkrementelle Innovationen verbessert wird, wobei am Ende kaum noch Verbesserungen durch Innovationen möglich werden, bis hin zum technologischen Patt, bei dem keine Innovationsleistung mehr erfolgt. Dieser Verlauf der Innovationsleistung am Verkehrssystem kann durch eine S-Kurve beschrieben werden (siehe Abbildung 1).

Nach der Beschreibung der vier Evolutionsphasen eines Verkehrssystems wird im nächsten Kapitel die Gesamtverkehrssystemevolution dargestellt.

2.2. Aspekte der Evolution des Gesamtverkehrssystems

Wenn sich ein neues Verkehrssystem durchsetzt, kann es dazu kommen, dass ältere Verkehrssysteme marktberreinigenden Kräften unterliegen. Die Pferdestraßenbahn als städtisches ÖV- und Güterfeinverteilungssystem oder die Schifffahrt sowie Zeppeline im interkontinentalen Personenverkehr sind Beispiele für verschwundene Technologien. Jedoch kann über die Zeit hinweg beobachtet werden, dass immer mehrere Verkehrssysteme koexistierten, wobei sich die Struktur der Koexistenz sich über die Zeit veränderte. Dies soll im Folgenden als Gesamtverkehrssystemevolution bezeichnet werden. Obwohl das Phänomen offensichtlich ist, ist ihm in der Literatur zur Verkehrssystemevolution wenig Aufmerksamkeit gewidmet worden. Auf Heinze (1985) und Schöller (2006) aufbauend sind in Müller und Liedtke (2017) die Koexistenz von Verkehrssystemen im Gesamtverkehrssystem und dessen Folgen charakterisiert. Die Koexistenz besitzt einige positive Begleitwirkungen:

Erhöhte Komplementarität des Gesamtverkehrssystems: Weil jedes Verkehrssystem spezifische Leistungsprofile und Vorteile besitzt, stellen sie keine perfekten Substitute dar. Entsprechend dieses Leistungsprofils schafft sich jedes erfolgreiche Verkehrssystem seine eigene Nachfrage in den zuvor beschriebenen Umstrukturierungsprozessen der Wirtschaft und Gesellschaft (Evolutionsphase 3). In der Folge entsteht ein höherer Nutzen für den Konsumenten (der sog. Heterogenitätsnutzen), eine höhere Nachfrage und zusätzliche Kapazitäten, die in einem Störfall eines Verkehrsträgers nutzbar gemacht werden können.

Ausbalancierte Systemübergänge: Setzt sich ein Verkehrssystem als Basisinnovation und Träger eines Kondratieff-Zyklus' durch, strukturiert es die Wirtschaft und Gesellschaft neu- es schafft neue Einsatzmöglichkeiten und somit neue Nachfragestrukturen, die dem Leistungsprofil entsprechen. Somit sinkt auch die Nachfrage nach dem bisherigen Verkehrsangebot. Dieser langandauernde Prozess kann durch die Koexistenz von Verkehrssystemen dadurch unterstützt werden, weil im Systemübergang dynamische und heterogene Verkehrsangebotsstrukturen den heterogenen und dynamischen Kundenbedürfnisse gegenüberstehen. Der Systemübergang findet somit ausbalancierter statt.

Rückzug in profitable Nischen: Als Folge der Umstrukturierungsprozesse durch die neue dominante Verkehrstechnologie entstehen durch die Verschiebung der Nachfragestruktur neue Nischen. Bisher konnten in der Innovationsreihenfolge ältere Verkehrssysteme derartige Nischen erfolgreich besetzen - die Rheinschifffahrt und der maritime kombinierte Schienengüterverkehr sind Beispiele hierfür. Ein staatliches Engagement ging dem aber immer voraus. Die Profitabilität der Nischen senken zum einen die Subventionsanforderungen und zum anderen bieten sie Aussichten auf weiteres Wachstum durch mögliche Innovationstätigkeiten.

Als nachteilige Effekte der Koexistenz der Verkehrssysteme können zusammengefasst werden:

Dilemmata zwischen Zielen und Interessen: Jede erfolgreiche Verkehrstechnologie manifestiert sich in den politischen Strukturen. Somit sind politische Akteure und Interessen eines Verkehrsträgers sowohl vor als auch nach einem Technologiewandel aktiv und beeinflussen Entscheidungen durch ihre Interessenvertreter. Mit der Durchsetzung einer neuen Technologie entstehen neue politische Institutionen, z.B. Kontrollinstanzen und politisch verantwortliche Ressorts als Teile des neuen Regimes. Das hat konkurrierende politische Ziele und eine Konkurrenz um öffentliche Ressourcen zur Folge. Bei der Verteilung von öffentlichen Ressourcen auf die Verkehrssysteme (Gelder, Fördermaßnahmen, Regularien, etc.) befinden sich die Vertreter beider Verkehrssysteme und Regimes³ in einem Wettbewerb.

Dauerhaft notwendiger und ansteigender Subventionsbedarf: Ein für einen Massenmarkt aufgebautes, durchoptimiertes Verkehrssystem lässt sich bei sinkender Nachfrage in seiner Gänze nicht mehr eigenwirtschaftlich rentabel betreiben. Somit müssten öffentliche Gelder eingesetzt werden, um den Erhalt des Verkehrssystems zu ermöglichen. Weil öffentliches Geld eine knappe Ressource ist, werden oftmals Rationalisierungsmaßnahmen diktiert, mit der Folge, dass der Rückbau der Infrastruktur und die Erosion des Verkehrsangebots zum Verlust des Netzwerkcharakters führen und somit eine Abwanderung der Verkehrsnachfrage auf die neue Verkehrstechnologie unterstützt wird.

Innovationsblockaden verhindern positive Marktdynamik: Für ein durchoptimiertes Verkehrssystem, dass sich einer sinkenden Nachfrage stellen muss und dessen Akteure nach einem Preiswettbewerb (siehe Innovator's Dilemma) nahe den Grenzkosten operieren, sind kaum mehr rentable inkrementelle Innovationen möglich. Dieser Zustand der Innovationsblockade unterbindet wiederum eine positive Marktdynamik durch Innovationen. Das Verkehrssystem befindet sich somit

³ In Müller und Liedtke (2017) sind zwei Regime voneinander abgegrenzt. Ein Verkehrssystem, bestehend aus strukturellen Komponenten zur Ortsveränderung, ist ein Teil des Regimes. Z.B. ist eine Kultur der Nutzung eines Verkehrssystems nicht erforderlich für dessen funktionieren. Als Teil des Regimes prägt aber die Nutzungskultur auch den gesellschaftlichen Umgang mit einem Verkehrssystem (z.B. dem Auto in der Stadt).

in einem technologischen Patt. In der Literatur werden radikale Innovationen als einzige Möglichkeit genannt, um die Pattsituation zu überwinden (Mensch 1975). Eine Reform des Verkehrsangebotes durch radikale Innovationen vermeidet den ansteigenden Subventionsbedarf (siehe vorangegangener Punkt). Gehen politische Fördermaßnahmen für ein Verkehrssystem darauf nicht ein, sondern unterstützen die Pfadabhängigkeit des Regimes, werden öffentliche Ressourcen ohne Aussicht auf eine Veränderung der Patt-Situation investiert.

