evolution2green

Pfadabhängigkeiten

und evolutorische Ökonomik

Inputpapier im Rahmen des Projekts Evolution2Green – Transformationspfade zu einer Green Economy

Jens Clausen, Klaus Fichter (Borderstep Institut)

Stand: April 2016

INPUTPAPIER

Eine Kooperation von: Borderstep Institut, izt Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, adelphi

Abbildung Titel: © Pixelbliss - shutterstock.com
© 2016 **adelphi, Borderstep, IZT**

Evolution2Green wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Projektleitung
adelphi
Caspar-Theyss-Strasse 14a T +49 (0)30-89 000 68-0 www.adelphi.de
14193 Berlin F +49 (0)30-89 000 68-10 office@adelphi.de

Projektpartner

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH
Clayallee 323 T: +49 (0)30 - 306 45 1000 www.borderstep.de
14169 Berlin info@borderstep.de

IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH
Schopenhauerstr. 26 T: +49 (0) 30 80 30 88-0 www.izt.de
14129 Berlin info@izt.de

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis **IV**

Tabellenverzeichnis **IV**

Abkürzungsverzeichnis **IV**

1 Einleitung **1**

2 Evolutorische Ökonomik **2**

2.1 Das Pfadkonzept 3

2.1.1 Innovations- und Diffusionspfade 3

2.1.2 Pfadwechsel und Pfadkreation 4

2.1.3 Pfadabhängigkeiten 5

3 Typen von Pfadabhängigkeiten **8**

3.1 Rechtliche Pfadabhängigkeiten 8

3.1.1 Rechtliche Regeln 8

3.1.2 Normen und Standards 11

3.1.3 Fazit 12

3.2 Ökonomische Pfadabhängigkeiten 13

3.2.1 Marktkapitalisierung 13

3.2.2 Investitionen 16

3.2.3 Fläche 18

3.2.4 Subventionen 19

3.2.5 Skaleneffekte 20

3.2.6 Fazit 22

3.3 Infrastrukturelle und technologische Pfadabhängigkeiten 23

3.3.1 Infrastrukturen 23

3.3.2 Technologische Pfadabhängigkeiten 24

3.3.3 Fazit 26

3.4 Organisationale Pfadabhängigkeiten 26

3.4.1 Organisationsroutinen und Unternehmenskultur 26

3.4.2 Interessenverbände 27

3.4.3 Fazit 29

3.5 Nutzerbezogene Pfadabhängigkeiten 29

3.5.1 Fazit 31

4 Fazit Pfadabhängigkeiten **32**

4.1 Pfadabhängigkeiten im Produktlebenszyklus 32

4.2 Pfadabhängigkeiten und Transformationsstrategien 34

4.2.1 Nicht mehr Vorhandenes 34

4.2.2 Vorhandene Infrastrukturen 34

4.2.3 Umgehen mit potentiellen Verlierer des Strukturwandels 34

4.2.4 Pfadwechselstrategien auf Basis rechtlicher Regelungen und ökonomischer Instrumente 35

4.2.5 Nutzerbezogene Barrieren 35

4.3 Der Doppelcharakter von Pfadabhängigkeiten 36

4.4 Pfadabhängigkeiten im Mehrebenenmodell von Geels 36

Literaturverzeichnis **38**

Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Eine Typologie verschiedener Modi des Wandels 4

Abbildung 2: Entwicklung der Emissionen und der Überschüsse 2008 bis 2014 9

Abbildung 3: Marktkapitalisierung in Milliarden € 14

Abbildung 4: Entwicklung des Endenergiebedarfs bis 2050, dargestellt anhand der heutigen Förderstrukturen der KfW-Programme („Effizienzhäuser“) 17

Abbildung 5: Europäisches Fibre to the Home (FTTH) Ranking 18

Abbildung 6: Staatliche Förderung der Steinkohle von 1999 bis 2014 19

Abbildung 7: Verkaufszahlen von Röhrenmonitoren (CRT), LCD- und Plasma-Monitoren (PDP) 21

Abbildung 8: Entwicklungspotenzial der Kosten für Strom aus erneuerbaren Energien 22

Abbildung 9: Weltweite Marktanteile von Betriebssystemen für PCs und mobile Endgeräte incl. Smartphones 25

Abbildung 10: Fleischverbrauch in Deutschland 1950-2010 (in kg/Kopf) 30

Abbildung 11: Mögliche Pfadabhängigkeiten und Bezüge zum Lebenszyklus von Produkten 33

Abbildung 12: Pfadabhängigkeiten im Mehrebenenmodell von Geels 36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Typen von Pfadabhängigkeiten 32

Abkürzungsverzeichnis

EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
DIN	Deutsches Institut für Normung
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
WBGU	Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

1 Einleitung

Pfadabhängigkeiten werden in vielen Arbeiten der Innovationsforschung als Erklärung dafür bemüht, warum sich der Wandel vielerorts so schwierig gestaltet. Die allermeisten Arbeiten erklären Pfadabhängigkeiten dabei als vom Wesen her technisches Phänomen, besonders gerne werden die QWERTY-Tastatur (Boas, 2007; Liebowitz, 1995) oder die Videokassettensysteme Betamax und VHS (Vergne & Durand, 2010) als Beispiele herangezogen. Aber Pfadabhängigkeiten gehen weit über technische Lock-Ins hinaus.

Der vorliegende Text versucht sich daher in der Aufgabe, auf Basis einer groben Struktur von Pfadabhängigkeiten und mit Blick auf Handlungsfelder der Transformation zur Green Economy einen ersten, sicher nicht vollständigen, Überblick über konkrete Erscheinungsformen von Pfadabhängigkeiten zu geben. Er will so die Grundlage für eine Diskussion darüber schaffen, was mit Blick auf die in Modul 2 des Projektes „Evolution2Green“ anstehenden Problemfeldanalysen als Pfadabhängigkeit verstanden werden soll.

Die hier vorliegende Analyse wurde vornehmlich mit Blick auf die Handlungsfelder Energie, Verkehr, Ernährung und Wohnen sowie das Querschnittsfeld IKT und Digitalisierung erstellt. Hierbei befindet sich die IKT in einer Sonderrolle, da sie nicht direkt Ursache eines der hauptsächlichen Umweltprobleme ist. Sie wird vielmehr deswegen betrachtet, weil ein Pfadwechsel zu einer die grünen Chancen nutzenden und unterstützenden IKT ein wichtiger Hebel auf dem Weg zu einer wirtschaftlich erfolgreichen Green Economy zu sein scheint.

2 Evolutorische Ökonomik

Die Entstehung der evolutorischen Ökonomik geht auf Kritik an der orthodoxen ökonomischen Theorie zurück. Nelson und Winter (1982, S. 24) kritisieren hier besonders die Konzepte des ökonomischen Gleichgewichtes und der perfekten Vorhersehung zukünftiger Preise durch sämtliche Marktakteure aufgrund der Annahme, dass diese über ideal vollständige Informationen verfügen würden. Vielmehr sei es besonders in Zeiten des Wandels so, dass sehr viel Information ausgetauscht würde, die Marktakteure also sich offenbar nach und nach Informationen verschaffen würden (Nelson & Winter, 1982, S. 404). Sie entwickeln deshalb das Konzept der evolutorischen Ökonomik, dass in wesentlichen Punkten andere Grundannahmen trifft als die orthodoxe Mikroökonomik:

- Das Konzept der evolutorischen Ökonomik ist grundsätzlich dynamisch, wobei die Unterschiedlichkeit von Firmen ein wesentliches Element ist (Nelson & Winter, 1982, S. 402).
- Es erklärt diese Unterschiede mit dem Faktor Zeit. Ideale Gleichzeitigkeit ist nicht vorstellbar und ein Nacheinander erzeugt aufgrund jeweils unterschiedlicher Informationen notwendiger Weise Unterschiede im aktuellen Verhalten der Firmen.
- Behindert werden die Unternehmen nicht nur durch externe Faktoren, sondern auch durch interne. So entwickelt jedes Unternehmen spezifische Routinen als „organisatorisches Gedächtnis“, die die Geschäftsabläufe effizienter machen, der Änderung von Geschäftsabläufen aber letztlich im Wege stehen.
- Im Fall des Misserfolgs alter Routinen ist das „Suchen“ nach neuen Routinen dabei in sich wiederum ein Geschäftsablauf. Nelson und Winter (1982, S. 400) sehen die Routinen als „Gene“ der Organisation. Der Suchprozess nach neuen Routinen generiert dabei „Mutationen“, die sich aber nicht konkret vorhersagen lassen, also keiner höheren Logik folgen. Ihre Natur ist eher stochastisch, eine bestimmte neue Routine kann also entstehen, muss es aber nicht.

Die evolutorische Ökonomik kennzeichnet sich damit durch eine dynamische Perspektive, also die Betrachtung von Veränderungsprozessen. Dabei ist der Ablauf der Zeit von Bedeutung, da Vergangenes nicht mehr verändert werden kann, dafür die Entwicklung in der Zukunft prinzipiell verlaufsoffen ist. Zentrale Forschungsfragen der evolutorischen Ökonomik richten sich auf das Zustandekommen von Neuerungen (Innovation) und deren Verbreitungsprozess am Markt (Diffusion).

Neben dem Einfluss externer Faktoren geht es der evolutorischen Ökonomik auf der Ebene von Branchen bzw. Märkten um das selbstorganisierende Erzeugen neuer Bedingungen und dessen Auswirkungen auf ergebnis- und verlaufsoffene Prozesse innerhalb des untersuchten Systems.

Der Begriff „verlaufsoffen“ wird dabei in Anlehnung an ein biologisches Verständnis definiert. So sind in der Entwicklungsgeschichte des organismischen Lebens an zahlreichen Stellen multiple Verzweigungen aufgetreten, an denen grundsätzlich viele Weiterentwicklungen im Einklang mit den Naturgesetzen möglich gewesen seien. Lediglich aufgrund kleiner und unsystematischer Einflüsse, d.h. „kontingent“, sei dann diejenige Entwicklung ausgewählt worden, die letztlich realisiert wurde. Der Kontingenzbegriff bezeichnet dabei eine Entwicklung oder einen Zustand, der möglich ist, aber nicht zwangsläufig so sein muss bzw. so hätte sein müssen (Fichter & Clausen, 2013, S. 62). Weiter wird die Verlaufsoffenheit durch die bisherige Entwicklung eingeschränkt.

2.1 Das Pfadkonzept

2.1.1 Innovations- und Diffusionspfade

Der Begriff Pfad wird im Rahmen der evolutorischen Ökonomik als Ereigniskette im historischen Zeitverlauf verstanden. Dabei können sehr unterschiedliche „Ereignisse“ betrachtet werden wie z.B. biologische Ereignisse (Variation, Selektion, Retention), wirtschaftliche Ereignisse (Firmengründungen, Insolvenzen, Verkaufsereignisse in definierten Märkten etc.), politische Ereignisse (Verabschiedung neuer Gesetze, Auftreten neuer Governance-Formen etc.) oder jegliche andere Art definierter Ereignisse. Das Pfadkonzept der evolutorischen Ökonomik fußt auf der Annahme von Kontingenz (etwas ist möglich, aber nicht beliebig) und prinzipieller Verlaufsoffenheit. Mit dem Pfadkonzept lassen sich sowohl Innovations- wie auch Diffusionsgeschehen analysieren:

- Ein Innovationspfad umfasst die Ereigniskette eines bestimmten Innovationsvorhabens im Zeitverlauf und seine Einbettung in ein spezifisches Innovationssystem. Eine Innovation ist der Versuch einer Pfadverzweigung und das Bemühen, dauerhaft einen neuen eigenen Pfad zu kreieren und zu etablieren. Fichter et al. (2010, S. 92) entwickeln hierfür ein Facettenreiches „Feuerwerksmodell“, Bieter und Fichter (2002) sprechen von einer „Innovationsabenteuerreise“.
- Ein Diffusionspfad umfasst die Ereigniskette eines bestimmten Diffusionsprozesses im Zeitverlauf und seine Einbettung in ein spezifisches Diffusionssystem. Er bildet die Verbreitung einer innovativen Lösung durch Imitation und Adaption ab und kann sowohl auf das Bemühen von Akteuren zurückzuführen sein, einen neuen Pfad zu stabilisieren und dauerhaft zu etablieren, als auch auf selbstverstärkende Effekte.

Das Konzept der Pfadabhängigkeit besagt allgemein, dass eine kausale Wirkung von früheren Ereignissen der Ereigniskette A, B, C, D, E … auf spätere vorliegt. „Während das „Einschließen“ auf einen Pfad (Lock-In) und die hierbei entstehenden oder wirkenden Pfadabhängigkeiten intensiv diskutiert werden, wird bisher der Frage, wie und warum Pfadverzweigungen entstehen und wie von Akteuren bewusst neue Pfade kreiert werden können, wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Genau an dieser Stelle erscheint allerdings eine Verknüpfung mit den Erkenntnissen und Konzeptualisierungen der Innovationsprozessforschung fruchtbar, weil diese sich mit der Entstehung und dem Verlauf von Innovationsprozessen beschäftigt. Um diese Verknüpfung vornehmen zu können, ist es allerdings zentral, zunächst einmal deutlich zu machen, dass Innovation ein spezifischer Modus des Wandels ist, und eben nur einer von mehreren möglichen“ (Fichter & Clausen, 2013, S. 85).

Grundsätzlich können vier Modi des Wandels unterschieden werden, die allesamt relevant für die Nachhaltigkeit von Neuerungen sind:

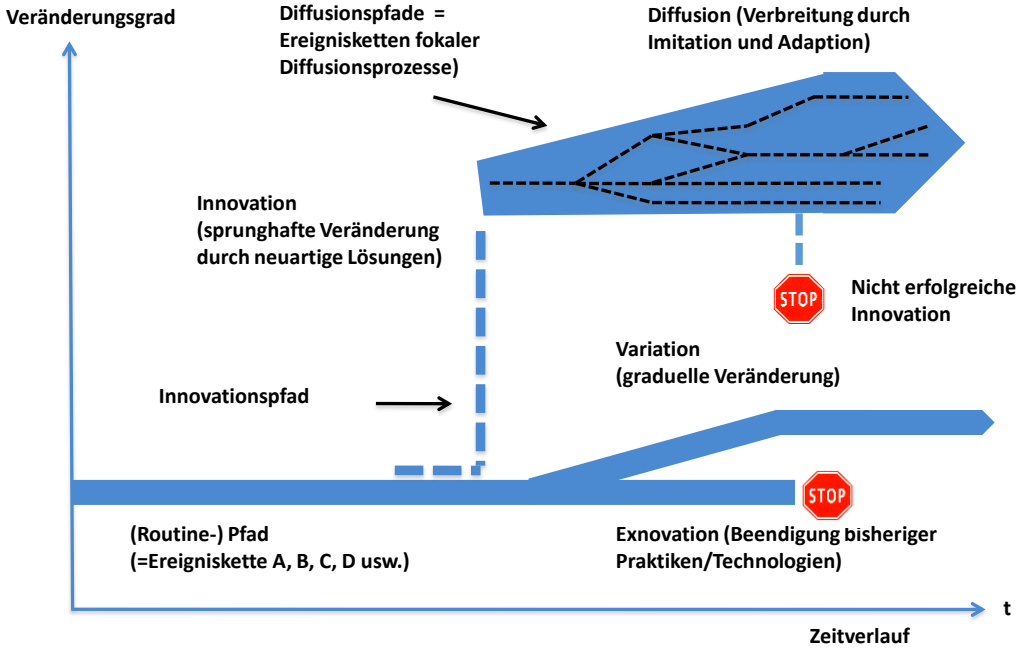
- Variation: Unter Variation versteht man eine kleinschrittige, kontinuierliche Veränderung oder Verbesserung, oft einfach die Anpassung an veränderte Umgebungsbedingungen. Das Managementprinzip der kontinuierlichen Verbesserung ist eine gängige Form der Variation und entwickelt einen bestehenden Pfad fort.
- Innovation: Unter einer Innovation versteht man die Entwicklung und Durchsetzung einer neuartigen technischen, organisationalen, institutionellen oder sozialen Problemlösung, die zu sprunghaften Veränderungen führt. Hier findet eine „Pfadverzweigung“ statt und es entsteht ein neuer Pfad (Pfadkreation)
- Diffusion: Diffusion beschreibt die Verbreitung einer Innovation. Diffusion ist der Prozess der Anwendung einer Innovation durch eine wachsende Anzahl von

Adoptern (Anwender, Nutzer) und umfasst den Zeitraum nach der erstmaligen erfolgreichen Anwendung bzw. nach der erfolgreichen Markteinführung.