Für das Prinzip der Gesamtverkehrssystemevolution ist zusammenzufassen, dass

- sich die Evolution eines jeden Verkehrssystems in vier Phasen vollzieht,
- sich im Gesamtverkehrssystem mehrere, koexistierende Verkehrssysteme befinden, die sich in unterschiedlichen Evolutionsphasen befinden,
- diese Evolutionsphasen somit zueinander versetzt sind und
- dass die verschiedenen Evolutionsphasen interagieren – sie beeinflussen sich und definieren Rahmenbedingungen füreinander.

Aufgrund der im vorangehenden Teil beschriebenen Abhängigkeiten befinden sich auf einem Markt konkurrierende Verkehrssysteme immer in einem gewissen Phasenversatz. In Übereinstimmung mit den Beobachtungen aus den letzten zweihundert Jahren ist dieser Versatz ca. zwei Phasen lang (Überschneidungen treten am Ende der einen und am Anfang einer anderen Phase statt) und weist folgende Abhängigkeiten auf:

- Wachstumsphase des dominanten Verkehrssystems (Phase 3) und Stabilisierung eines anderen (Phase 1): Die Wachstumsphase eines Verkehrssystems hinterlässt bzw. öffnet Marktnischen. Dies ist die Nachfrage, die nicht das Massenmarktprodukt präferiert (z.B. Elektrofahrzeuge in den 70ern). Nischen sind für Massenmarktproduzenten ökonomisch uninteressante Märkte. Es entwickeln sich Ideen für Basisinnovationen, mit denen in den Nischen mit Nachfragereaktionen experimentiert wird. Diese haben lange Zeit keine Durchsetzungschance, denn erst in der nächsten Überschneidung der Phasen entstehen die Rahmenbedingungen hierfür.
- Technologiewandelphase eines Verkehrssystems (Phase 2) und Degenerationsphase eines Anderen (Phase 4): Am Ende der Wachstumsphase ist der Effekt des Innovator's Dilemma am stärksten, denn die Technologie ist anhand des Wettbewerbsmusters durchoptimiert. Der Attacker's Advantage, der zum Ende der Stabilisierung bzw. zum Anfang der Technologiewandelphase für die neue Technologie entsteht ist darin begründet, dass die Nische nicht oder nur schlecht durch die Massenmarkttechnologie bedient werden kann und dass die neue Technologie erst am Anfang der Entwicklung steht, während die Massenmarkttechnologie durchoptimiert ist (stark gesunkene Grenzerträge für Innovationsleistungen). Findet der Technologiewandel unter Ausnutzung des Attacker's Advantage statt, wird die bisher etablierte Technologie in die Degenerationsphase gedrängt. Der ehemalige Massenmarkt kann nicht mehr wachsen, da sich Innovationsinvestitionen (Wissen und Kapital) auf die neue Technologie konzentrieren.
- Degenerationsphase eines Verkehrssystems (Phase 4) und Stabilisierung einer anderen (Phase 1). In der Degenerationsphase befindet sich eine Technologie im technologischen Patt. In dieser Situation würde die Technologie entweder marktberreinigenden Kräften unterliegen oder durch staatliche Maßnahmen vor diesen geschützt werden. Bei letzterem würde die Patt-Situation weiter bestehen bleiben. Der Ausweg aus dem technologischen Patt gelingt nach allgemeiner Auffassung nur durch eine radikale Innovation. Diese kann in Nischen gefunden werden, wobei

häufig Ansätze zur Verbesserung eines sich im Patt befindlichen Verkehrssystems gegeben sind - aus dessen Wachstumsphase und aktuellere Inventionen.

Das Konzept der Verkehrssystemevolution ist in der Abbildung 1 dargestellt. Die Gesamtverkehrssystemevolution ist auf der Ordinate abgetragen, wobei jedes durchgesetzte neue Verkehrssystem die Produktivität steigert. Auf der Angebotsseite kann das Produkt z.B. billiger und qualitativ hochwertiger im Laufe der Zeit hergestellt werden inkl. eines häufig zu beobachtenden Technologietransfers (z.B. der Dieselantrieb bei Zügen). Auf Nachfrageseite ist die Produktivitätssteigerung, dass Ortüberwindungen schneller oder billiger erfolgen können. Jedes Verkehrssystem weist einen S-Kurvenverlauf der Innovationsleistung in den vier Evolutionsphasen auf. Auf der Abszisse sind drei historisch erfolgte Technologieübergänge im idealisierten Zeitverlauf angedeutet. Die Phasen jedes Verkehrssystems sowie die Phasenüberschneidungen sind unter der Abszisse angetragen. In der Abbildung 1 ist nicht nur die historische Entwicklung des Gesamtverkehrssystems dargestellt. Anhand der Abbildung lässt sich auch der Zustand des heutigen Güterverkehrssystems beschreiben (Querschnitt am rechten Rand der Grafik): a) Innovationsstaus bei Binnenschiff und Schiene, die sich im technologischem Patt befinden, b) deutlicher werdende Grenzen des weiteren Wachstums der bisher dominanten Automobilität (z.B. Infrastrukturkapazität, Antriebsform, Gesundheit) und c) zahlreiche alternative Lösungsansätze durch neue Marktteilnehmer, welche unter anderem das Autoregime herausfordern. Weitere Erläuterungen hierzu befinden sich im Kapitel 4.

Im nächsten Kapitel werden die Prinzipien einer Verkehrs-Innovations-Politik beschrieben, welche die dargestellten theoretischen Grundlagen für die verkehrs- und innovationspolitische Praxis nutzbar machen sollen.

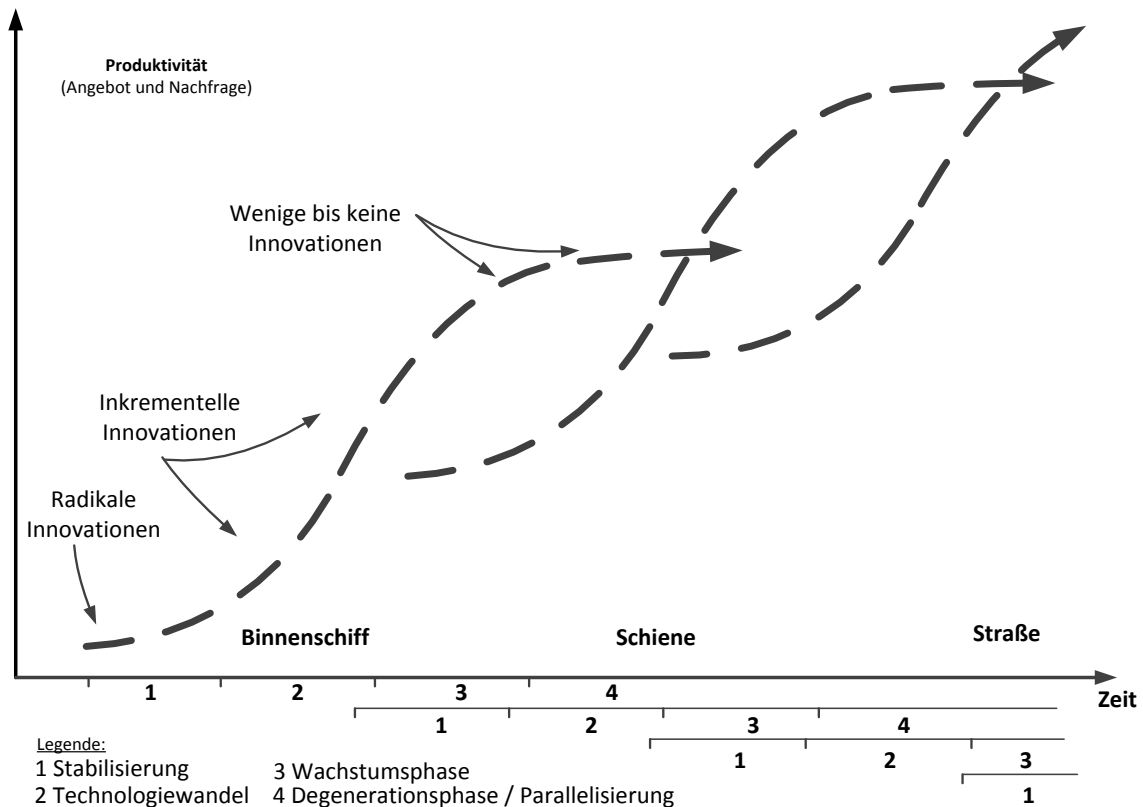


Abbildung 1: Idealisierte Evolutionsphasen und systematischer Phasenversatz bei Verkehrssystemen (in Anlehnung an Heinze und Kill (1988))

3. Ein Analyseschema und Vorschläge für langfrist- und innovationsorientierte Politikprinzipien im Verkehrssektor

Wenn man die zuvor beschriebenen Phasen zur Evolution eines Verkehrssystems und den Phasenversatz sowie die Phasenabhängigkeiten bei parallelen Verkehrssysteme akzeptiert, kann das im vorhergehenden Kapitel erarbeitete Konzept der Verkehrssystemevolution als Basis zur Postulierung von Politikprinzipien für klassische verkehrspolitische Aufgaben genutzt werden. Dabei gehen wir im Folgenden davon aus, dass die Aufgaben und das Zielsystem der Verkehrspolitik die aktuelle Situation widerspiegeln. Als klassische verkehrspolitisch Aufgaben werden in der Standardliteratur (i) die Optimierung des Verkehrssektors, (ii) die Optimierung angrenzender Sektoren und iii) das Auflösen von Zielkonflikten genannt (vgl. z.B. Grandjot und Bernecker 2014). Die genauen Ziele bei diesen Aufgaben veränderten sich im Laufe der Zeit. Zuletzt wurde – nach einer Konzentration auf die ökologische Nachhaltigkeit beginnend in den 1970er Jahren – seit der Jahrtausendwende der Fokus stärker auf die ökonomische Dimension gerichtet (vgl. Schöller 2006).

Ein stark präferiertes Instrument zur Erreichung eines nachhaltigen Wachstums stellt inzwischen die direkte Innovationsförderung dar. Die Maßnahmenpalette und Maßnahmenpakete in der Innovationspolitik sind vielschichtig und beinhalten fast die komplette Bandbreite ordnungs- und strukturpolitischer Instrumente. Eine mögliche Darstellung und Systematisierung von innovationspolitischen Maßnahmen befindet sich in Tabelle 1, in der nach monetären und

organisatorischen Maßnahmen unterschieden wird. Für eine weiterführende Einteilung und Diskussion üblicher innovationspolitischer Maßnahmen siehe z.B. Edler und Georghiou (2007).

Tabelle 1: Beispiele von Maßnahmen zur Innovationspolitik (eigene Darstellung nach Edler und Georghiou (2007))

Monetäre Maßnahmen	Organisatorische Maßnahmen
Öffentliche Gelder z.B. Öffentliches Venture Capital, Garantien	Regulierung öffentlicher und privater Nachfrage z.B. Standards, Vorgaben, Grenzwerte
Fiskalische Maßnahmen z.B. Steuerreduktion bei Innovationseinsatz, Steueranreize bei Beschäftigung im Forschungsbereich	Information und Austausch z.B. Medieneinsatz, Demonstrationsveranstaltung, Trainingskurse für Innovationsmanagement
Finanzierung öffentlicher Forschung z.B. Finanzierung von Universitäten, Laboren, Großforschungseinrichtungen und Forschungsprojekten	Systemische Ansätze z.B. Clusternetzwerke, Austauschforen, Science Parks
Finanzierung industrieller Forschung z.B. Kollaborationsprojekte, Darlehen für Forschung, Preise für Forschungsergebnisse	
Subvention privater Nachfrage z.B. Kaufprämien, Steuererleichterung	
Öffentliche Beschaffung z.B. Subvention bei Anschaffungen öffentlicher Betriebe, Forschungsprogramme	

Für die nachstehenden Politikprinzipien zur Innovationsförderung wird davon ausgegangen, dass monetäre und organisatorische Maßnahmen zur Innovationsförderung auf die Phase eines Verkehrssystems sowie den Phasenversatz und der Phaseninteraktion abgestimmt sein müssen. Der entscheidende und neuartige Aspekt für die nachstehenden Politikprinzipien ist somit, dass diese sich nicht nur an einem Zustand zu einem bestimmten Zeitpunkt sondern an einer zeitlichen Reihenfolge, sondern systematischen Abhängigkeiten ausrichten. Damit die Maßnahmenwahl hierfür zielgerichtet geschehen kann, das heißt, dass sie eine große Wirkung auf das Wirkungsziel und wenige Nebenwirkungen entfaltet, kann nach förderlichen und hinderlichen Maßnahmen unterschieden werden. Gemäß dieser Einteilung sind förderliche Maßnahmen zu bejahen, möchte man in der jeweiligen Phase eine nachhaltige Entwicklung des Gesamtverkehrssystems unterstützen. Hinderliche Maßnahmen sind in der jeweiligen Phase eher zu unterlassen, denn sie besitzen negative Nebenwirkungen auf die Gesamtentwicklung.

Die einer langfristig nachhaltigen Entwicklung förderlichen und hinderlichen Maßnahmen sind in einem Analyseschema dargestellt, welches die genannten vier Verkehrssystemevolutionsphasen (Stabilisierung, Technologiewandel, Wachstum und Degeneration/ Parallelisierung) in vier Quadranten einordnet. Die Ordinate unterscheidet dabei zwischen Nischen- und Massenmarkt und die Abszisse zwischen den Extrema Nischen- und Massentechnologie. Das Analyseschema und die Kernaussagen zu den Politikprinzipien sind in der Abbildung 2 den Quadranten zugeordnet, wobei förderliche Politikoptionen mit einem Häkchen und hinderliche mit einem „X“ markiert sind. Das Analyseschema und die förderlichen sowie hinderlichen Maßnahmen sind in Abbildung 2 dargestellt und wie folgt charakterisiert:

Quadrant 1 (Stabilisierungsphase einer Nischentechnologie in einem Nischenmarkt): Der Lock-In Effekt ist der prägende theoretische Effekt in der ersten Phase der Verkehrssystemevolution. Mit dem Lock-In bedient eine bestimmte Nischentechnologie einen Nischenmarkt: eine Basisfunktionalität wurde für eine Nischennachfrage gefunden. Der Lock-In wird in der weiteren Technologieevolution typischerweise nicht mehr überwunden.

Hinderliche Maßnahmen: Es wäre zu vermeiden, dass radikale Lösungsideen von politischen Entscheidungsträgern, als Teil des etablierten Regimes, per se abgelehnt oder ignoriert werden. So können sich diese Lösungsformen nicht entwickeln und auch keine positiven Impulse für gesättigte oder degenerierende Märkte ausüben. In der Folge würden langfristig wirksame und nötige Reformen von Verkehrssystemen, die sich im technologischen Patt befinden, verhindert. Weiterhin ist ein zu früher Lock-In für eine neue Technologie durch politische Aktionen, z.B. durch Normierung oder Favorisierung, zu vermeiden. Neue Technologien müssen ausreichend Marktselektionsprozessen ausgesetzt werden, denn sonst entstehen keine marktgerechten Lösungen.