- Exnovation: Unter Exnovation versteht man die Beendigung (nicht nachhaltiger) Praktiken, Technologien oder Nutzungssysteme. Beispiele für Exnovation sind der Beschluss der Bundesregierung zum Atomausstieg oder das EU-Glühbirnenverbot.

Die vier Modi des Wandels lassen sich im zeitlichen Verlauf anhand des Grads an qualitativer Veränderung gegenüber vorausgehenden Ereignissen gemeinsam darstellen.

Abbildung 1: Eine Typologie verschiedener Modi des Wandels



Quelle: Fichter & Clausen, 2013, S. 86.

2.1.2 Pfadwechsel und Pfadkreation

Der Begriff Pfadwechsel wird seit Jahren im politischen Umfeld gebraucht – immer dann, wenn ausgetretene Pfade verlassen werden sollen. Im umweltökonomischen Kontext sehen z.B. Petschow und Nill (1998, S. 11) die Erfordernis eines Pfadwechsels in der Energiepolitik, Kern und Schumann (1998) umschreiben damit die Situation der Deutschen Produktionssysteme am Scheideweg. Nill und Hübner (2001, S. 29) versuchen eine erste Abgrenzung: „Ein ökologisch-orientierter Pfadwechsel ist dabei kein technokratisches Vorhaben, sondern ein voraussetzungsvolles genuin sozio-ökonomisches Projekt, das der Kooperation aller Akteure des Innovationssystems und der Unterstützung wichtiger gesellschaftlicher Akteure bedarf.“ Damit ordnen sie den Pfadwechsel zumindest recht eindeutig den „großen“ Veränderungen zu, ohne ihn jedoch positiv zu definieren. Dieses versuchen von Gleich und Gößling-Reisemann: „Pfadwechsel sind die fundamentalen Änderungen des Entwicklungsweges eines Systems und von daher notgedrungen mit grundlegenden Umwälzungen verbunden“ (Gleich & Gößling-Reisemann, 2008, S. 154). Sie führen eine Reihe von Schwierigkeiten auf, die den Pfadwechsel behindern können (Gleich & Gößling-Reisemann, 2008, S. 156):

- die hochgradige Verknüpftheit einer großen Zahl von Systemelementen,
- die Notwendigkeit, nicht nur einzelne Innovationen durchzusetzen, sondern gleich einen ganzen Technologiepfad mit vielen Einzelelementen zu ändern,

- die Existenz hochspezialisierte Strukturen, die durch den Pfadwechsel entwertet werden,
- die häufige Irreversibilität des Vorgangs, da die alten Strukturen nach dem Pfadwechsel kaum wieder aktiviert werden können.

Sie resümieren (a.a.O. S. 157): „Solange … die Attraktivität des neuen Pfads unterhalb der Schwelle der Transaktionskosten und der Angst vor Irreversibilität bleibt, wird es nicht zu einem Pfadwechsel kommen.“ Als Ansätze zur Gestaltung des Pfadwechsels sehen sie neben der Erhöhung der Attraktivität des neuen Pfades auch die Strategie, die selbstverstärkenden Schleifen des alten Pfades zu schwächen.

Häufig wird es aber nicht möglich sein, von einem etablierten Pfad auf einen anderen Pfad zu wechseln, weil ein Alternativpfad überhaupt nicht existent ist. Damit liegt die Herausforderung der Transformation nicht im Pfadwechsel, sondern in der Pfadkreation. Die Herausforderung der Pfadkreation ist es, auf Basis einer Innovation deren stabile Verankerung im Wirtschaftssystem zu erreichen. Im Erfolgsfall mündet ein Innovationsprozess dann in einen neuen Pfad. Durch die dauerhafte Umsetzung bzw. nachhaltige Platzierung am Markt etabliert sich auf diese Weise ein neuer Routineprozess. Innovationen müssen also als Versuch der Pfadkreation verstanden werden.

Eine Pfadverzweigung bzw. die Kreation eines neuen Pfades beginnt in aller Regel mit einem Parallelvorgang von Routineprozessen und Innovationsprozessen. Dies ist in der Abbildung durch den phasenweise parallelen Verlauf von Routineprozess (durchgezogene Linie) und Innovationsprozess (gestrichelte Linie) dargestellt. Ein Innovationsprozess kann somit als Versuch der Pfadkreation interpretiert werden.

Dabei kann der innovierende Akteur sowohl dasselbe Unternehmen sein, welches auch das „Routineprodukt“ anbietet und nun verbessern will, aber auch ein anderes Unternehmen, eine Forschungseinrichtung oder ein StartUp. Die Kreation von Pfadverzweigungen ist gerade aufgrund starker Routinen oft mit der Entstehung neuer wirtschaftlicher Akteure verbunden, was besonders im Kontext von Grundlageninnovationen von Bedeutung ist (Fichter & Clausen, 2013, S. 275).

2.1.3 **Pfadabhängigkeiten**

In Routinepfaden wirken in der Regel erhebliche Bindungskräfte, die den Pfad für lange Zeit stabilisieren und gegen Änderungen jeder Art sehr widerstandsfähig machen können. Eine Abweichung vom Pfad zu erreichen wird dann sehr schwierig, konkurrierende Pfade können „ausgeriegelt“ werden (Lock-Out). Das Konzept der Pfadabhängigkeiten dient der Evolutorischen Ökonomik zur Analyse und Erklärung dieser Bindungs- und Ausriegelungskräfte (Nelson, 1987; Nelson & Winter, 1982).Gavetti und Levinthal (2000) sehen dabei rückwärts gerichtete und auf Erfahrungen aufbauende Dynamiken den vorwärts gerichteten, durch kognitive Annahmen gestützten Dynamiken gegenüberstehen (Gardini, Hommes, Tramontana & de Vilder, 2009; Gavetti & Levinthal, 2000). Pfadabhängigkeiten haben oft eine Doppelfunktion: einerseits stabilisieren sie historisch gewachsene Pfade, andererseits sind sie auch für die Ausprägung neu entstehender Pfade von Bedeutung (Vergne & Durand, 2010, S. 738). Der Begriff der Pfadabhängigkeit soll hier wie folgt definiert werden:

> Der Begriff Pfadabhängigkeit beschreibt, dass ein Ereignis von vorangegangenen Ereignissen abhängig ist. Das Konzept der Pfadabhängigkeit besagt allgemein, dass eine kausale Wirkung von früheren Ereignissen der Ereigniskette A, B, C, D, E … auf spätere vorliegt.

Über das Konzept der evolutorischen Ökonomik ist die Pfadabhängigkeit mit Prozessen verknüpft, bei denen Variationen durch Kontingenzeffekte zu Lock-In Situationen führen können. Die facettenreiche Differenzierung von verschiedenen Effekten, für die historische

Kontexte konstitutiv sind, wie sie Vergne und Durand (2010, S. 742) zeigen und die sie von Pfadabhängigkeiten abgrenzen scheint dagegen zwar akademisch interessant, für die praktische Identifizierung und Charakterisierung von Pfadabhängigkeiten aber problematisch zu sein.

In der Literatur, die sich mit Pfadabhängigkeiten beschäftigt, werden unterschiedliche Rückkoppelungs- und Selbstverstärkungseffekte diskutiert (Lehmann-Waffenschmidt & Reichel, 2000, S. 349), zumeist wird aber keine systematische Unterscheidung der verschiedenen Arten von Pfadabhängigkeiten vorgenommen. Eine ausdifferenzierte Systematik findet sich bei Nill (2009, S. 138), von dem 6 Typen von Lock-In-Verstärkern vorgestellt werden:

1. *„Irreversible Investitionen in die etablierte Technologie,*
2. *Wechselkosten aufgrund von technologischen Komplementaritäten,*
3. *Unsicherheit über die Güte der neuen Technologien,*
4. *„Set-Up"-Kosten der neuen Technologie,*
5. *Koordinationsprobleme seitens der Akteure, die die neuen Technologien vorantreiben sowie*
6. *institutionelle Wechselhemmnisse."*

Auf die Sichtweise von Nill wird im Folgenden an einigen Stellen Bezug genommen. Eine Vielfalt unterschiedlicher Definitionen dokumentiert (David, 2000), ohne aber dabei eine operationalisierbare Typologie zu entwickeln. Vergne und Durand (2010, S. 738) sehen Pfadabhängigkeiten auf dem Marko-Level durch Institutionen gegeben, auf dem Meso-Level durch Technologie und Governance auftreten und auf dem Micro Level durch die Ressourcen und Fähigkeiten von Unternehmen gegeben. Auch hier wird aber eine Operationalisierbarkeit für empirische Arbeiten nur begrenzt erreicht.

An dieser Stelle soll eine Systematik eingeführt werden, die zunächst eine grobe Abgrenzung unterschiedlicher Typen von Pfadabhängigkeiten erlaubt. Im Weiteren soll daher aufbauend auf der Arbeit von Fichter und Clausen (2013, S. 90) zwischen folgenden Haupttypen von Pfadabhängigkeiten unterschieden werden:

- Rechtliche Pfadabhängigkeiten z.B. durch Gesetze, technische Normen und andere formale Regelsysteme,
- Ökonomische Pfadabhängigkeiten z.B. durch Skaleneffekte und durch getätigte Investitionen und eine daraus resultierende Kapitalbindung,
- Technologische Pfadabhängigkeiten z.B. aufgrund fehlender Komplementärprodukte oder mangelnder Infrastrukturen,
- Organisationale Pfadabhängigkeiten, z.B. durch Prozessroutinen und ablauforganisatorische Festlegungen oder unternehmenskulturelle Gebräuchlichkeiten,
- Nutzerbezogene Pfadabhängigkeiten z.B. durch Unsicherheiten, Verhaltensroutinen sowie kulturelle Gebräuchlichkeiten.

Alle diese Pfadabhängigkeiten können Pfadwechsel erheblich erschweren. Anhand einer Reihe von Charakteristika soll der Natur dieser Pfadabhängigkeiten auf die Spur gekommen werden.

Zu diesen Charakteristika zählt zum einen die Zeit bzw. die Frist, mit der ein bestimmter Typ von Pfadabhängigkeit einen Prozess typischer Weise stabilisiert. Während z.B. die Veränderung von technischen Infrastrukturen, die in Jahrzehnten aufgebaut wurden, auch Jahrzehnte dauert, lassen sich organisatorische Festlegungen mit Hilfe von Organisationsentwicklungsprozessen in wenigen Jahren oder ggf. sogar schneller ändern, wenn denn der Wille dafür ernsthaft vorhanden ist.

Zum zweiten ist die Größe des Systems entscheidend, in dem für einen Pfadwechsel Konsens hergestellt werden bzw. die Dynamik aufgebrochen werden muss. So können z.B. rechtliche Pfadabhängigkeiten wie Gesetze primär durch einen demokratischen Prozess und mit Gültigkeit für eine ganze Nation verändert werden, während geänderte Verhaltensroutinen sich auch in Nischen entwickeln können. Aber auch die Zahl der Menschen, die in ein System eingebunden sind, spielt eine Rolle. Je höher ihre Zahl, desto schwieriger wird es sein, ihnen das für das neue Verhalten notwendige Wissen und Können zu Vermitteln und ihre in der Zusammenarbeit stabilisierten Routinen aufzubrechen.

Zum Dritten spielen die jeweils gebundenen ökonomischen Werte eine Rolle. Je höher der Wert eines Systems oder Sektors ist und je größer der anteilige Wertverlust durch einen Pfadwechsel zu erwarten ist, desto größer wird der Widerstand derjenigen Interessengruppen sein, die sich auf der Verliererseite des Strukturwandels finden. Vice versa sind auch die Set-Up Kosten für eine neue Technologie oder einen neuen Pfad bzw. die Wechselkosten von Bedeutung.

Um die Betrachtung von vornherein auf Problemfelder der Transformation zur Nachhaltigkeit zu fokussieren werden die Überlegungen zu Pfadabhängigkeiten grundsätzlich in den Kontext der fünf Bereiche Energie, Mobilität, Ernährung, Wohnen und Informationstechnik gestellt. Die Betrachtung behandelt Fragen von Macht und Interessenlagen der Akteure integriert.

3 Typen von Pfadabhängigkeiten

Ein wesentliches Ziel der im Folgenden entwickelten und mit zahlreichen Beispielen untersetzten Typologie besteht darin, dass Konzept der Pfadabhängigkeit empirisch operationalisierbar zu machen und zu erreichen, dass eine systematische Suche nach Pfadabhängigkeiten in Transformationsfeldern der Green Economy möglich wird.

3.1 Rechtliche Pfadabhängigkeiten

Unter rechtlichen Pfadabhängigkeiten sollen hier solche verstanden werden, bei denen sich Bindungskräfte aufgrund gesetzlicher Regeln oder Standards entwickeln.

- Rechtliche Regeln: Gesetze, und andere formale Regelsysteme können in erheblichem Maße technische und ökonomische Systeme stabilisieren.
- Besondere Bedeutung für die Transformation haben Vorschriften des Umweltrechts, also der Ordnungsrechts, einschlägige Steuern und Abgaben wie auch Informationspflichten und viele Arten untergesetzlicher Regelungen wie Normen und Standards sowie technische Prüfungs- und Zulassungsvorschriften.