Förderliche Maßnahmen: In dieser Phase muss die Entwicklung radikaler Innovationen vor den etablierten Regimes politisch geschützt und unterstützt werden. Dazu sind monetäre und organisatorische Maßnahmen förderlich. Monetäre Maßnahmen wären insbesondere der Entwicklung vieler radikaler Innovationen und Konzepte zu widmen, um diese zur Anwendungsreife in Marktnischen zu entwickeln und dort der Marktselektion auszusetzen. Förderliche organisatorische Maßnahmen dienen dem Schutz der Innovationen, die anderenfalls typischerweise vom bestehenden Regime unterdrückt würden. Der Schutz ist durch eine politische Vision eines zukünftigen Zustandes zu erreichen, der einerseits dem Regime einen Orientierungsrahmen setzt (im Idealfall würde das Regime radikale Innovationen in den Entwicklungspfad aufzunehmen) und viele radikale Lösungsansätze hervorbringt, die das Erreichen der Vision unterstützen. Weiterführende Literatur sind z.B. Loorbach (2007) und Mazzocato (2013).

Quadrant 2 (mit dem Technologiewandel entwickelt eine Nischentechnologie einen neuen Massenmarkt): Das Attacker's Advantage ist der prägende theoretische Effekt dieser Phase. Er beschreibt, dass eine vom etablierten Massenmarkt unbefriedigte und unterschätzte Nachfrage dazu führt, dass diese von der neuen Technologie (aus dem ersten Quadranten) bedient wird und dass die Technologie durch Leistungssteigerungen bis hin zu Massenmarktanwendungen entwickelt werden kann. Somit entwickelt sich in dieser Phase eine Nischentechnologie zu einer neuen Massenmarkttechnologie.

Hinderliche Maßnahmen: Ein Technologiewandel ist in einer Marktwirtschaft nicht aufzuhalten – eine Nachfrage sucht sich ihre passende Angebote. Es wäre daher politisch zu vermeiden, dass zugunsten eines dominanten Regimes diverse Schutzmechanismen (z.B. Regularien, Standards, Konzessionen, Lizenzen, beschränkende Forschungsprogramme, Maßnahmen als Ausweichmanöver/ Ablenkung) installiert werden. Diese verzögern die Durchsetzung neuer Verkehrstechnologien und führen dazu, dass der Leitmarkt (Beise 2004) für die neue Technologie in anderen Volkswirtschaften entsteht.

Förderliche Maßnahmen: In dieser Phase gilt es, die inkrementelle Verbesserung der Innovation zu unterstützen. Alle Maßnahmen sollten eine beschleunigte Verbesserung der neuen

Technologie zum Ziel haben, damit diese ihre Leistungsfähigkeit entwickeln kann. Dies ist mit organisatorischen und monetären Maßnahmen möglich. Zu diesem Zeitpunkt kann hierzu größtenteils privates Kapital eingesetzt werden. Nur beim Aufbau von Infrastrukturen, insbesondere eines langlebigen Infrastrukturnetzes und dies auch noch unter Berücksichtigung von gesellschaftlichen Bedürfnissen, ist staatliches Eingreifen zu empfehlen (z.B. in Form von Finanzierung, direkten Subventionen, Konzessionierung, Regulierung, integrierter Planung, Auflagen, sowie Mischungen daraus). Weitere wichtige förderliche organisatorische Maßnahmen sind das Auflösen obsoleter Regularien und die Entwicklung neuer Regularien zu gegebener Zeit (wie die StVO mit der Durchsetzung des Automobils). Eine indirekte monetäre Förderung der Innovation kann durch finanzielle Anreize für die weiterführende Forschungs- und Entwicklung und Ausbildung erreicht werden, um Vorteile im internationalen Wettbewerb um die Marktführerschaft zu generieren (z.B. müssen typischerweise Lehrstühle und Lehrpläne an Universitäten geschaffen bzw. umgewidmet werden, um eine industrienaher Forschung zu realisieren und mit der neuen Technologie vertrautes Personal bzw. UnternehmerInnen auszubilden). Weiterführende Literatur ist z.B. Perez (2003).

Quadrant 3 (Wachstumsphase einer Massentechnologie in einem Massenmarkt): Mit der Durchsetzung der neuen Technologie richtet sich die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung durch langsame Umstrukturierungsprozesse auf diese aus und das Verkehrssystem schafft sich seine eigene Nachfrage. Damit ist die Technologie eine Massentechnologie in einem Massenmarkt geworden. Das Innovator's Dilemma ist der prägende theoretische Effekt dieser Phase. Es wird dabei ein Regime-konformer Technologiepfad entwickelt, der typischerweise ein zeitliches Wettbewerbsmuster zur Funktionalität, Zuverlässigkeit, Bedienungsfreundlichkeit und zum Preis der Technologie darstellt. Alternative technologische Pfade, z.B. mit radikalen Innovationen, werden aktiv von diesem Wettbewerb ausgeschlossen. Der Effekt dieses Verhaltens ist, dass eine immer größere Disharmonie zwischen der Nachfrage- und der Angebotsentwicklung entsteht.

Hinderliche Maßnahmen: Monetäre Maßnahmen für das dominante Regime sind mittel- und langfristig nicht förderlich. In dieser Phase ist der Marktmechanismus hinreichend fähig zur Selektion von rentablen und unrentablen Innovationen, welche durch das Regime selbst getätigt werden können, denn die am Markt erzielbaren Preise und das Marktwachstum dieser Phase lassen Gewinne zur Reinvestition zu. Werden öffentliche Gelder zur Innovation im Regime eingesetzt, fördert man a) das Innovator's Dilemma (Entkopplung von Nachfrage und Angebot) und/oder b) wenn die politisch intendierte Innovationsrichtung nicht mit dem Regimepfad harmoniert, wird eine Fehlinvestition öffentlicher Gelder erreicht, denn das Regime passt seinen Innovationspfad nicht an. Vielmehr werden öffentliche Ressourcen zur Schwächung von Marktmechanismen eingesetzt, wobei keine Lösungen für aktuelle Herausforderungen entwickelt werden. Neue Ideen aus der Phase 1 werden unterdrückt – mit langfristig negativen Effekten für die Volkswirtschaft, da zukünftige Märkte entweder gar nicht oder zu spät entwickelt werden.

Förderliche Maßnahmen: Effizienzsteigernde, organisatorische Maßnahmen sind der Kern der Politikprinzipien in dieser Phase. Die in der Historie gesetzten Rahmenbedingungen sind für mögliche Effizienzgewinne der dominanten Technologie anpassbar. Somit kann das entsprechende Regime seinen Technologiepfad nach erwarteter Marktnachfrageentwicklung gestalten und rentable Innovationsinvestitionen tätigen. Partikularinteressen koexistierender

Regime sollten keinen Einfluss auf die Gestaltung organisatorischer Maßnahmen haben, denn die dominanten Nachfragebedürfnisse werden vom Regime in der Wachstumsphase bedient – müssen sie zwangsläufig auch, denn diese haben sich im Zeitverlauf auf das Verkehrsangebot des dominanten Regimes ausgerichtet. Würden Partikularinteressen von benachteiligten Regimes in beispielsweise eine Regulation mit einbezogen, wird die dominante Nachfrage, welche im Falle des Güterverkehrs die wirtschaftliche Entwicklung spiegelt, geschwächt - allerdings ohne das die Nachfrage durch ältere Verkehrssysteme in gleicher oder besserer Angebotsqualität bedient werden könnte.

Quadrant 4 (Degenerationphase/ Parallelisierung einer Massentechnologie in einen Nischenmarkt): Das technologische Patt ist der prägende theoretische Effekt dieser Phase. Nach dem Preiswettbewerb, der sich zum Ende der vorangegangenen Phase einstellt, sind keine Gewinne zur Reinvestition am Markt zu erwirtschaften. Keine Innovationen bedeuten keine Marktdynamik und damit wiederum keine Aussicht auf Gewinne zur Reinvestition. Der Markt degeneriert zur Nische, da sich ein neuer Massenmarkt mittels einer alternativen Technologie, die sich in einer früheren Evolutionsphase befindet, herausbildet. Eine Massentechnologie ist die Technologie jedoch weiterhin, da in der Wachstumsphase des Verkehrssystems ein Regime aus Infrastruktur, Bedienkonzept, Wertschöpfungsketten usw. aufgebaut wurde und typischerweise national und international flächendeckend besteht. Irgendwann muss eine gesellschaftliche Entscheidung getroffen werden, ob das Verkehrssystem den Marktkräften auszusetzen ist – wobei es sich entweder transformiert, verschwindet oder in Nischen verbleibt - oder weitere Subventionen das Verkehrssystem in einem degenerierenden Markt konservieren sollen.

Hinderliche Maßnahmen: Mit inkrementellen Innovationen an der Technologie ist das Marktpotenzial bereits in den vorangegangenen Evolutionsphasen ausgeschöpft worden – die Technologie ist durchoptimiert. Öffentliche Gelder zur Stabilisierung der Patt-Situation zu investieren, z.B. zur finanziellen Förderung inkrementeller Innovationen, kann das Patt weder auflösen, noch die Konkurrenzbedingungen des Verkehrssystems am Markt verbessern. Gleiches gilt für schützende organisatorische Maßnahmen. Schützende Regularien beispielsweise würden mögliche positiv gerichtete Reformen zusätzlich erschweren. Darüber hinaus fehlen die öffentlichen Gelder oder die wirtschaftliche Handlungsfreiheit in Fällen von schützenden Regularien, welche der Entwicklung von Verkehrssystemen oder Technologien dienen können, die sich in einem früheren Evolutionsstadium befinden und das Patt auflösen könnten.

Förderliche Maßnahmen: Es gibt durchaus einige Gründe, die Degenerierung eines Marktes bzw. eines Verkehrssystems aufzuhalten (siehe Kapitel 2.2). Förderliche organisatorische und monetäre Maßnahmen in der Pattsituation eines Verkehrssystems sind a) den Rückzug in rentable Nischen zu unterstützen, weil aus diesen Nischen neue Wachstumschancen entstehen können und/oder b) neue Lösungsideen für den Verkehrsträger zu fördern, was nur mittels radikaler Innovationen geschehen kann. Letzteres ist insbesondere durch einen Transfer einer Nischentechnologie aus einem Nischenmarkt (siehe Quadrant 1) zu erreichen. Monetäre und organisatorische Maßnahmen sind hierfür förderlich (Infrastrukturanpassung, Wettbewerbsstrukturen, etc.). Weiterhin ist die Erosion der Infrastruktur zu verzögern. Der Rückbau führt zum beschleunigten Abbau unrentabler Strecken sowie Angeboten und das betroffene Verkehrssystem verliert seine Netzfunktion. Ein verzögerter Rückbau erhält das Netz und die erreichte Raumanbindung, so dass Unternehmer mit radikalen Innovationen (aus der ersten Evolutionsphase) bei der Nachnutzung der Infrastruktur Vorteile schöpfen können.

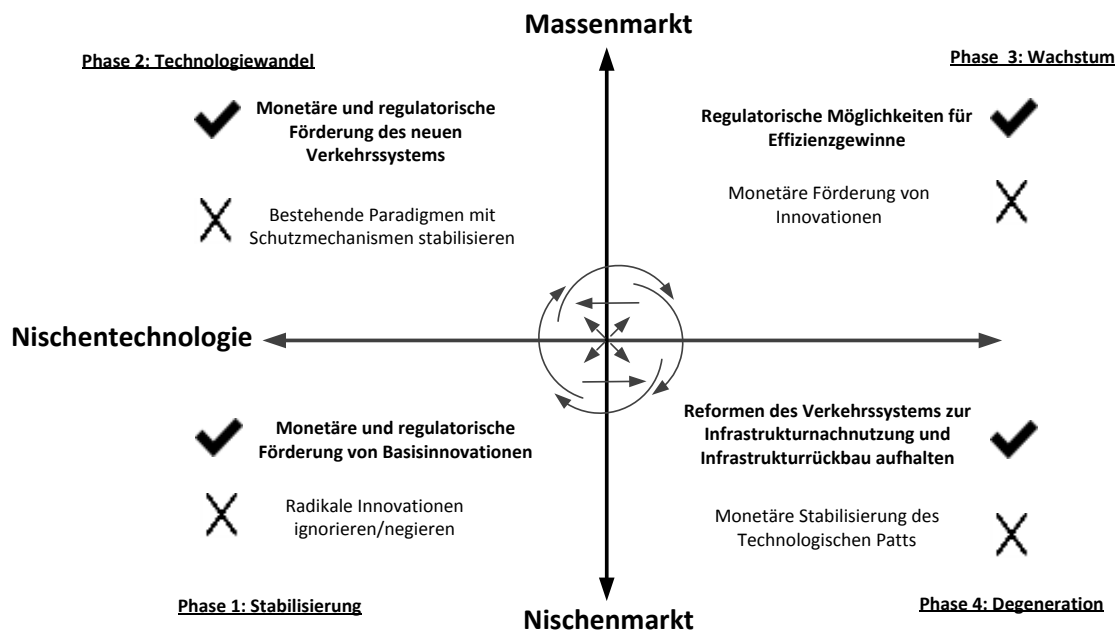


Abbildung 1: Politikprinzipien entsprechend der Verkehrssystemevolutionsphasen

Heinze (1979) charakterisiert ein Verkehrssystem als ein komplexes System mit Eigendynamik, in dem verkehrspolitische Restriktionen lediglich kreative Umgehungsstrategien und Wieder-Anpassungen zur Folge hatten und sich damit bisher selten die gewünschten Effekte durch politische Maßnahmen einstellten. Der entscheidende Punkt des Analyseschemas und der resultierenden Politikprinzipien ist, dass sie eine Abkehr von einer Verkehrspolitik postulieren, die sequenziell auf Partikularinteressen eingeht. Die Verkehrsinnovationspolitik könnte vielmehr den Förderbedarf aus den dynamischen, versetzt ablaufenden Evolutionsphasen der Verkehrssysteme und den jeweiligen Abhängigkeiten der Phasen abgeleitet werden. Die absehbaren Vorteile der hierfür zuvor postulierten Politikprinzipien wären:

- Die öffentliche Hand wäre vorrangig ein Unterstützer und nicht ein Beschützer von Verkehrssystemen.
- Der Wettbewerb zwischen alten, neuen und koexistierenden Technologien und Verkehrsangeboten wird erhöht und dies nicht als Preiswettbewerb sondern als Wettbewerb um die Qualität des Marktangebotes.
- Dieser Wettbewerb steigert sich konstruktiv, denn es gibt keine „Gegen-Maßnahmen“ sondern ein Bedarf je Evolutionsphase.
- Die dynamischen Bedürfnisse der Nachfrager wären stets die Ausgangslage der Analyse.
- Die Verkehrssysteme können, Ihrem Leistungsprofil entsprechend, eine Rolle im Gesamtsystem einnehmen - inklusive einem marktkonformen Rollenwechsel im Zusammenspiel mit neuen Verkehrssystemen.
- Nach einem Rollenwechsel kann einerseits der Rückzug in die Nische für bestehende Verkehrsangebote unterstützt oder andererseits Basisinnovationen gefördert werden, die aus dem technologischen Patt herausführen und damit zukunftsfähige Reformen umsetzen. Alternativen sind hierfür in der Langfrist-Perspektive rechtzeitig entwickelt und verfügbar.