3.1.1 Rechtliche Regeln

Das Aufstellen von Regeln in Form von Gesetzen und Verordnungen ist für das Zusammenleben in Gesellschaften ohne Zweifel hilfreich. Es schafft Klarheit über Rechte und Ansprüche und Möglichkeiten, Konfliktfälle zu regeln. Rechtliche Pfadabhängigkeiten entstehen hier dadurch, dass bestimmte Verhaltens- oder Wirtschaftsweisen in Gesetzen oder Verordnungen festgeschrieben werden. So lange eine solche Regel nicht geändert wird, ist ein abweichendes Verhalten oder Wirtschaften schwierig, wenn nicht gar einfach verboten.

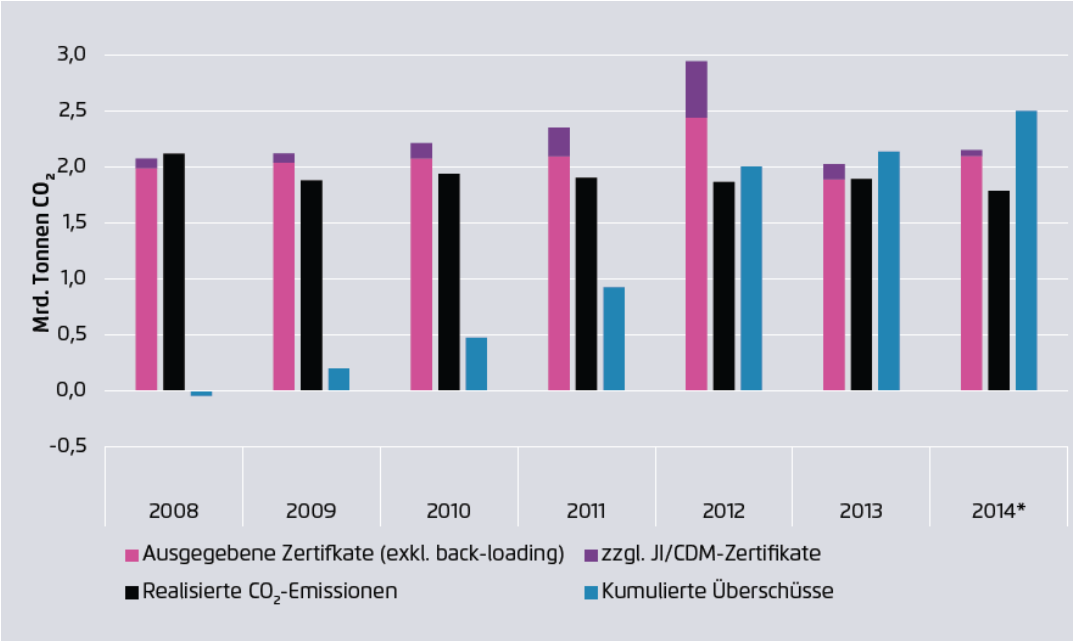
Für die Energiewende sind rechtliche Regelungen von erheblicher Bedeutung. In diesem Sektor finden sich zwei prominente Beispiele von Exnovations-Vorschriften, nämlich der Atomausstieg von 2002 und 2011 (nach dem Wiedereinstieg von 2010) sowie das Glühbirnenverbot von 2009[1].

Von ganz erheblicher ökonomischer Bedeutung ist neben dem EEG besonders die Strommarktregulierung. Diese wird seit den 80er Jahren kritisiert, weil sie die externen Kosten der fossilen und nuklearen Energie nicht oder nur in zu geringem Umfang internalisiert und damit einen Wettbewerb mit anderen Energieformen gar nicht erst hat aufkommen lassen (Hohmeyer, 1988). Zwar erfolgte durch die rot-grüne Bundesregierung 1999 ein Einstieg in eine ökologische Steuerreform, die absolute Erhöhung der Energiepreise durch sie belieb aber überschaubar. In einer Studie im Auftrag des BMU wurden die externen Kosten der verschiedenen fossilen Energien auf 6 bis 8 Cent/kWh veranschlagt (DLR & Fraunhofer ISI, 2007, S. 2), was bei deren Internalisierung den Preis des fossil erzeugten Stroms mehr als verdoppeln und die Marktverhältnisse völlig umkehren würde. Ein wesentlicher Bestandteil der institutionellen Absicherung der fossilen Energiewirtschaft ist also nicht das Vorhandensein, sondern das Nicht-Vorhandensein einer wirklich wirksamen Regelung zur Kosteninternalisierung. Um die Chancen erneuerbarer

[1] Besonders in der Chemie gibt es viele weitere Exnovationsvorschriften, z.B. das Verbot des „Dreckigen Dutzends“, das Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz wie auch die Vorschriften im Zusammenhang mit REACH.

Energien am Markt zu verbessern stand daher die Internalisierung externer Kosten weiter hoch auf der politischen Agenda der Befürworter erneuerbarer Energien. Diese erreichten 2003 mit dem Beschluss des EU-Emissionshandelssystems einen Etappenerfolg. Nach anfänglichen Zertifikatspreisen von ca. 25 € in der Periode von der Einführung in 2005 bis 2007 sanken die Zertifikatspreise aber unterbrochen von einer Spitze am Beginn der zweiten Handelsperiode in 2008 dauerhaft ab. Ursache dafür sind Details der Ausgestaltung des Emissionshandelsrechts, die zu einem langfristigen Überangebot an Zertifikaten führten und so den Preis – mangels Knappheit – drücken. Die Ursache für das Überangebot wird je zur Hälfte in ohnehin zu hohen Mengen ausgegebener Zertifikate sowie in der Generierung zusätzlicher Zertifikate durch „Joint Implementation“ und den „Clean Development Mechanism“ gesehen (Agora Energiewende, 2015, S. 7). Die Überschüsse sind in den letzten sechs Jahren auf das etwa 1,3 fache der jährlich ausgegebenen Zertifikatsmenge angewachsen (vgl. Abbildung).

Abbildung 2: Entwicklung der Emissionen und der Überschüsse 2008 bis 2014



Quelle: Agora Energiewende 2015, S. 10.

Der Verfall der Preise der Emissionszertifikate ist dabei zentral für das Nicht-Funktionieren eines die Energiewende fördernden Marktmechanismus. Dies wird in einer Szenariostudie zum EEG deutlich (Nitsch, 2013), in der Nitsch nachweist, dass ohne eine engagierte, den Zertifikatspreis erhöhende Klimapolitik, das EEG zu dauerhaft hohen Zusatzkosten für die Stromkunden führt. Würden aber die externen Kosten der fossilen Energien wirksam über den Zertifikatspreis in deren Kosten einfließen, würde das EEG bis 2050 je nach Szenario entweder zu erheblich geringeren Kosten in der Summe führen oder aber sogar die Volkswirtschaft langfristig um kumuliert bis zu 450 Mrd. € entlasten (Nitsch, 2013, S. 8). Seine Innovationsfördernde Wirkung und das Ziel der Kostendegression hat das EEG aus Sicht von Nitsch (a.a.O. S. 9) bereits erreicht, der Weg zur 2015 auf dem G7 Gipfel und durch das Klimaabkommen von Paris beschlossenen weiteren Dekarbonisierung wird sich aber nicht durch weitere Förderung der Innovationen erreichen lassen, sondern nur durch weitere politische Instrumente der Kosteninternalisierung und damit letztlich der Exnovation.

Das Gerangel um politische Ziele und die zu ihrer Erreichung eingesetzten Instrumente ist auch im Bereich der Mobilität intensiv. In den 1990er Jahren vertraute die EU-Kommission zunächst auf das Instrument der freiwilligen Selbstverpflichtung: Die europäische

Automobilindustrie hatte sich 1998 gegenüber der EU-Kommission u.a. dazu verpflichtet, den durchschnittlichen CO_2-Ausstoß neuer Pkw auf 140 g/km bis zum Jahr 2008/09 zu senken. 2008 lagen die durchschnittlichen CO_2-Emissionen von Neuwagen in der EU aber erst bei 157 g/km. Die Deutsche Bank resümiert: *„Für die Zielverfehlung zeichnet in erster Linie die Automobilindustrie selbst verantwortlich, denn sie hat den größten Einfluss auf die Entwicklung und den Einsatz effizienterer Motoren, neuer Antriebstechnologien oder leichterer Materialien im Fahrzeugbau“* (Deutsche Bank Research, 2009, S. 3). [2]

Im Dezember 2008 haben sich Rat und Parlament der EU auf eine Verordnung zur Minderung der CO_2 - Emissionen bei neuen PKW geeinigt. Das neue Ziel für 2015 waren nun 130 g/km. Für die durchschnittlichen Emissionen eines in 2014 verkauften Fahrzeugs gibt die EU-Kommission[3] 123,4 g CO2/km an, womit das Ziel für 2015 erreicht ist. Seit das Monitoring in 2010 begonnen wurde, entspricht dies einer Reduktion von 17g oder 12%.

Auch hier jedoch scheint sich bei genauerer Betrachtung die Frage der Interessenwahrung durch Gestaltung von Institutionen noch komplexer darzustellen. Die an sich erfreuliche Zielerreichung stellt sich differenzierter dar, wenn man parallel auf die zunehmende Differenz von Herstellerangaben und den daraus errechneten Werten der CO_2-Emissionen einerseits und der realen Kraftstoffverbräuche andererseits schaut. Nach einer Studie des US-amerikanischen International Council on Clean Transportation (ICCT, TNO, IFEU & Sidekick, 2013) betrug diese Differenz bei im Jahre 2011 ausgelieferten Neufahrzeugen deutscher Hersteller durchschnittlich 23 Prozent. Die Tendenz dieser Diskrepanz weist seit Anfang des Jahrtausends nach oben: „… the average discrepancy between fuel consumption (and, by extension, CO_2 emission) values reported in spritmonitor.de and manufacturers' type-approval values increased from 7 percent in 2001 to 13 percent in 2007 and then jumped to 23 percent by 2011 (ICCT et al., 2013, S. 6). Die Tendenz weist weiter nach oben. Die Deutsche Umwelthilfe (2013) listet sorgfältig 20 Möglichkeiten auf, am Verbrauchswert durch Veränderung bzw. Optimierung von Fahrzeug, Motor und Testanlage zu feilen. Die hierbei erzielten Erfolge scheinen einen erheblichen Teil der gegenüber der EU bestehenden Reduktionsverpflichtungen zu erklären. Den 21% Senkung der CO2-Emissionen von 2008 bis 2014 (von 157 g/km auf 123,4 g/km) stehen also zusätzliche Messabweichungen von ca. 10% allein zwischen 2007 und 2011 gegenüber, die die Hälfte des erreichten Effekts ausmachen.

Eine besondere Rolle spielen gesetzliche Vorschriften in der Ernährungsbranche. So wird z.B. seit Jahren engagiert zwischen Lebensmittelkonzernen und Verbraucherschützern darüber gestritten, ob gentechnisch veränderte Zutaten auf der Verpackung angegeben werden müssen, weil die Anbieter berechtigter Weise fürchten, dass eine solche Kennzeichnung den Absatz schmälert. Von besonderer Bedeutung sind auch die Vorschriften zur Zulassung von Saatgut, die vor über hundert Jahren entwickelt wurden, um die Produktivität des landwirtschaftlichen Systems zu erhöhen. Das Projekt „Agrobiodiversität entwickeln!“ beklagt, dass die Nachhaltigkeit des Pflanzenzuchtsystems in den Regeln zu kurz kommt*: „Zugleich wurden vor allem im Interesse der Züchter geistige Eigentumsrechte (Sortenschutz, Patente) gestärkt und in Bezug auf ihren Geltungsbereich und ihre Wirkung ausgedehnt. So ist z.B. der entgeltlose Nachbau vieler landwirtschaftlicher Sorten mittlerweile illegal, der freie Zugriff von Züchtern auf geschützte Sorten kommt mit zunehmender Bedeutung biotechnologischer Züchtungsmethoden und des Patentrechts unter Druck. Zugleich ist zumindest der in Europa gegenüber dem Patentschutz dominierende Sortenschutz an das Erfordernis der Sortenhomogenität gebunden, das sich negativ auf genetische Diversität auswirkt. Neben ökonomischen Zwängen haben die*

[2] Die Effektivität von Selbstverpflichtungen wird aufgrund fehlender Sanktionsmechanismen schon lange bezweifelt (Clausen, Brokmann & Schellenberger, 1995).

[3] vgl. http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars/index_en.htm vom 30.8.2015.

rechtliche Regelungen, die bis heute überwiegend unter dem Diktum der Produktivitätssteigerung stehen, zur Abnahme genetischer Vielfalt auf den Äckern beigetragen" (IÖW et al., 2004, S. 4–21). Das Zuchtrecht ist damit zu einem Faktor geworden, der eine genetisch sehr eng geführte, wenig nachhaltige, aber für große Zuchtunternehmen sehr profitable Art der Pflanzenzucht als dauerhaften Pfad stabilisiert.

Die IKT hat im Kontext rechtlicher Pfadabhängigkeiten eine Sonderrolle. Mangels klarer Rechtssetzung für das Internet kann es hier auch primär keine rechtlichen Pfadabhängigkeiten geben. Immer wieder tritt daher der Effekt in Erscheinung, dass die IT-Branche und besonders die Cloud Anbieter gerade das Nichtvorhandensein eines ihre Möglichkeiten einschränkenden Rechts als selbstverständlich sehen. Neu entwickelte Anwendungen stehen immer wieder im Widerspruch zu einer Reihe von Persönlichkeitsrechten, was in diversen Skandalen und Auseinandersetzungen um den Datenschutz in den letzten Jahren deutlich wurde. Das „Recht" von Google Street View, Häuser zu fotografieren und das „Recht" von Facebook, Userdaten zu nutzen: dies sind rechtliche Problemfelder, für die eine grundsätzliche Regelung noch zu finden ist. Die „Pfadabhängigkeit" besteht eher darin, dass die Branche sich immer wieder selbstbewusst neue Wege schafft, ohne sich um den rechtlichen Rahmen im erforderlichen Umfang zu kümmern. Hinzu kommt, dass neue Geschäftsmodelle mit Blick auf einen „internationalen Durchschnittsrechtsrahmen" konzipiert werden und damit in einzelnen Nationen auf Widerstände stoßen. National wie international geht gegenwärtig die Entwicklung eines Rechtsrahmens für den Datenschutz voran, mit dem ein Rahmen für die Aktivitäten in Internet und Cloud geschaffen werden soll, was letztlich eine neue Pfadabhängigkeit bedeutet.

3.1.2 Normen und Standards

Technische Normen fokussieren auf technische Gegenstände. Die Festsetzung von Preisen, Löhnen und Gehältern als Gegenstand der Normung ist ausgeschlossen. Zwar sind auch Dienstleistungen zunehmend Gegenstand der Normung, aber vertragsrechtliche Bestimmungen und Festlegungen kaufmännischer Art sind ebenso ausgeschlossen. Weiter sollen Normen sich nicht auf Gegenstände erstrecken, auf denen Schutzrechte ruhen (Falke, 2000, S. 127).

Normen werden durchaus zutreffen auch als „untergesetzliches Regelwerk" verstanden. Ende des Jahrtausends verweis der Gesetzgeber in seinen Gesetzen auf ca. 20 % des Normenbestands des DIN (DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), 2000, S. 20).

Eine Studie des DIN (Falke, 2000, S. 54) erhob den Bestand der betreuten Normen[4] der größten Normenausschüsse. Diese pflegen einen Normenbestand zwischen 543 und 8.640 Normen:

- *DKE, Normenstelle Luftfahrt,*
- *NA Materialprüfung,*
- *NA Maschinenbau,*
- *NA Bauwesen,*
- *NA Wasserwesen,*
- *NA Werkzeuge und Spannzeuge,*
- *NA Feinmechanik und Optik,*

[4] Die Datengrundlage ist das Jahr 1997.

- *Normenstelle Elektrotechnik,*
- *NA Kunststoffe,*
- *NA Informationstechnik,*
- *Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik.*

Die Normen regeln in den meisten Fällen technische Gegenstände, z.B. im Abwasserkontext (DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), 2000, S. 40):.

> Der gesamte Abwasserbereich stellt ein System dar, das ohne Normung nicht funktionsfähig wäre. Die Normen reichen von Küchenspülen, über Handwaschbecken, Abflussrohre, Straßenablauf, Abwasserpumpwerke bis zu Kläranlagen und zur Abwasseranalyse. Selbstverständlich sind alle relevanten Normen mit dem Wasserhaushaltsgesetz abgestimmt.

Unternehmen sehen dabei positive Auswirkungen der überbetrieblichen Normung auf die Herstell- und Transaktionskosten (DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), 2000, S. 14). Weiter sehen die Unternehmen eine Wirkung von überbetrieblicher Normung auf die Marktmacht gegenüber Zulieferern sowie – in geringerem Ausmaß - gegenüber Abnehmern (DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), 2000, S. 16). Die Befragung der Unternehmen durch das DIN lässt auch erkennen, dass Normen Innovationsvorhaben nur in geringem Ausmaß behindern, die Teilnahme an der Normungsarbeit aber aus Sicht der Unternehmen das F&E Risiko mindert. Da die Erstellung einer Norm durchschnittlich 5 Jahre in Anspruch nimmt, haben Normen z.B. in der Informationstechnik nur eine geringe Bedeutung und auch auf die ersten meist kurzen Phasen von Innovationen wirken sie sich nicht aus (DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), 2000, S. 18).

Da es sich bei der Normung um eine Art des Technologietransfers zwischen Unternehmen handelt, wird durch sie eine effiziente Diffusion von Innovationen gefördert (DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), 2000, S. 25). Bei Einbindung der Innovatoren wie auch der Hersteller, die erst später in einen Markt einsteigen, in den Normungsprozess profitieren letztlich viele Unternehmen durch die Teilnahme an der überbetrieblichen Normung bei der Technologieentwicklung. Sie gewinnen durch die Normen an Know-How.

Da insgesamt Normen im Regelfall Details bestimmter Artefakte standardisieren, sich aber auf alternative Artefakte (also z.B. funktionsähnliche Grundlageninnovationen) nicht auswirken, scheint es nicht unwahrscheinlich, dass Normen in der Tat ein eher kleines Innovationshemmnis sind, dafür aber umso höhere Bedeutung für die spätere Diffusion neuer technischer Lösungen haben können.

3.1.3 **Fazit**

Es können eine Reihe von verschiedenen Typen rechtlicher Pfadabhängigkeiten und des Umgehens mit ihnen durch die Akteure identifiziert werden:

- Rechtliche Unmöglichkeiten, wie z.B. das Verbot der Nachzucht von Pflanzen durch Einzellandwirt durch das Sortenrecht,
- Rechtliche Steuerung von Preisen, die je nach politischen Machtverhältnissen die Richtung wechseln kann, z.B. in der Energiebranche,
- Auch das Umgehung von Regelungen, z.B. durch die Nichterfüllung von Selbstverpflichtungen oder die Vorspiegelung gesunkener Benzinverbräuche durch Modifizierung der Messverfahren, ist von Bedeutung, wobei hierdurch meist ein durch die Regelung unterstützter bzw. gewollter Pfadwechsel verhindert werden soll,

- Normen dürften sich als konkrete Pfadabhängigkeiten eher im Kontext von kleinschrittigen Innovationen auswirken, in denen ein bereits genormtes Artefakt so verändert werden soll, dass es der Norm nicht mehr entspricht.

3.2 Ökonomische Pfadabhängigkeiten

Unter ökonomischen Pfadabhängigkeiten sollen hier solche verstanden werden, bei denen sich höhere Bindungskräfte aufgrund ökonomischer Dynamiken entwickeln. Solche Dynamiken können z.B. bestehen durch:

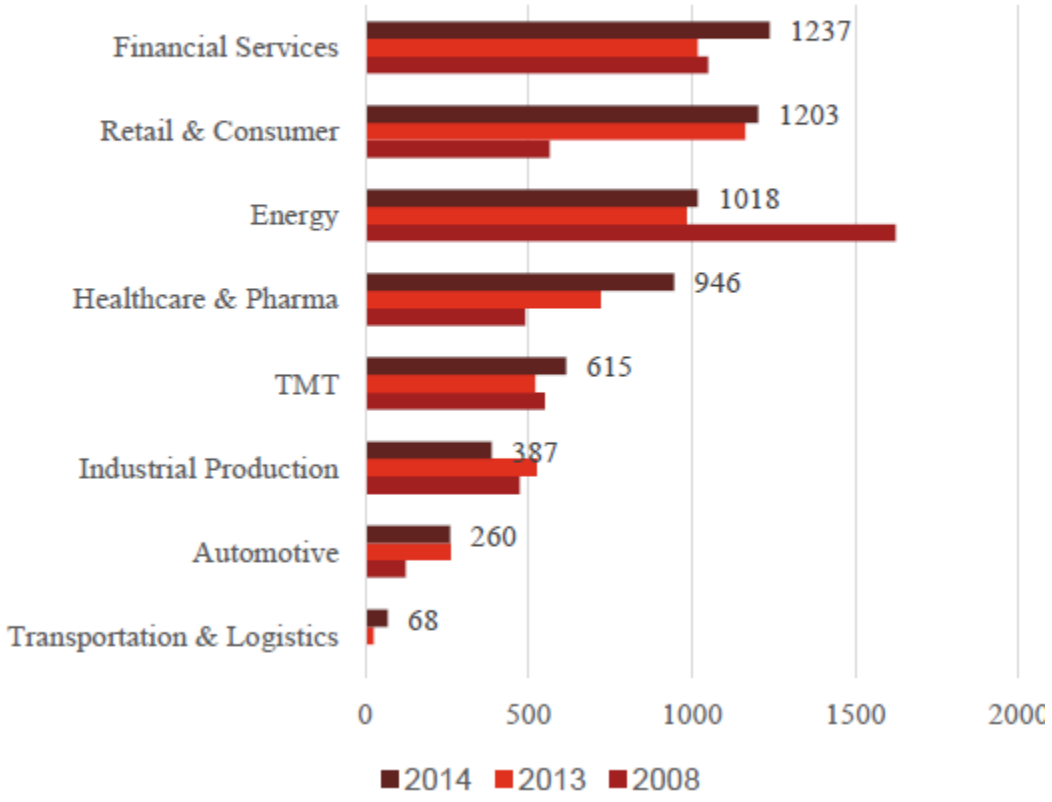
- Marktkapitalisierung und erwartete Gewinne: Sowohl ein hoher Börsenwert von Aktiengesellschaften wie auch hohe erwartete Gewinne erhöhen das Interesse von Investoren und anderen von den Gewinnen profitierenden Personen und Organisationen (mindestens also Eigentümer, Management, Beschäftigte und Zulieferer) das entsprechende Geschäftsmodell stabil fortführen zu können.
- Investitionen: Die aus Investitionen resultierende Kapitalbindung führt generell dazu, dass der Eigentümer einer Investition diese so lange wie möglich nutzen will. Dies Nutzungsinteresse ist unabhängig von Abschreibungszeiten und bemisst sich eher an noch erzielbaren Gewinnmöglichkeiten aus den vorhandenen Anlagen. Nill (2009, S. 138) bezeichnet diese Pfadabhängigkeit als „irreversible Investitionen in die etablierte Technologie“.
- Fläche: Der Wert von landwirtschaftlichen und anderen Flächen stellt ähnlich wie Börsenwert und Investitionswerte einen Faktor dar, der ihre Eigentümer zu Aktivitäten der Besitzstandswahrung motiviert.
- Subventionen: Subventionen befinden sich auf der Schnittstelle zwischen ökonomischen und rechtlichen Pfadabhängigkeiten. Grundsätzlich sind Subventionen „Begünstigungen der öffentlichen Hand an Unternehmen ohne marktliche Gegenleistung“ (Umweltbundesamt (Hrsg.), 2010, S. 4).
- Skaleneffekte: Die Reduzierung der Stückkosten durch große Produktions- und Absatzmengen (economies of scale) führt zu ökonomischen Vorteilen etablierter Technologien und Produkte gegenüber Marktneuheiten und Nischenprodukten.

Als weiterer Typus ökonomischer Pfadabhängigkeiten könnte auch die Marktmacht großer Unternehmen näher untersucht werden.

3.2.1 Marktkapitalisierung

Kapitalmärkte und die an ihnen entstehenden und verschwindenden Werte sind auch im Kontext nachhaltigkeitsrelevanter Branchen von Belang und führen zu Pfadabhängigkeiten. Betrachtet man die von PwC errechnete Marktkapitalisierung der 100 europäischen Unternehmen aus acht Branchen liegt dieser Gedanke durchaus nahe.

Abbildung 3: Marktkapitalisierung in Milliarden €



Quelle: PricewaterhouseCoopers 2014, S. 4.

Im europäischen Energiesektor sank die Marktkapitalisierung der 17 wertvollsten Unternehmen von 1,624 Billionen Euro in 2008 auf nur noch 983 Milliarden in 2013 um sich dann wieder auf 1,1018 Billionen Euro in 2014 zu erholen. Die entsprechenden Werte für Deutschland sanken von 140 Milliarden Euro in 2008 auf 55 Milliarden in 2013 um sich in 2014 auf 61 Milliarden zu erholen (PricewaterhouseCoopers, 2014, S. 14).

In sechs Jahren wurden also in Europa nicht weniger als 600 Milliarden € Unternehmenswert in der Energiebranche „vernichtet". Das ist der dreifache Betrag dessen, was im neuen Markt verschwand (damals ca. 200 Milliarden €) und übertrifft von der Größenordnung her auch bei weitem die deutsche Bankenrettung nach der Suprime-Krise.

Seit 2014 macht zusätzlich das Schlagwort „Kohle-Blase" die Runde. Die Hinweise sind deutlich. E-On trennt den Konzern in fossile und regenerative Aktivitäten, Vattenfall möchte seine Braunkohlegruben in Deutschland abstoßen und der norwegische Staatsfonds darf laut aktuellem Parlamentsbeschluss nicht mehr in Kohle investieren[5]. Die „Neue Westfälische" berichtet am 10.6.2015: *„Das Ausmaß ist gigantisch: Experten schätzen den Bilanzwert der durch das 2-Grad-Ziel dann wertlosen Reserven auf 21 Billionen US-Dollar. „Den betroffenen Unternehmen drohen Abschreibungen in Milliardenhöhe", sagt Axel Melber, Portfoliomanager des Bielefelder Vermögensverwalters Werther und Ernst. Er*

[5] Vgl. Meldung der Tagesschau vom 5.6.2015, http://www.tagesschau.de/wirtschaft/norwegen-staatsfonds-kohle-101.html

mahnt: Anleger sollten Neuengagements in diesen Titeln meiden"[6]. Der Wert der Reserven dürfte aber hier entweder zu hoch angesetzt sein oder sich nur anteilig in den Börsenwerten neiderschlagen, denn Bloomberg (Bloomberg, 2014) schätzt die gesamte Energiebranche nur auf einen Börsenwert von 5 Billionen $[7]. Der Wert der Reserven schlägt sich also offenbar nur anteilig in der Marktkapitalisierung nieder, was den möglichen Wertverlust durch die Kohle-Blase reduziert.

Ob letztlich die Marktkapitalisierung eine eigenständige Pfadabhängigkeit darstellt oder nicht ist noch zu diskutieren. Allein die Größe der in der Energiebranche in Frage stehenden Summen begründet aber höchste Anstrengungen der Unternehmen, ihren Unternehmenswert zu erhalten und insoweit alles in Bewegung zu setzen, was zur Aufrechterhaltung des Geschäftsmodells getan werden kann. Eine interessante Interessenkonstellation ist auch dadurch gegeben, dass sich etwa 24% des RWE-Aktienkapitals im Eigentum von Kommunen (größtenteils in NRW) befinden[8]. Weil der Aktienkurs von 98 € in 2007 auf 13 € in 2015 gefallen ist, haben diese Kommunen zusammen etwa 12,3 Mrd. € an Rücklagenwerten verloren.

Für die Dynamik der Transformation ist aber auch von hoher Bedeutung, dass Börsenkurse schwanken und damit auf das Verhalten der bei einigen Aktien hohen Zahl der Aktionäre einen direkten Einfluss haben und selbstverstärkende Effekte herbeiführen können. Dabei können Börsenkurse sowohl einen Sektor stärken und seine Entwicklung beschleunigen, andererseits aber auch seinen Absturz herbeiführen. Beide Effekte wurden an dem 1997 ins Leben gerufenen „neue Markt" der Deutschen Börse deutlich. Drei Jahre lang, vom März 1997 bis zum März 2000 hielt die Euphorie an. Die Marktkapitalisierung der hier gelisteten Unternehmen stieg von 56 Milliarden € im März 1999 auf den Höchstwert von 234 Milliarden € im März 2000. Im neuen Markt wurde auch das PV-Unternehmen Solarworld im Nemax All Share gelistet. Viele Unternehmen wurden ermutigt, zu investieren und an die Börse zu gehen. Aber im Jahr 2000 war Schluss. Die „Chronik der Kapitalvernichtung" auf nur noch 29 Milliarden € im September 2003 wurde nachträglich vom Manager Magazin dokumentiert:

Der Neue Markt

10. März 1997: Der Neue Markt startet mit dem Börsenneuling Mobilcom und dem Ingenieurdienstleister Bertrandt, der vom Geregelten Markt in das Segment wechselt.

1. Juli 1999: Eine weitere Neuerung: Der bisherige Neue-Markt-Index wird in Nemax All Share umbenannt. Im All Share sind zu diesem Zeitpunkt 124 Unternehmen mit einer Marktkapitalisierung von 56 Milliarden Euro vertreten.

10. März 2000: Der Nemax All Share schließt am dritten Geburtstag des Neuen Marktes auf einem neuen Allzeithoch von 8546,19 Punkten. Der Nemax 50 erreicht auf Schlusskurs-Basis sein bisheriges Allzeithoch bei 9665,81 Zählern. Die Marktkapitalisierung der 229 Unternehmen im Nemax All Share beläuft sich auf 234,25 Milliarden Euro.

24. September 2002: Der Nemax 50 Börsen-Chart zeigen fällt mit 325,45 Punkten auf ein neues Allzeittief. Der All Share markiert mit 375,13 Zählern ebenfalls seinen bisher tiefsten Stand.