- g) Politische Ziele können die Entwicklung des Gesamtverkehrssystems lenken (z.B. Verlagerung von Gütern auf die Bahn) und kann der Staat eine langfristig orientierte Gestaltungsfunktion übernehmen.
- h) Das staatliche Handeln kann sich an modernen innovations- und industrieökonomischen Grundlagen orientieren und Maßnahmen sowie deren Unterlassungen wissenschaftlich fundiert begründen.

Somit wäre eine konsistente Verkehrspolitik bei der Koexistenz von Verkehrssystemen möglich und eine nachhaltige Wirtschafts- und Verkehrssystementwicklung erreichbar. Die Koexistenz der Verkehrsträger erzeugt dann weniger Dilemmata und bietet langfristig ausgerichtete Rahmenbedingungen zur positiven wirtschaftlichen und verkehrlichen Entwicklung.

Zur Verdeutlichung der praktischen Relevanz wird im nächsten Abschnitt das Analyseschema und dessen Prinzipien auf eine aktuelle verkehrspolitische Fragestellung angewendet und die Nutzung demonstriert.

4. Fallstudie: Die Zulassung von Lang-Lkw in Deutschland

Im Güterfernverkehr hat der Gliederzug-Lkw eine maximale Länge von 18,75 Meter (der Sattelzug 16,50 Meter) und ein zulässiges Gesamtgewicht von 40 Tonnen bzw. im kombinierten Verkehr 44 Tonnen. Aufgrund des Drucks der verladenden Wirtschaft und aufgrund des Arguments höherer Energieeffizienz gibt es Bestrebungen, die Maximallänge (aber nicht das Maximalgewicht) zu erhöhen. Damit werden sog. Lang-Lkw mit einer Gesamtlängen von bis zu 25,25 Meter möglich. Seit Jan 2017 sind solche Lang-Lkw in Deutschland mittels einer Ministererlaubnis auf einem definierten Streckennetz für den Regelbetrieb zugelassen worden (BMVI 2016). Der Lang-Lkw ist insbesondere von der Logistikbranche bzw. deren Verbänden wegen seiner „ökonomischen und ökologischen Vorteile“ (DLSV 2016) gefordert worden. Bereits in der fünfjährigen Testphase vor der Zulassung wurde der Lang-Lkw vor allem wegen möglicher Verkehrsverlagerungen von der Schiene auf die Straße kontrovers debattiert. Es gibt inzwischen einige wissenschaftliche Studien, die zu sehr unterschiedlichen Vorhersagen hinsichtlich der Auswirkungen auf den Modalsplit kommen. Schienenverkehrsaffine Unternehmen und Verbände, sowie auch ministeriale Ressorts haben sich gegen diese Entscheidung positioniert sowie sich im Vorfeld dagegen ausgesprochen und dabei auf die Verlagerungspolitik sowie noch ungenutzte Verbesserungspotenziale des Schienenverkehrssystems verwiesen.

Zufällig, oder um der Kritik zu begegnen, sind *deutliche Reduktion der Trassenpreise für den Schienengüterverkehr*, vorbehaltlich der Zustimmung des Finanzministeriums, sowie der Ausbau des Netzes für 740 Meter lange Güterzüge im Juli 2017 beschlossen worden. Weitere Maßnahmen im aufgesetzten Masterplan Schienengüterverkehr sollen den Fuhrpark modernisieren, das Netz ertüchtigen und einen zukunftsfähiges Schienengüterverkehrssystem entwickeln.

Das Dilemma für die aktuelle Verkehrs- und Innovationspolitik durch die etablierten Politikprinzipien lautet im Fall des Lang-Lkw: Einerseits die Verlagerung von Gütertransporten auf die Schiene proklamieren, andererseits Innovationen für den Straßengüterverkehr derart akzentuiert fördern, das Systemvorteile der Schiene geschwächt werden, was wiederum mit Gegenmaßnahmen versucht wird auszugleichen.

Hätte der Lang-Lkw nicht zugelassen werden sollen, da in der Folge Verlagerungen von Schienentransporten auf die Straße nicht abwegig sind? Sind die Potenziale des Schienengüterverkehrssystems für ein nachfrageorientiertes Marktangebot strukturell gegeben, von der Politik aber bisher unzulänglich gefördert? Dies sind beispielhafte, für die Fallstudie Lang-Lkw, zu beantwortende Fragen, die entweder im Vorfeld der Entscheidung oder nun im Nachgang als Analysebeispiel für zukünftige Entscheidungen in der Güterverkehrs- und Innovationspolitik beantwortet werden sollten. Dazu wird das Analyseschema nachstehend angewandt, um a) die Anwendung selbst zu demonstrieren sowie b) Handlungsempfehlungen aus Sicht des Analyseschemas für den Fall Lang-Lkw abzugeben.

Zur Anwendung des Analyseschemas wird als hypothetische verkehrspolitische Aufgabe angenommen: Man möchte verstärkt Güterverkehre umweltfreundlich auf Basis der Schiene abwickeln – gleichzeitig möchte man den Forderungen der produzierenden und handelnden Wirtschaft sowie der Logistikbranche nach einem leistungsfähigen Güterverkehrssystem nachkommen. Die Innovation als Mittel der Wahl ist hierfür der Lang-Lkw: Der Lang-Lkw stellt aus Sicht der Hersteller eine inkrementelle technische Innovation dar. Ein Lang-Lkw fördert weiterhin potenziell inkrementelle organisatorische Innovationen für die Logistikbranche, da veränderte Logistikkonzepte umgesetzt werden können. Für politische Aufgabenträger ist die Zulassung des Lang-Lkw eine organisatorische Innovation, denn bestehende Regularien müssen angepasst werden.

Zunächst muss evaluiert werden, in welcher Evolutionsphase sich die Verkehrssysteme a) Schiene und b) Straße befinden:

- a) Die Durchsetzung der Eisenbahn als Verkehrssystem war eine Folge veränderter Transportanforderungen aus der ersten industriellen Revolution heraus. Die technisch-organisatorischen Einsatzmöglichkeiten der Eisenbahn förderten die Industrialisierung in Deutschland und damit schuf sich das Verkehrsmittel eine neue und ausgeweitete Güterverkehrsnachfrage: Massengüter für und aus der großindustriellen Produktion (unabhängig vom Ort des Ressourcenaufkommens), sowie für den Bahnbetrieb selbst. Das Netz, in Folge einer beschleunigten Wachstumsphase des Eisenbahnsystems ab ca. 1850, hatte seine größte Ausdehnung um 1913 erreicht (vgl. Heinze und Kill 1988). Mit der Durchsetzung des Automobils bzw. des Lkw ist der Marktanteil seit dem auf unter 25% der Verkehrsleistung in Deutschland gesunken⁴. Daraus kann zweifelsfrei geschlossen werden, dass die ersten drei Phasen der Verkehrssystemevolution abgeschlossen sind und sich das Verkehrssystem in der Degenerationsphase (vierte Evolutionsphase) befindet. Weiterhin wurde es in dieser Phase mit öffentlichen Mitteln als Verkehrssystem erhalten – und koexistiert damit zur Binnenschifffahrt und zur Lkw-basierten Logistik.
- b) Die Lkw-basierte Logistik ist auf kleinteilige Güter von arbeitsteiligen, räumlich getrennt und flexibel agierenden Produktions- und Handelsunternehmen spezialisiert. Diese Stärke des Verkehrssystems konnte seit dem Aufschwung der Wirtschaft in Westdeutschland nach dem Zweiten Weltkrieg, in der sich eine Industrielandschaft durch spezialisierte mittelständische Unternehmen entwickelte, was vermehrt Netzabhängigkeiten in Produktion und Handel zur Folge hatte, erfolgreich eingesetzt und entwickelt werden. Die Lkw-basierte Logistik hat diese