[6] Vgl. Meldung der Neuen Westfälischen vom 10.6.2015, http://www.nw.de/nachrichten/wirtschaft/20482663_Angst-vor-der-Kohle-Blase.html vom 11.6.2015.

[7] Hier heißt es: « The current value of the 1,469 listed oil and gas firms is $4.65trn (=Billionen); 275 coal firms are worth $233bn (=Milliarden). ExxonMobil, the largest oil and gas firm, has a market cap of $425bn (=Milliarden)».

[8] vgl. Hannoversche Allgemeine Zeitung vom 3.9.2015 S. 11.

26. September 2002: Die Deutsche Börse kündigte das Ende des Neuen Marktes bis Dezember 2003 an. Derzeit notieren 264 Unternehmen mit einer Marktkapitalisierung von 29,36 Milliarden Euro am Neuen Markt.

Quelle: http://www.manager-magazin.de/finanzen/artikel/a-186368.html vom 11.6.2015.

Der hohe Einfluss, den Finanzmärkte auf die Politik haben können, wurde in der Suprime-Krise 2008 deutlich. Bei dieser am Anfang der Finanzkrise 2008 stehenden Krise lag das eigentliche Problem in Eigendynamiken des Bankensystems. Da die Refinanzierung der US-Hypothekenkredite auf den internationalen Finanzmärkten in Form von Kreditverbriefungen stattfand, erreichte die Subprime-Krise ab Mitte 2007 auch die Finanzmärkte anderer Industrieländer und löste in der Folgezeit eine weltweite Finanz- und Konjunkturkrise aus. Die Rettung sogenannter systemrelevanter Banken ließ sich der Staat hohe Milliardenbeträge kosten. Das Argument „too big to fail“ erwies sich als höchst wirksame Strategie der Pfadstabilisierung für das Bankensystem[9]. Der Staat beteiligte sich mit maximal 29,4 Milliarden € (2010) an maroden Banken und gab maximale Garantien von 168 Milliarden € (2009), die allerdings schon 2013 vollständig abgebaut werden könnten (Bundesanstalt für Finanzmarktstabilisierung (SOFFIN), 2015).

Die Marktkapitalisierung stellt so eine Pfadabhängigkeit dar, ist aber mit Blick auf die Dynamik der Börsenkurse gleichzeitig auch ein Faktor der Destabilisierung. Transformationsstrategien sollten dies ins Kalkül ziehen.

3.2.2 Investitionen

Die Transformation zur Nachhaltigkeit erfordert die Veränderung von Infrastrukturen, Baulichkeiten und Anlagen, die hohe Werte repräsentieren.

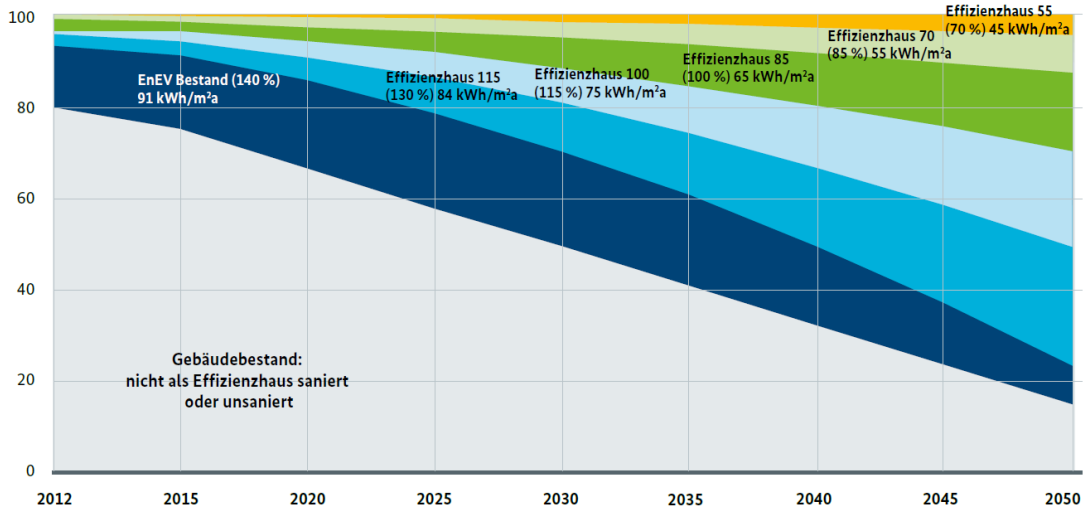
Der Wert der Investitionen des Energiesektors dürfte sich in ihrer Marktkapitalisierung (s.o.) spiegeln. Ihre Lock-In Wirkung entwickeln einige dieser Investitionen dadurch, dass sie im Falle einer erfolgreichen Transformation irreversibel verloren sind. Dies würde für den Fall einer erfolgreich dekarbonisierten Gesellschaft für den Wert von Kohlegruben, Erdöl- und Gaslagerstätten wie auch für fossile Kraftwerke gelten, deren Weiternutzung nicht mehr möglich wäre. Die Stromnetze stehen dagegen eher vor wesentlichen Wechselkosten von der alten zur neuen Technologie, weil sie mit Blick auf die neuen Energiequellen deutlich umstrukturiert werden müssen.

Aber auch andere Bereiche sind von erheblichen Wechselkosten betroffen. So sind im Wohnungsbestand erhebliche Investitionen erforderlich, um die Gebäude an einen zeitgemäßen Energiestandard anzupassen. Das BMWi (2014, S. 13) nimmt dabei an, dass ca. 350 €/ m^2 erforderlich sein werden, um den Energieverbrauch zu halbieren[10].

[9] Die dahinterliegende Dynamik nahm im Jahr 2009 die Internetplattform wendland-net in der Geschichte von Mandy‘s Kneipe satirisch aufs Korn: http://wendland-net.de/post/so-kam-es-zur-finanzkrise-drei-schritte-bis-zur-katastrophe vom 11.6.2015.

[10] Die Tatsache, dass gerade die Singlehaushalte der älteren Menschen zwischen 65 und 75 Jahren über eine besonders große Wohnfläche von 103 m^2 verfügen (vgl. Kapitel 3.5) wirkt hier wie eine besondere Herausforderung.

Abbildung 4: Entwicklung des Endenergiebedarfs bis 2050, dargestellt anhand der heutigen Förderstrukturen der KfW-Programme („Effizienzhäuser“)



Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) 2014, S. 11.

Bei einer Wohnfläche von ca. 45 m^2 pro Person[11], einer Bevölkerung von ca. 80 Millionen Menschen und dem in der Grafik erkennbaren Bedarf, etwa 60% der Gebäude bzw. der Wohnfläche zu sanieren, ergibt sich ein Investitionsbedarf (also Pfadwechselkosten) in der Größenordnung von 750 Milliarden € in der Zeit von 2015 bis 2050.

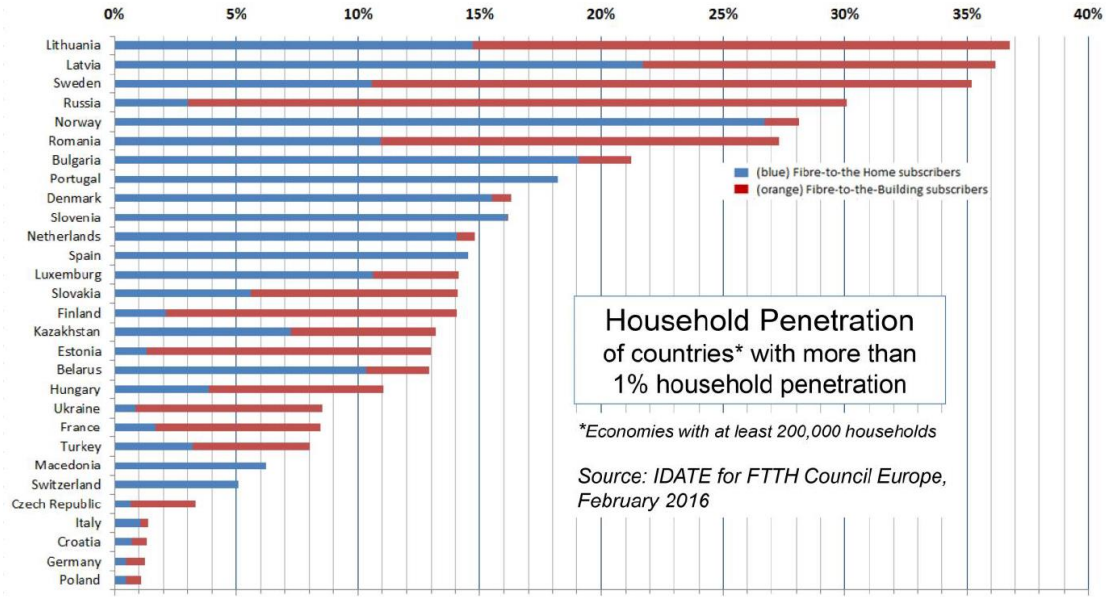
Im Verkehrssektor sind es Straßen und Parkplätze, Tankstellen und Garagen die zumindest einen Teil ihres Wertes verlieren würden, wenn der Modal Split sich deutlich zu Ungunsten des Automobils verschieben würde.

Kleinere Probleme dieser Art dürfte es im IKT-Sektor geben. Zwar ist auch hier der Wert der Infrastrukturen recht hoch, allein die im Zentrum der Cloud stehenden Rechenzentren in Deutschland investieren um die 8 Milliarden € jährlich (Hintemann & Clausen, 2014, S. 15), mit Blick auf die kurzen Nutzungsdauern können hier die investierten Werte aber nur bedingt den Faktoren zugerechnet werden, die einen Pfadwechsel schwieriger machen.

Eine weitere infrastrukturelle Pfadabhängigkeit aus dem Bereich der Telekommunikation scheint erwähnenswert. Diese betrifft das Telefonfestnetz mit seinen Kupferkabeln. Während international viele Länder auf dem Weg sind, Wohngebäude ans Glasfasernetz anzuschließen, setzt Deutschland auf die Aufrüstung der Kupfernetze. Die Pfadwechselkosten hin zum zukunftsfähigen Glasfasernetz werden damit von Jahr zu Jahr aufgeschoben und Deutschland fällt im internationalen Digitalisierungswettlauf mehr und mehr zurück.

[11] Vgl. Pressemitteilung des Bundesinstituts für Bevölkerungsforschung (BiB) vom 24.7.2013, http://www.bib-demografie.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Download/Grafik_des_Monats/2013_07_pro_kopf_wohnflaeche.pdf?__blob=publicationFile&v=3 vom 8.7.2015.

Abbildung 5: Europäisches Fibre to the Home (FTTH) Ranking



Quelle: Fiber to the Home Council Europe 2016.

Deutschland nimmt hier den vorletzten Platz ein. Die Anschlusszahlen waren lange Zeit so niedrig, dass Deutschland erst Anfang 2016 die 1%-Schwelle übersprang und in die Statistik aufgenommen wurde. In Deutschland sind die Telekommunikationskonzerne aufwendig dabei, die Kupfernetze mit Interimstechnologien wie VDSL oder Vectoring aufzurüsten, was zwar die Nutzungszeit der Kupfernetze erhöht, letztlich aber einen Pfad einer eher mittelmäßigen Internetversorgung verlängert.

3.2.3 **Fläche**

Der Wert von Flächen ist außerhalb der großen Ballungszentren mit ihren teils astronomisch hohen Quadratmeterpreisen in jüngster Zeit kaum einmal Thema, schon gar nicht in der Wirtschaftspresse. Dennoch sei, quasi parallel zur Marktkapitalisierung der Energieunternehmen, auch das Flächenthema hier angesprochen. Nicht nur innerstädtisch sind Flächen für die Möglichkeiten zur Gestaltung des Energiesystems von Bedeutung (vgl. Abschnitt 3.3), auch die Erzeugung von Bioenergie sowie die Standorte für Windenergieanlagen oder PV-Freiflächenanlagen benötigen Flächen – das Thema Flächenkonkurrenz wird immer und besonders im, globalen Kontext wieder angesprochen. Die Vermutung, die Flächenpreise könnten gestiegen sein, ist naheliegend.

Der Blick in die Bundesstatistik (Statistisches Bundesamt, 2013, S. 14) lässt erkennen, dass der durchschnittliche Kaufwert je Hektar veräußerter Flächen der landwirtschaftlichen Nutzung seit 2005 deutlich gestiegen ist: von 8.692 € pro ha auf 16.381 € pro ha in 2013. Der hieraus errechnete Gesamtwert der landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland, die immerhin 52,3% der 357.000 km^2 der Gesamtfläche der BRD ausmachen, steigt damit theoretisch von ca: 162 Mrd. € um 143 Mrd. € auf 305 Mrd. €. Die Wertsteigerung der landwirtschaftlichen Flächen entspricht in dieser Zeit einer Verzinsung von ca. 8% p.a. Während also zwischen 2008 und 2013 etwa 80 Mrd. € aus der Marktkapitalisierung der deutschen Energiekonzerne verschwunden sind, findet sich knapp das Doppelte dieses Wertes in den landwirtschaftlichen (Energie-) Flächen wieder. Neben Sachinvestitionen und Marktkapitalisierung könnte sich also auch der Wert von Flächen als Ausgangspunkt einer neuen ökonomischen Pfadabhängigkeit etablieren, da sich bei den Eigentümern neue

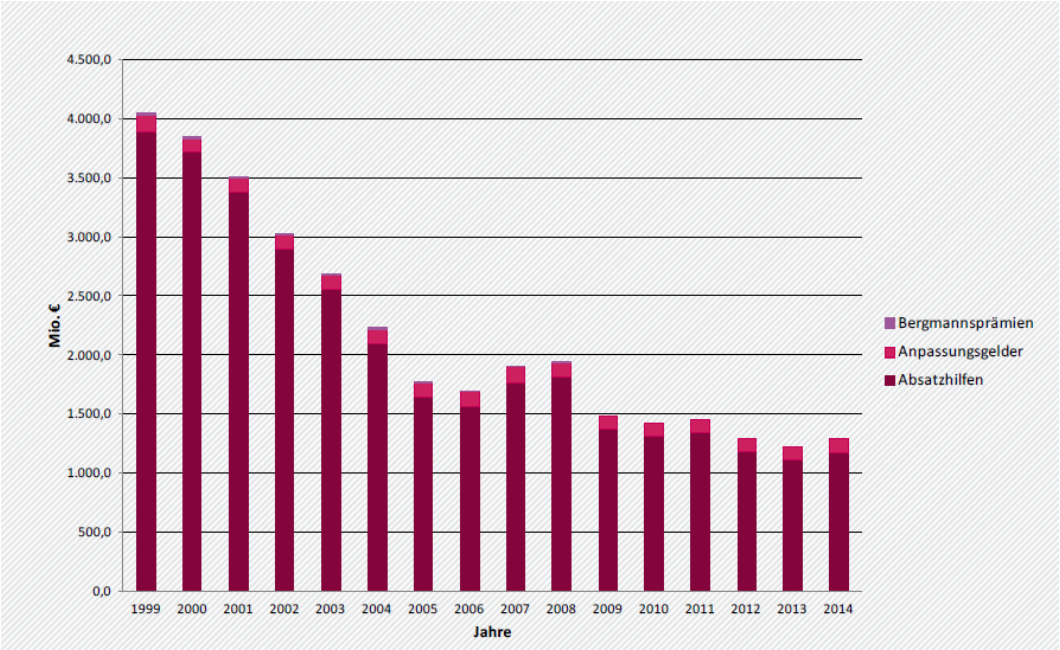
Interessenkonstallationen zur weiteren Wertsteigerung bilden können, die ggf. Wirkungen auf die Energiepolitik entfalten könnten.

3.2.4 Subventionen

Subventionen werden zu unterschiedlichsten Zwecken eingesetzt. In einigen Fällen dienen sie deutlich erkennbar der Pfadstabilisierung. Der größte Einzelposten umweltschädlicher Subventionen besteht in der kostenfreien Zuteilung der CO_2-Emissionsberechtigungen. Mit den Durchschnittspreisen für CO_2-Zertifikate von 15,40 € pro Tonne im Jahr 2010 bewertet, betrug im Jahr 2010 das Subventionsvolumen 6.098 Mil. € (Umweltbundesamt (Hrsg.), 2014, S. 24).

Pfadstabilisierung wird auch am Beispiel der Subventionen für die Kohle deutlich. So betrugen im Jahre 2010 die Steinkohlesubventionen 1.917 Mil. €, die Begünstigungen für die Braunkohlewirtschaft mindestens 279 Mil. € sowie die Energiesteuervergünstigungen für Kohle 190 Mil. € (Umweltbundesamt (Hrsg.), 2014, S. 62).

Abbildung 6: Staatliche Förderung der Steinkohle von 1999 bis 2014



Quelle: Umweltbundesamt (Hrsg.) 2014, S. 20.

In den 16 Jahren von 1999 bis 2014 sind so insgesamt ca. 33 Mrd. € an Subventionen in die Kohlebranche geflossen und haben dazu beigetragen, den immer unwirtschaftlicheren Sektor länger am Leben zu erhalten. Immerhin weisen die Steinkohlesubventionen seit der Jahrtausendwende eine fallende Tendenz auf. 2018 soll die Förderung beendet sein und die Bergwerke geschlossen werden (Umweltbundesamt (Hrsg.), 2014, S. 19).

Weiter erfolgte eine Subventionierung der Kernenergie sowie Exportkreditgarantien (Hermesdeckungen) für Kohle- und Atomkraftwerke. In beiden Fällen war dem Umweltbundesamt eine Quantifizierung nicht möglich.

Weitere Energiesubventionen wirken sich nicht unbedingt auf den Energiemix aus, dafür aber auf den Druck zur Effizienzsteigerung. Sie verhindern, genau wie die kostenfreie Zuteilung der CO2-Emissionsberechtigungen, dass die Preise die ökologische Wahrheit sagen. Solche Subventionen bestehen in (Umweltbundesamt (Hrsg.), 2014, S. 62):

- Privilegierung von Sondervertragskunden bei der Konzessionsabgabe für Strom in Höhe von 3.500 Mil. €
- Strom- und Energiesteuer-Ermäßigungen für das Produzierende Gewerbe und die Land- und Forstwirtschaft in Höhe von 2.518 Mil. €
- Spitzenausgleich bei der Ökosteuer für das Produzierende Gewerbe in Höhe von 1.939 Mil. €
- Steuerentlastung für bestimmte energieintensive Prozesse und Verfahren in Höhe von 983 Mil. €
- Besondere Ausgleichsregelung des EEG für stromintensive Unternehmen und Schienenbahnen in Höhe von 1.455 Mil. €
- Ermäßigte Sätze für Gewerbe und energieintensive Industrie bei der KWK-Umlage in Höhe von 103 Mil. €
- Begünstigungen der energieintensiven Industrie bei den Stromnetzentgelten in Höhe von 33 Mil. €

Die Begründung für diese Subventionen liegt in der Wahrung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen der jeweils zugeordneten Branchen. Insgesamt belaufen die vom Umweltbundesamt Subventionen im Energiebereich sich auf 21.649 Mil. € pro Jahr, also über 200 Milliarden € in 10 Jahren.

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) fördert im Interesse des Klima- und Umweltschutzes den Ausbau der erneuerbaren Energien. Auch die daraus entstehende Umlage zugunsten des Ausbaus der erneuerbaren Energien wird von einigen Akteuren als Subvention kritisiert[12].

Weitere für die Transformation zur Green Economy bedeutende Subventionen fließen in den Verkehrssektor, insgesamt 24.168 Mil. € (Umweltbundesamt (Hrsg.), 2014, S. 63). Die größten Posten sind hier die Energiesteuervergünstigung für Dieselkraftstoff in Höhe von 7.050 Mil. €, die Entfernungspauschale des Einkommenssteuerrechts in Höhe von 5.000 Mil. €, die Energiesteuerbefreiung des Kerosins in Höhe von 6.915 Mil. € und die Mehrwertsteuerbefreiung für internationale Flüge in Höhe von 3.490 Mil. €. Auch die pauschale Besteuerung privat genutzter Dienstwagen in Höhe von min. 500 Mil. € ist aufzuführen.

Im Bau- und Wohnungswesen mit Subventionen in 2010 von insgesamt 5.877 Mil. € ist der größte Einzelposten, die Eigenheimzulage in Höhe von 4.803 Mil. €, mittlerweile abgeschafft (Umweltbundesamt (Hrsg.), 2014, S. 63).

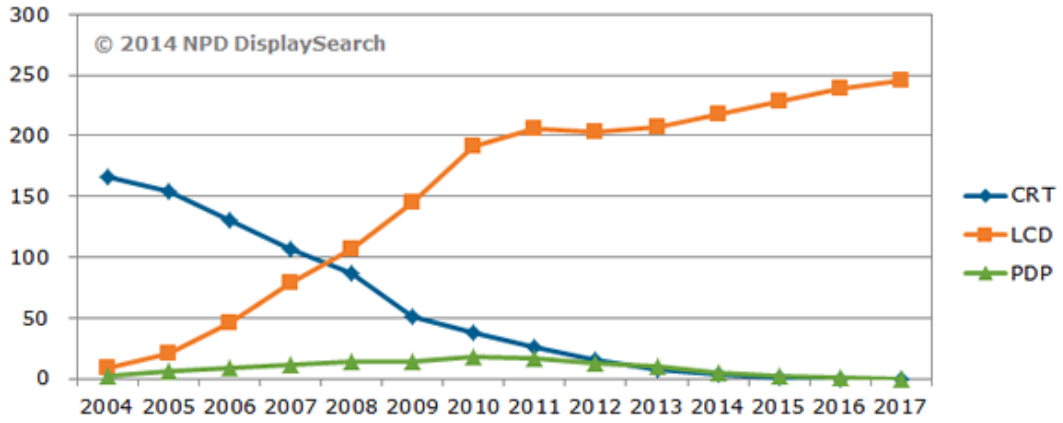
3.2.5 Skaleneffekte

Ein anderer Typus ökonomischer Pfadabhängigkeiten liegt in der Economy of Scale. Skaleneffekte führen dazu, dass etablierte Produkte, die in großen Mengen hergestellt werden, oft sehr effizient und kostengünstig vermarktet werden können. Neue Produkte haben es daher zunächst schwer, können aber dennoch in den Markt hineinkommen, wenn sie auf einem grundsätzlich effizienteren Prinzip beruhen. Dies war z.B. bei den Ende der 90er Jahre in den Markt eingeführten sehr energieeffizienten LCD-Monitoren der Fall, die zunächst wesentlich teurer als die den Markt beherrschenden Röhrenmonitore (CRT) waren. Um das Jahr 2004 herum näherten sich die Preise beider Technologien an, was in der

[12] So zum Beispiel von Seiten einiger Politiker aus CDU und FDP im Handelsblatt vom 8.8.2012: http://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/atomausstieg-kritik-an-subventionen-fuer-erneuerbare-energien/6975114-2.html vom 8.7.2015.

kurzen Zeit von nur 3 Jahren zu einer Ablösung der CRT-Monitore durch die LCD-Monitore führte.

Abbildung 7: Verkaufszahlen von Röhrenmonitoren (CRT), LCD- und Plasma-Monitoren (PDP)



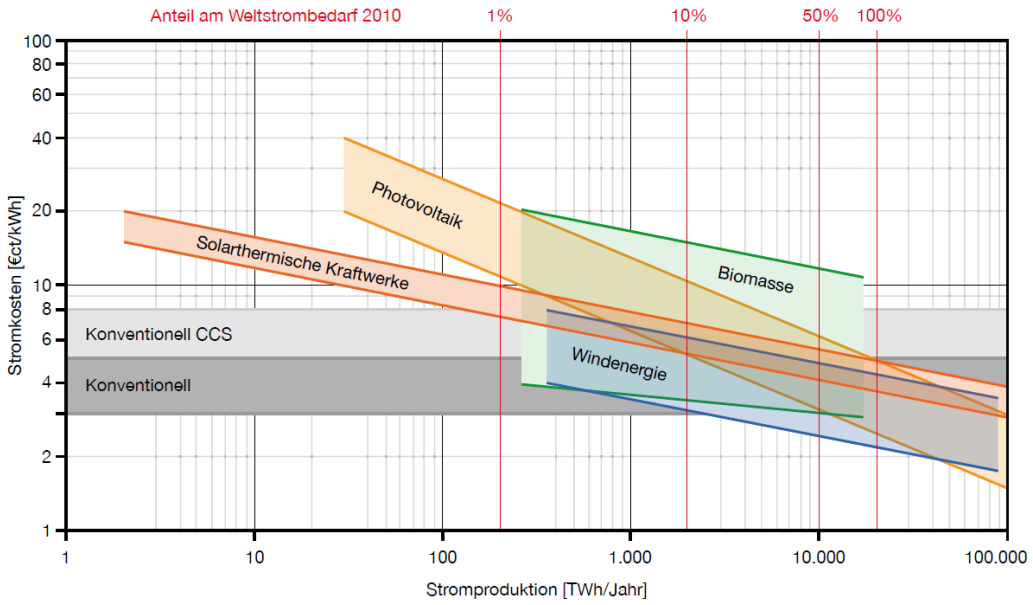
Quelle: http://www.prweb.com/releases/2014/04/prweb11768569.htm vom 11.6.2015.

Der Faktor Economy of Scale hat also mit Blick auf Pfadabhängigkeiten einen Doppelcharakter. Zunächst stabilisiert er die Position der etablierten Lösung bis zu einem Kipppunkt, danach verschieben sich die durch Economy of Scale zustande kommenden Vorteile aber u.U. sehr schnell auf das neue Produkt, so dass sie dann für das etablierte Produkt hinderlich werden.

Absehbar ist dieser Kipppunkt im Energiemarkt. Für selbst produzierten Haushaltsstrom hat die Photovoltaik die Kostenparität bereits erreicht[13]. Auch für Off-Grid Systeme ist offenbar der Punkt erreicht, an dem sich Staaten wie Kenia eher für ein dezentrales solarbasiertes Energiesystem entscheiden als für zentrale Kraftwerke und Netze (Mbithi, 2014). Weitere Fortschritte in der Kostenentwicklung erwartet der WBGU (2011, S. 168) abhängig vom Mengenwachstum.

[13] Die erreichte Kostenparität und der weitere Ausbau wurden jedoch dann Ausgangspunkt der Überlegung des in 2014 veränderten EEG, einen weiteren schnellen Ausbau der Photovoltaik zur Selbstversorgung dadurch zu bremsen, dass auch auf selbsterzeugten Solarstrom (wie auch auf andere Regenerativstromarten) anteilig die EEG-Abgabe zu zahlen ist. Letztlich kann auch diese Vorschrift im neuen EEG als pfadverlängernde Maßnahme der zentralen Stromnetzstruktur mit ihren fossilen Kraftwerken verstanden werden.

Abbildung 8: Entwicklungspotenzial der Kosten für Strom aus erneuerbaren Energien



Quelle: WBGU 2011, S. 168.

Absehbare Veränderungen von relativen Preisen durch Skaleneffekte sind auch für die Entwicklung der Elektromobilität von Bedeutung. So hofft z.B. die Bundesregierung im nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität (Die Bundesregierung, 2009, S. 10) auf die Möglichkeit, die Batteriekosten von 1.000 bis 1.200 € pro kWh auf 300 bis 500 € zu senken, um den Einstieg in den Massenmarkt letztlich zu schaffen. Aktuell ist der Wert von 300 €/kWh bereits erreicht und es werden weitere Senkungen auf ca. 150 €/kWh bis 2018 erwartet (Hackmann, Pyschny & Stanek, 2015). Dies könnte zur Folge haben, dass die TCOs etwa ab 2018 für Privatnutzer bei ca. 15.000 km Fahrleistung pro Jahr bereits günstiger sein könnten als die von Verbrennungsmotoren. Die gleichzeitig von heute 120 bis 150 auf dann 200 bis 250 km steigende Reichweite könnte die Hemmschwelle gegenüber dem Kauf von Elektrofahrzeugen weiter senken.

Auch in der IKT ist Economy of Scale von Bedeutung, hier jedoch in einer speziellen Form. Die extrem starke Zunahme der Leistungsfähigkeit vieler IKT Geräte aufgrund immer effizienterer Komponenten führt nicht nur zu einer erstaunlichen Marktdynamik, sondern auch zur Erschließung immer neuer Märkte und Funktionen. Einige dieser Effekte könnte man als Rebound bezeichnen, andere wiederum weisen eher auf einen durch die IKT ermöglichten grundsätzlichen Wandel des Umgehens mit Information in Unternehmen und Gesellschaft hin. Dieser Wandel führt aber nicht nur zu Mehrverbrauch elektronischer Komponenten und Endgeräte sondern erschließt auch die Möglichkeit, Prozesse außerhalb der IKT zu steuern und effizienter zu machen. Diese technologisch-ökonomische Eigendynamik der IKT gilt es für die Transformation zur Nachhaltigkeit fruchtbar zu machen.

3.2.6 **Fazit**

Es können eine Reihe von verschiedenen Typen ökonomischer Pfadabhängigkeiten identifiziert werden:

- Die extrem hohe Marktkapitalisierung bestimmter nicht nachhaltiger Branchen wie z.B. der Energiebranche dürfte ein Treiber hinter höchsten Anstrengungen sein, diese Werte und die zukünftigen Gewinnerwartungen zu erhalten und dazu die überkommenen Geschäftsmodelle möglichst lange aufrecht zu erhalten.
- Hohe Investitionen hängen mit der Marktkapitalisierung zusammen und sind gleichermaßen Treiber hinter dem bemühen, überkommene Geschäftsmodelle möglichst lange aufrecht zu erhalten.
- Neben Sachinvestitionen und Marktkapitalisierung könnte auch der Wert von Flächen sich als Ausgangspunkt einer neuen ökonomischen Pfadabhängigkeit etablieren.
- Subventionen sind „Begünstigungen der öffentlichen Hand an Unternehmen ohne marktliche Gegenleistung“ und dienen manchmal der Stabilisierung von überkommenen Pfaden, die innerhalb eines funktionierenden (nationalen) Marktes bereits verschwunden wären. An anderen Stellen sichern sie die internationale Wettbewerbsfähigkeit, da in anderen Ländern die richtigen Preissignale für den ökologischen Wandel nicht gesetzt werden.
- Der Effekt der Economy of Scale kann sowohl pfadstabilisierend wie auch pfadverändernd wirken.