⁴ Nach Eurostat-Daten. Dabei muss noch beachtet werden, dass sich die Verkehrsleistung aus Gewicht*Kilometer berechnet und damit Massengüter stärker in den Indikator eingehen, als die Bedeutung in den Transportmärkten tatsächlich ist. Laut Schwemmer et al. (2015) ist die Schiene in die Stückgut- und Kontraktlogistik nicht maßgeblich integriert.

Entwicklung, intensiv ab den 90ern, durch den Service der Integration von Produktions- und Handelssystemen und der Transportlogistik in Form der Kontraktlogistik gefördert (vgl. Baumgarten 2010) und sich so eine eigene Nachfrage für die heute bestehende komplexe Logistik in und zwischen Wertschöpfungsketten geschaffen – den Logistikeffekt. Weiterhin werden derzeit ca. 70% der Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr erbracht und somit ist es unstrittig die dominante Transportform. Daraus kann abgeleitet werden, dass sich die Lkw-basierte Logistik in der 3. Phase der Verkehrssystemevolution befindet, der Wachstumsphase.

Aus den beschriebenen Politikprinzipien des Analyseschemas können nun nachstehenden Fragen⁵ strukturiert wie folgt beantwortet werden:

1. *Hätte der Lang-Lkw nicht zugelassen werden sollen, da in der Folge Verlagerungen von Schienentransporten auf die Straße nicht abwegig sind?*

Die Entscheidung betrifft die Anpassung einer historisch gewachsenen Regulation: der StVO und der StVZO. Die Zulassung der Lang-Lkw ist im Sinne einer nachhaltigen Verkehrs- und Innovationspolitik konsistent, denn sie dient der Effizienzerhöhung des dominanten Verkehrssystems. Mit der Überarbeitung einer bestehenden Regulierung ist es ermöglicht worden, dass sich Logistikstrukturen selbstfinanziert an geänderte Nachfragestrukturen anpassen bzw. diese unternehmerisch gestalten können. Damit ist eine Rendite bei Fahrzeugherstellern sowie Logistikunternehmen für die Innovation gegeben. Ggf. kann neben einer Serviceerweiterung auch eine Kostenreduktion an die versendende Wirtschaft weitergegeben werden. Diese Vorteile dem Regime vorzuenthalten, zum Schutz bzw. zur Stabilisierung eines Verkehrssystems, hier der Schiene, ist dabei nicht gewichtig zu bemessen. Auch wenn sich Verlagerungen von der Schiene auf die Straße einstellen sollten, was auf Grund internationaler Erfahrungen nicht abwegig ist, zeigt dies nur, dass es noch Effizienzpotenziale für den Straßengüterverkehr gibt. Eine Verlagerung wäre vielmehr als ein Impuls zur Innovation im Schienengüterverkehr zu verstehen, möglicherweise genau an den Stellen wo die Verlagerung stattfindet, als zur Begründung für künstliche Barrieren zur Systemevolution in der Lkw-basierten Logistik zu nutzen. Die Versuchsphase sowie die ggf. nötigen Anpassungen an der Infrastruktur und der Organisation des Verkehrsablaufes wären jedoch durch die Produzenten oder Nutzer der Lang-Lkw zu tragen – nicht mit öffentlichen Ressourcen zu finanzieren.

2. *Sind die Potenziale des Schienengüterverkehrssystems für ein nachfrageorientiertes Marktangebot strukturell gegeben, von der Politik aber bisher unzulänglich gefördert?*

Eine Ausweitung des Marktangebotes mittels inkrementeller Innovationen ist bei der Schiene kaum mehr gegeben, denn die Technik ist in deren vorangegangenen Evolutionsphasen bereits durchoptimiert worden. Sie befindet sich in einem technologischen Patt (detailliertere Analyse siehe Müller et al. 2016). Daher sind Schutzmechanismen, in diesem Fall, zunächst eine Verhinderung von Systemverbesserungen bei der Straße, keine zukunftsorientierte Politik, sondern eine Politik die Ineffizienzen und Externalitäten fördern würde. Vielmehr muss in der Patt-Situation das Marktangebot auf der Schiene strukturell und technisch reformiert werden – dazu sind nach theoretischer Auffassung radikale Innovationen nötig, die auch einer politischen Unterstützung bedürfen. Relevant ist demnach, welche radikalen Innovationen in der ersten Phase der Evolutionsstufe das Schienenverkehrsangebot reformieren und in welcher Marktnische mit Wachstumspotenzial diese eingesetzt werden können? Optionen und

⁵ Diese Frage als auch die sich anschließende Frage 2 sind bewusst bewertend formuliert, um einen politischen Diskurs zu simulieren.

Markteintrittsmöglichkeiten sind in Müller et al. (2016) vertieft diskutiert. Eine Förderung von radikalen Innovationen mit finanziellen und organisatorischen Maßnahmen ist in dieser Phase eine konsistente Verkehrspolitik. Eine Senkung der Trassenpreise ist somit keine zukunftsweisende Maßnahme. Der Preiswettbewerb führt, das wurde unter anderem im Innovator's Dilemma oben ausgeführt, nicht zur Innovationsfähigkeit, sondern zum Gegenteil. Im Masterplan Schienengüterverkehr sind weitere Maßnahmen dargestellt, die, wenn man zusammenfassen darf: a) bestehende Nachteile der Schiene gegenüber dem Lkw was Geschwindigkeit, IKT-Einsatz, Netzzugang, Leistungsfähigkeit der Infrastruktur, Automatisierung auszugleichen anstreben und b) die Umwelt-Performance der Schienenfahrzeuge forcieren sollen. Der Schienengüterverkehr ist nach dem im Masterplan dargestellten Leitbild zukünftig eine tragende Säule des europäischen Transportsystems: sicher, umweltfreundlich sowie entlastend für die Straßen. Damit entspricht das Leitbild der Zukunft in etwa dem, was bereits heute dem Schienengüterverkehr bescheinigt werden kann und die Maßnahmen sind bei genauerer Betrachtung eine Überführung bereits laufender oder abgeschlossener Maßnahmen bzw. Innovationen aus dem Straßengüterverkehr zum Schienengüterverkehr. Es werden in keinen der Maßnahmen für den Kunden spürbare Vorteile gegenüber dem Lkw herausgearbeitet – es bleibt ein sicheres, umweltfreundliches, Straßen entlastendes Verkehrsmittel sowie neben Straße und Binnenschiff eine dritte Säule im Gesamtverkehrssystem (Luftfrachtverkehr vernachlässigt). Auf Grund des theoretischen Konzeptes des Artikels kann mit hoher Wahrscheinlichkeit prognostiziert werden, dass der Maßnahmenkatalog kaum zu einer Verkehrsverlagerung zur Schiene führen wird. Dennoch kann man sagen, dass trotz des Masterplans Schienengüterverkehr die Potenziale der Schiene unzulänglich gefördert werden. Der Maßnahme 3.2 (*Möglichst spezifische Fördermöglichkeiten im Rahmen eines Bundesprogramms „Zukunft Schienengüterverkehr“ schaffen*) kommt die größte Bedeutung zu. Dies sollte aber genereller geschehen als nur hinsichtlich der "stärker automatisierten letzten Meile" gewidmet. Basierend auf Müller et al. (2016) und dem hier dargestellten Analyseschema kann als wichtigste Empfehlung für die Maßnahme 3.2 formuliert werden: in den Diskurs mit Inventoren und Innovatoren radikaler Ideen für einen neuen Schienengüterverkehr zu treten und anschließend Förderinstrumente für das Wachstum von Marktnischen, Geschäftsmodellen und entsprechenden Technologien zu evaluieren.

Es zeigt sich, dass die Zulassung einiger Lang-Lkw-Typen eine konsistente Förderung von Innovationen darstellt. Schlechte Auswirkungen auf den Schienengüterverkehr als Grund zur Ablehnung des Lang-Lkw zu nehmen, würde Ineffizienzen und Externalitäten im Markt schaffen. Dort, wo das Leistungsangebot der Schiene dem der Straße überlegen ist, wird keine Verlagerung stattfinden. Wo dies nicht der Fall ist, ist eine Verlagerung als Marktmechanismus zu erwarten. Für das Ziel Güterverkehre verstärkt umweltfreundlich auf Basis der Schiene abzuwickeln, sollte die Innovationspolitik eine der Evolutionsphase der Schiene entsprechenden Strategie zur Erlangung eines konkurrierenden Marktangebotes aufsetzen und konsequent verfolgen: radikale Innovationen in wachstumsfähigen Nischenmärkten monetär und organisatorisch fördern.

Quellennachweise:

1. Baumgarten H. (2010): Das Beste der Logistik. Springer (Hrsg.). Auflage: 2008. ISBN-10: 3540784047
2. Beise M. (2004): Lead markets: country-specific drivers of the global diffusion of innovations. In: Research Policy. Vol. 33 (2004). S. 997–1018
3. BMVI (2016): Lang-LKW fahren dauerhaft auf geeigneten Strecken - Überführung des Feldversuchs in den streckenbezogenen Regelbetrieb. <http://www.bmvi.de/goto?id=289348> (Letzter Zugriff 27.04.2017). Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016)
4. BMVI (2017): Masterplan Schienengüterverkehr. Berlin. Juni 2017
5. Christensen, C. M. (1997a): Patterns in the Evolution of Product Competition. In: European Management Journal Vol. 15, No. 2, S. 117-127, 1997
6. Christensen, C. M. (1997b): The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1997.
7. Christensen, C. M. und Rosenbloom R.S. (1995): Explaining the attacker's advantage: technological paradigms, organizational dynamics, and the value network. In: Research Policy, Vol. 24. S. 233-257. 1995
8. Dosi G. (1982): Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. In: Research Policy, Vol. 11. Issue 3. S. 147-162
9. DSLV (2016): Positionspapier zur Überführung des Feldversuchs mit Lang-Lkw in den Regelbetrieb. Berlin, 21. September 2016. Deutscher Speditions- und Logistikverband e. V. (2016)
10. Edler J. und Georghiou L. (2007): Public procurement and innovation—Resurrecting the demand side. In: Research Policy. Vol. 36 (2007) S. 949–963
11. Fagerberg J. (2003): Schumpeter and the revival of evolutionary economics: an appraisal of the literature In: Journal of Evolutionary Economics, 13, 125-159.
12. Geels F. W. (2002): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. In: Research Policy. Vol. 31. S. 1257–1274
13. Geels F. W. (2010): Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. In: Research Policy. Vol 39. S. 495–510
14. Grandjot H.H. und Bernecker T. (2014): Verkehrspolitik: Grundlagen, Herausforderungen, Perspektiven. DVV Media Group. ISBN 978-3-87154-495-8
15. Heinze G.W. (1979): Verkehr schafft Verkehr: Ansätze zu einer Theorie des Verkehrswachstums als Selbstinduktion. In: Berichte zur Raumforschung und Raumplanung. Vol. 23 (4/5). S. 9-32 Springer Verlag, ISSN 0005-9102. Wien
16. Heinze G.W. (1985): Zur Evolution von Verkehrssystemen – Perspektiven der Telekommunikation. In: Perspektiven verkehrswissenschaftlicher Forschung – Festschrift für Fritz Voigt zum 75. Geburtstag. Herausgegeben von Sigurd Klatt. Duncker & Humblot (1985)
17. Heinze G.W. und Kill H.H. (1987): Chancen und Grenzen der neuen Informations- und Kommunikationstechniken. Zur Übertragung verkehrsevolutorischer Erfahrungen auf die Telekommunikation. In: Räumliche Wirkungen der Telematik, Veröffentlichung der Akademie für

- Raumforschung und Landesplanung, Forschung- und Sitzungsberichte. Band 169, S. 21-72, Hannover
18. Heinze G.W. und Kill H.H. (1988): The development of the German railroad system, in: The development of large technical systems, Publications of the Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung, Köln, Vol. 2, Ed. by Renate Mayntz, Thomas P. Hughes, Campus, Westview Press, Frankfurt am Main, Boulder (Colorado), S. 105-134
 19. Mazzocato M. (2013): The Entrepreneurial State - Debunking Public vs. Private Sector Myths. Anthem Press 2013
 20. Mensch G. (1975): Das technologische Patt: Innovationen überwinden die Depression. Umschau Verlag Breidenstein KG. ISBN 3-524-00643-4
 21. Müller S. und Liedtke G. und Lobig A. (2016): Chancen und Barrieren für Innovationen im deutschen Schienengüterverkehr: Eine innovationstheoretische Perspektive. In: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft (03/2016)
 22. Müller S. und Liedtke G. (2017): Konzept der Verkehrssystemevolution: Eine erweiterte Multi-Level Perspektive (eingereichte Publikation)
 23. Nelson R.R und Winter S.G. (1982): An evolutionary theory of economic change. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge Massachusetts and London, England
 24. Loorbach D. A. (2007): Transition Management - New mode of governance for sustainable development. Dissertation. Erasmus Universiteit Rotterdam
 25. Perez C. (2003): Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. Edward Elgar, Cheltenham. ISBN: 1843763311
 26. Pierson P. (2000): Increasing Returns, Path Dependence and the Study of Politics. In The American Political Science Review, Vol. 94, No. 2. pp. 251-267
 27. Schöller O. (2006): Mobilität im Wettbewerb - Möglichkeiten und Grenzen einer integrierten Verkehrspolitik im Kontext deregulierter Verkehrsmärkte. Hans-Böckler-Stiftung (Hrsg.) Edition 162. ISBN 3-86593-039-5
 28. Schwemmer M., Kille C. und Reichenauer C. (2015): Less Than Truckload Networks – The European market for Network based cross border goods flows (Excerpt from the Study). Fraunhofer Institute for Integrated Circuits IIS (Hrsg.). Stuttgart 2015
 29. Sydow J., Schreyögg G. und Koch J. (2009): Organizational path dependence: Opening the black box. In: Academy of Management Review. Vol. 34. No. 4. pp. 689–709