3.3 Infrastrukturelle und technologische Pfadabhängigkeiten

Ein breites Spektrum an materiell bedingten Faktoren kann dazu führen, dass Pfade langfristig stabilisiert und der Pfadwechsel schwierig oder dauerhaft unmöglich gemacht wird.

3.3.1 Infrastrukturen

Vorhandene oder fehlende Infrastrukturen sind ein Faktor, der technologisch-materielle Pfadabhängigkeiten festigt. Allein das Vorhandensein eines gut ausgebauten Netzes an Autostraßen, Tankstellen, Werkstätten und Parkplätzen verschafft dem Auto einen Wettbewerbsvorteil gegenüber dem öffentlichen Verkehr, insbesondere beim Vergleich von Fahrzeiten aus bzw. in abgelegene Gebiete. Genauso führen der Rückbau alter Eisenbahntrassen und die Neunutzung der entsprechenden Flächen dazu, dass eine flächendeckende Versorgung mit schienengebundenem Verkehr nur sehr aufwendig wieder herzustellen wäre. Ähnliches geschieht gegenwärtig durch den Rückbau fast aller zentrumsnaher Güter- und Paketbahnhöfe mit dem zu erwartenden Effekt, dass die Stückgutbeförderung über LKWs für lange Zeit keine ernsthafte Konkurrenz durch die Schiene mehr wird befürchten müssen.

In der Stromversorgung besteht zwar eine grundsätzliche Austauschbarkeit des Produktes (Strom), die vorhandenen und oft auf die 30er bis 60er Jahre zurückgehenden Netzstrukturen sind aber auf den Einbahn-Transport von Großkraftwerken zu einer großen Zahl von Abnehmern hin gebaut worden. Für das „Einsammeln“ dezentral erzeugten Regenerativstroms sind erhebliche Änderungen erforderlich und der Kampf um die Südlink-Trasse macht ebenfalls deutlich, wie schwierig die Realisierung neuer Infrastrukturen werden kann. Gespeichert wird im Stromversorgungssystem bisher der Brennstoff, also Kohle, Gas oder Öl. Stromspeicher sind in dem System nicht enthalten und insoweit von besonderer Relevanz, als Großtechnologien zur Speicherung von Strom – vom Pumpspeicher einmal abgesehen - bisher überhaupt nicht entwickelt wurden. Der durch die zunehmende Nutzung volatiler Energieformen aufkommende Bedarf an Speichern könnte noch mittelfristig eine ernstzunehmende Hürde für eine 100% regenerative Stromversorgung darstellen.

Ebenso deutlich wird der Systemsprung in der Wärmeversorgung. Diese beruht zu einem erheblichen Teil auf der Speicherung und Verbrennung fossiler Energien, die über Gasnetze und Tankwagen (Heizöl) verteilt werden. Wärmenetze sind nur für etwa 10% des Wohnungsbestandes vorhanden (Clausen, 2013, S. 22). Für ein nachhaltiges Wärmeversorgungssystem wären Netze aber für etwa 50% der Wohngebäude erforderlich, denn nur Wärmenetze ermöglichen die Verteilung und Nutzung von Wärme, die nicht dezentral in Einzelhäusern erzeugt werden kann (Clausen, 2013; DLR, Fraunhofer IWES & IfnE, 2012, S. 126). Zu den Wärmeströmen, die nur mit Netzen genutzt werden können, gehören beispielhaft:

- Abwärme aus industriellen Quellen oder Rechenzentren,
- Wärme aus der Verbrennung von Waldrestholz, dessen Verbrennung in kleinen Öfen nicht erlaubt ist,
- Wärme aus tiefen geothermischen Bohrungen, deren Leistung für die Versorgung vieler Gebäude ausreicht,
- Wärme aus Solarkollektorfeldern,
- Wärme aus mittlerer und großer KWK.

Dass eine solche Entwicklung möglich ist zeigt das Beispiel Dänemark. In Dänemark stieg der Anteil der Fern- und Wärmenetze in einem Zeitraum von 45 Jahren von ca. 13 % auf ca. 53 % (Clausen, 2013, S. 25). Der Investitionsbedarf für eine solche Netzstruktur liegt in Deutschland oberhalb von 100 Mrd.€ (Clausen, 2013, S. 25). Verglichen mit einem Investitionsbedarf für die Wohngebäudesanierung von ca. 750 Mrd. € (vgl. Abschnitt 3.2.2) könnte hier durchaus eine bezahlbare Option liegen, soweit durch die Nutzung der oben aufgeführten, sonst nicht nutzbaren Wärmequellen eine Sanierung ganz oder teilweise vermeiden werden kann. Während aber Maßnahmen am Gebäude für jedes Gebäude einzeln beschlossen werden können, erfordert der Aufbau eines Wärmenetzes eine planerische Koordination und (demokratische) Abstimmungsprozesse. Und es gibt eine zweite langfristige Abhängigkeit. Die Realisierung von regenerativen Wärmequellen wie Solarkollektorfeldern und auch Geothermiebohrungen benötigt Flächen, die aber mit Blick auf die zunehmende Verdichtung von Städten kaum mehr vorhanden sind. Auch die Stadtplanung wird so zu einem Faktor, der langfristige Pfadabhängigkeiten schafft bzw. verstärkt. U.U. sind es letztlich nicht die hohen Kosten, die den Aufbau weiterer Wärmnetze behindern, sondern Nutzungs- und Organisationsroutinen bei Wärmenutzern, kommunalen Stellen wie auch den Wärmeversorgungsunternehmen. Letztlich stellt der Aufbau eines Wärmenetzes einen neuen Pfad dar, der auch wieder Abhängigkeiten schafft. Aus heutiger Sicht ist der Aufbau eines Wärmenetzes so zu planen, dass absehbare Wärmesanierungsmaßnahmen mit dem durch sie sinkenden Wärmeverbrauch den Betrieb des Netzes nicht unwirtschaftlich machen. Wärmenetze könnten damit besonders in Gebieten hilfreich sein, in denen das Sanierungspotenzial klein ist.

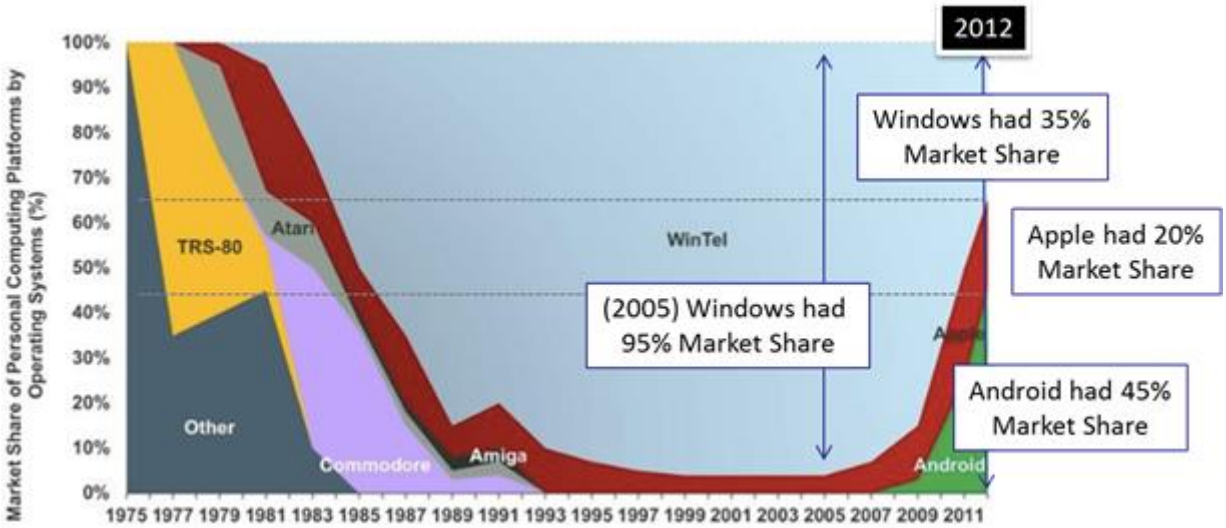
3.3.2 Technologische Pfadabhängigkeiten

Technologische Pfadabhängigkeiten können auch dadurch langfristig gefestigt werden, dass notwendige Faktoren zum Beschreiten eines Alternativpfades nicht erhalten wurden und irgendwann nicht mehr vorhanden sind. Ein solcher Befund ergibt sich z.B. aus der Analyse des Anfang der 50er Jahre eingeschlagenen Pfades der Hybridzucht von Masthähnchen (IÖW et al., 2004, S. 3–61), die zu einem so großen wirtschaftlichen Erfolg einerseits und so großer wirtschaftlicher Konzentration andererseits führte, dass die vor Einschlagen dieses Pfades genutzten Mastgeflügelrassen teilweise ausgestorben oder vom Aussterben bedroht sind und so die Wahl des früheren Pfades heute kaum noch möglich ist. Dieser Effekt lässt sich bei vielen Tier- und Pflanzenarten des landwirtschaftlichen Produktionssystems beobachten. Im Bereich der Zucht von Masthähnchen wird der Effekt dadurch verstärkt,

dass weltweit nur noch drei wesentliche Unternehmen existieren, die Masthähnchenzucht betreiben (Elfick, 2011), von denen eins die deutsche Wesjohann Gruppe ist[14].

In der IKT liegen technologische Pfadabhängigkeiten sowohl im Soft- als auch im Hardwarebereich. So waren erst Microsoft-DOS und danach Microsoft-Windows stark dominante Betriebssysteme für Computerendgeräte, für die zwischen 1985 und dem Aufkommen der ersten Smartphones in 2007 kaum Konkurrenz bestand. Aber schon zwischen 2007 und 2011 ging der Anteil von Windows als Betriebssystem an allen internetfähigen Endgeräten von ca. 95% auf 35% zurück, weil es sich weder auf Smartphones noch auf Tablet PCs etablieren konnte. Die schnellen Entwicklungen, die für die IT typisch sind, machen also auch hohe und typischerweise sehr pfadstabilisierende Marktanteile erschütterbar.

Abbildung 9: Weltweite Marktanteile von Betriebssystemen für PCs und mobile Endgeräte incl. Smartphones



Quelle: http://www.wired.com/2014/02/web-dead/ auf Basis von KPBC Internet Trends 2012 vom 8.7.2015.

In der Hardware hat sich eine bestimmte Prozessortechnologie eine hartnäckig unverrückbare Position erarbeitet. Der x86-Prozessor ist eine Familie von rückwärts kompatiblen Befehlssatzarchitekturen auf der Basis des Intel 8086 Mikroprozessors. Der 8086-Prozesssor wurde 1978 als 16-Bit-Erweiterung der Intel-8-Bit-basierten 8080-Mikroprozessoren entwickelt. Er stellte eine Lösung dar mit der mehr Speicher adressiert werden konnte als durch eine einfache 16-Bit-Adresse. Der Begriff "x86" wurde ins Leben gerufen, weil die Namen von mehreren Nachfolgern des Intel 8086 Prozessors auf "86" endeten, also z.B. der 80286, 80386 und 80486 Prozessoren[15]. Heute ist x86 allgegenwärtig in den stationären und mobilen PCs und wird auch in Midrange-Servern, Workstations und den meisten neuen Supercomputer-Clustern der TOP500-Liste verwendet. Eine große Vielfalt an Software, einschließlich einiger Betriebssysteme wie DOS, Windows, Linux, BSD, Solaris und Mac OS X funktionieren mit x86-basierter Hardware.

Es wurden u.a. von Intel selbst mehrere Versuche unternommen, einen Nachfolger der uneleganten x86-Architektur zu entwickeln. Beispiele hierfür sind der iAPX 432 (Mazor, 2010) und der Intel 960. AMDs 64-Bit-Erweiterung des x86 und die neue Möglichkeit der

[14] Vgl. Angabe auf der Aviagen Webiste unter http://en.aviagen.com/ownership/ vom 12.6.2015.

[15] vgl. https://en.wikipedia.org/wiki/X86 vom 31.8.2015.

Skalierbarkeit der x86-Chips mit bis zu 12 Rechenkernen machen den x86 aber zu einem Beispiel dafür, wie durch Weiterentwicklung eines existierenden Pfades diesen – zumindest in IT-Dimensionen langfristig - stabilisieren kann.

3.3.3 Fazit

Es können eine Reihe von verschiedenen Typen technologisch-infrastruktureller Pfadabhängigkeiten und des Umgehens mit ihnen durch die Akteure identifiziert werden:

- Das Vorhandensein von gut ausgebauten Infrastrukturen bietet den auf ihnen basierenden Services Vorteile im Markt und erzeugt bei den Betreibern gleichzeitig das Interesse zur Fortführung ihres Geschäftsmodells, also der möglichst lang andauernden weiteren Nutzung.
- Der Aufwand und die Kosten des technologischen Wandels bzw. Umbaus haben Vermeidungsinteressen bei den Betroffenen zur Folge, haben aber ebenso Förderer in denjenigen Branchen, die den Umbau als Geschäftszweck anbieten und daran verdienen wollen.
- Die Frage des schlichten Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins von Ressourcen wie z.B. Flächen für Energieanlagen oder Güterbahnhöfe, aber auch bestimmter Tierrassen oder Saatgutsorten determiniert die Möglichkeit ihrer zukünftigen Nutzung.
- Einzelne technologische Lösungen, z.B. in der IT, sind so in das Zentrum komplexer Systeme gewandert, dass ihre Veränderung schwierig wird.

3.4 Organisationale Pfadabhängigkeiten

Unter organisationalen Pfadabhängigkeiten sollen hier solche verstanden werden, bei denen sich Bindungskräfte aufgrund von Prozessroutinen und ablauforganisatorische Festlegungen oder unternehmenskulturellen Gebräuchlichkeiten entwickeln. Auch das Wirken von Interessenverbänden soll den organisationalen Pfadabhängigkeiten zugerechnet werden.

- Unsicherheiten mit Blick auf neue Lösungen bringen Anwender dazu, bei alten Lösungen zu verharren.
- Auch durch kulturelle Faktoren ergeben sich Bindungskräfte, z.B. dadurch, dass bestimmte Verfahrensweisen “unternehmens- oder branchenüblich” sind.
- Jede erfolgreiche Branche beschäftigt zu jedem Zeitpunkt eine bestimmte Zahl von Arbeitnehmern und erzielt laufende Gewinne für die Eigentümer. Abhängig von ihrer Größe wächst auf Arbeitgeber- wie auf Arbeitnehmerseite die Kraft, sich für den Fortbestand der Branche einzusetzen, hierzu nötige rechtliche Regelungen und Subventionen zu erstreiten oder das Wachstum möglicher Konkurrenten strategisch zu behindern.

3.4.1 Organisationsroutinen und Unternehmenskultur

Über Haltbarkeit, Betriebskosten und Wartungsaufwand neuer Technologien bestehen bei Geschäftskunden noch keine Erfahrungen – mithin Unsicherheiten. Unter echter Unsicherheit, so fast Nill (2009, S. 142) Arbeiten der evolutorischen Mikroökonomik zusammen, treten Unternehmen häufig in den Routinemodus, behalten also alte Verhaltensweisen bei.

Eine spezielle Form von Routinen sind Prozessroutinen wie ablauforganisatorische Festlegungen und organisationskulturelle Verhaltensroutinen in Unternehmen und Organisationen. Diese sind in eine mehr oder weniger fest verankerte Unternehmenskultur eingebettet. Schein (1995) unterscheidet drei Ebenen der Unternehmenskultur:

- Artefakte als offensichtliche Elemente der Unternehmenskultur (Organisationsstruktur, Rituale, Redewendungen, Architektur der Firmengebäude oder sichtbare Verhaltensmuster),
- Werte der Organisation (was einer Organisation wichtig ist),
- Grundannahmen (unhinterfragte und nicht bewusst reflektierte Annahmen über die Natur des Menschen, die Umwelt, die Zeit oder die Wirklichkeit im Allgemeinen).

Während die Artefakte, zu denen auch Handlungsroutinen zuzurechnen sind, noch vergleichsweise einfach verändert werden können, ist die Transformation der dahinterliegenden Werte und Grundannahmen ausgesprochen schwierig und langwierig.

Die Theorie der Organisationsökologie von Michael Hannan und John Freeman (1977) verknüpft die mangelnde Fähigkeit existierender Organisationen, sich zu ändern, mit der Entstehung neuer Organisationen. Die Theorie betrachtet Organisationen als träge, sie verfügen nur über eine sehr begrenzte Fähigkeit zur Anpassung an die Umwelt und sind eher wandlungsresistent. Veränderungen hinsichtlich des Bestandes an Organisationen haben aus organisationsökologischer Perspektive daher ihre Ursache weniger in der aktiven Veränderung existierender Organisationen als vielmehr durch Gründungen neuer Organisationen und das Absterben anderer (für eine Zusammenfassung dieses Ansatzes vgl. Clausen, 2004, S. 92).

Die Entwicklung, die die großen Energiekonzerne seit dem Inkrafttreten des EEG nehmen, weist darauf hin, dass Organisationsroutinen und der schwierigen Veränderbarkeit von Unternehmenskultur in der Tat eine Bedeutung mit Blick auf die Transformation von Branchen zukommt. Vor diesem Hintergrund erscheint auch plausibel, dass Fichter und Clausen (2013, S. 275) darauf stoßen, das die Majorität der Grundlageninnovationen auf neue Unternehmen zurückgeht, während etablierte Unternehmen die Mehrheit der Verbesserungsinnovationen entwickeln.

3.4.2 Interessenverbände

Interessenverbände werden sowohl durch Unternehmen der Wirtschaft wie auch die Arbeitnehmer oder verschiedene gesellschaftliche Gruppen ins Leben gerufen. Aus Sicht der Analyse von Pfadabhängigkeiten kommt eine hohe Bedeutung den Verbänden von Wirtschaft und Arbeitnehmern zu, deren Interesse häufig mit der Fortführung von Geschäftsmodellen verknüpft ist. Dabei ist es schwer, das Ausmaß des Lobbying in Deutschland zu bestimmen, da eine Datengrundlage fehlt. Transparency International (2014, S. 12) geht von folgenden Schätzungen aus:

- ca. 4.000 bundesweit tätige Verbände mit 3 bis 120 Mitarbeitern,
- ca. 120 Unternehmensrepräsentanzen in Berlin mit durchschnittlich 4 Mitarbeitern,
- ca. 90 Public Affairs-Agenturen mit insgesamt rund 1.000 Mitarbeitern,
- ca. 50 Think Tanks mit einem Sitz in Berlin,
- ca. 20 Anwaltsfirmen, die auch Lobbying betreiben,
- ca. 200 Wissenschaftler in Beiräten oder als Gutachter,
- ca. 30 Unternehmensberatungen,
- ca. 30 wissenschaftliche Institute und Hochschulen,

- ca. 25 Stiftungen, die politikberatend tätig sind,
- ca. 300 Einzellobbyisten bzw. Politikberater.

Die Kosten für diese Strukturen dürften erheblich sein, sind aber für Deutschland nicht bekannt (Lobby Control, 2013, S. 13). In den USA bringt die Wirtschaft jährlich etwa 3,3 Mrd. $ auf (a.a.O.).

Der DGB mit seinen Mitgliedsgewerkschaften und seinen 2014 über 6 Mio. Mitgliedern stellt ebenfalls einen Interessenverband dar, der nicht unabhängig von wirtschaftlich erfolgreichen Branchen gesehen werden darf. Wie das hektische Handeln der Politik in Krisenfällen immer wieder deutlich vor Augen führt, sind die Sicherung dieser Arbeitsplätze und die Besitzstandswahrung ihrer Inhaber immer wieder und oft kurzfristig von hoher Wichtigkeit. Strukturwandel und Transformation aber hat oft auch Verlierer. Exnovation führt explizit zur Ausschleusung bestimmter Produkte oder Technologien aus dem Wirtschaftsprozess und damit im Regelfall zum Verlust bestimmter Arbeitsplätze.

So ist z.B. die Zahl der Arbeitsplätze im Wirtschaftsabschnitt B „Bergbau / Steine und Erden“ von 317.000 in 1991 auf 130.000 im Jahr 2000 und nur noch 76.000 im Jahr 2010 und im Wirtschaftsabschnitt D „Energieversorgung“ von 382.000 in 1991 auf 267.000 im Jahr 2000 und nur noch 254.000 im Jahr 2010 zurückgegangen (Statistisches Bundesamt, 2014, S. 349). Bis zum Jahr 2000 wurden in den beiden Sektoren 302.000 Arbeitsplätze abgebaut, bis 2010 dann noch einmal 67.000. Die Gründe dafür sind vielfältig. So war der deutsche Bergbau schon in den 90er Jahren international nicht mehr wettbewerbsfähig und in hohem Maße von Subventionen abhängig. Die Energiewirtschaft erbrachte Ende der 90er Jahre große Anstrengungen zur Erhöhung der Effizienz im Zuge der Marktliberalisierung. Unzweifelhaft sind dennoch durch die beginnende Transformation des Energiesystems und hier besonders der Stromversorgung Arbeitsplätze in konventionellen Unternehmen abgebaut worden.

Wie aber in dem schon stark verkleinerten Sektor „Bergbau“ mit nur noch 76.000 Beschäftigten, selbst wenn man einige Beschäftigte der Energiekonzerne mitrechnet, noch einmal 100.000 Arbeitsplätze durch die Kohleabgabe verloren gehen sollen, bleibt des Geheimnis von Verdi-Chef Bsirske[16]. Vielleicht liegt die Erklärung für das Verhalten von Verdi aber auch an anderer Stelle: Während vorwiegend Arbeitsplätze der IG BCE (Bergbau und Energie) und Verdi (die ebenfalls Mitglieder aus den Branchen Energie und Bergbau betreut) abgebaut wurden[17], entstanden die meisten neuen Arbeitsplätze bei den Herstellern von regenerativen Energieanlagen und damit im Bereich der IG Metall. Da zudem der Organisationsgrad in neuen Unternehmen notorisch niedrig ist, entsteht hier ein deutlich wahrnehmbares Interesse der Gewerkschaften an der Pfadstabilisierung, um einerseits keine Mitglieder an konkurrierende Gewerkschaften zu verlieren und andererseits nicht dem Kollaps mühsam in Jahrhunderten aufgebauter Branchen mit hohem Organisationsgrad zusehen zu müssen.

Wichtig ist aber auch zu beachten, dass im Rahmen des Strukturwandels eine erhebliche Anzahl neuer Arbeitsplätze entsteht. So steht den zwischen 2000 und 2010 abgebauten 67.000 Arbeitsplätzen des konventionellen Energiesystems eine Zunahme der Beschäftigten im Sektor Erneuerbare Energien von 106.000 in 2002 auf 360.000 in 2010 gegenüber (Umweltbundesamt, 2014, S. 4). Netto sind also knapp 200.000 Arbeitsplätze in der Energiewirtschaft neu entstanden.

[16] Vgl. Süddeutsche Zeitung vom 6.4.2015 unter http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/energiewende-bsirske-sieht-jobs-durch-kohle-abgabe-bedroht-1.2423049 vom 12.6.2015.

[17] Nicht nur bei der Bahn scheint es das Problem zu geben, dass verschiedene Gewerkschaften um die gleichen potentiellen Mitglieder konkurrieren.

3.4.3 Fazit

Es können eine Reihe von verschiedenen Typen organisationaler Pfadabhängigkeiten identifiziert werden:

- Organisationsroutinen, die aus Unsicherheiten heraus beibehalten werden, weil z.B. das Vertrauen in eine neue Technik, ein neues Produkt oder einen neuen Markt fehlt,
- Chancen oder Möglichkeiten, die durch einzelne Organisationen überhaupt nicht wahrgenommen werden, weil sie den nicht hinterfragten Grundannahmen bzw. grundlegenden Werten der Organisation nicht entsprechen.
- Lobbyaktivitäten der Wirtschaft wie auch der Gewerkschaften.

3.5 Nutzerbezogene Pfadabhängigkeiten

Eine Reihe von Pfadabhängigkeiten entsteht auf der Seite der Anwender (also privaten Nutzerinnen und Nutzern) von Produkten.

- Unsicherheiten mit Blick auf neue Lösungen bringen Anwender dazu, bei alten Lösungen zu verharren.
- Nutzerbezogene Bindungskräfte entstehen auch durch Verhaltensroutinen, die in der Vergangenheit erlernt wurden und daher historisch bedingte Lerneffekte darstellen.
- Auch durch kulturelle Faktoren ergeben sich Bindungskräfte, z.B. dadurch, dass viele Menschen im Umkreis einen bestimmten Konsumstil pflegen.

Innovationen und hier insbesondere Grundlageninnovationen sind häufig mit Unsicherheiten für Anbieter wie auch Abnehmer verbunden. Arbeiten aus dem Kontext des ökologischen Konsums sehen Unsicherheiten als wichtigen Grund für die eher träge Diffusion von Innovationen im Endkundenmarkt. Antoni-Komar und Pfriem erwähnen hier Berührungsängste zu unbekannten Einkaufsstätten im Biosegment wie auch Versorgungsängste beim Wechsel von fossilen zu regenerativen Heizenergiequellen (Antoni-Komar & Pfriem, 2010, S. 231).

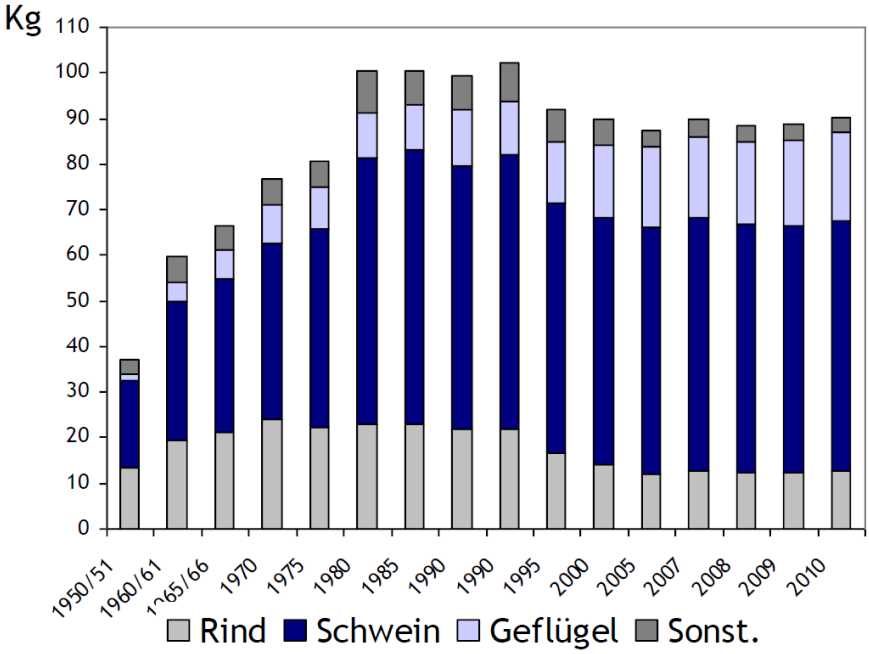
Unsicherheiten sind eine, aber nicht die einzige, Begründung für Routinen. Blättel-Mink et al. (2013, S. 95) heben auch die vereinfachende Wirkung von Routinen im Alltag hervor. *„Routinen ermöglichen es uns, angesichts der beschriebenen Komplexität der Lebensumstände nicht jeden Tag neu darüber nachdenken, neu abwägen, neu diskutieren, neu entscheiden zu müssen, welches Handeln für welche Situation angemessen ist“* (Blättel-Mink et al., 2013, S. 95). Auch die Tendenz, sich das Leben durch Routinen zu vereinfachen führt also zu einem Lock-In auf bestimmte Verhaltens- und Konsumweisen.

Der individuelle Konsum ist darüber hinaus eingebettet in den Kontext der Konsum- und Produktionsweise der jeweiligen Kultur, also in das was wir von anderen gelernt haben und damit gewohnt sind.

Als Beispiel für in Bedürfnissen und kulturellen Praktiken verankerten Konsum sei hier der Fleischkonsum mit seinen Festtagsbraten und Weihnachtsgänsen aufgeführt. Fleisch ist in den kulturellen Werten der Ernährung ganz oben verankert. Direkt nach dem 2. Weltkrieg war der Fleischverbrauch wie auch die Produktion niedrig und es wurde kalorienreiches, fettes Fleisch verzehrt. Von knapp 40 kg/a pro Person stieg der Verbrauch auf etwa 80 kg/a in 1975 an und „explodierte“ bis 1980 auf etwa 100 kg/a, bei gleichzeitiger Verschiebung der Nachfrage zu „gesundem Magerfleisch“. Nach diesem Maximum in den 80er und 90er Jahren sank der Verbrauch zwar durch mögliche Einflüsse von Debatten um Gesundheit und

Umweltschutz wie durch zunehmenden Vegetarismus etwas ab, verharrt aber dennoch seit 1995 auf dem hohem Niveau von ca. 90 kg/a.

Abbildung 10: Fleischverbrauch in Deutschland 1950-2010 (in kg/Kopf)



Quelle: Greenpeace, 2013, S. 12

Neben der Kultur des Fleischkonsums spielen auch massive ökonomische Interessen dabei mit. Unter dem Titel „Mästen, schlachten, abkassieren. Das sind die Könige der deutschen Fleischindustrie“ berichtete Fokus[18] über die Konzentration der Fleischindustrie und ihre Auswirkungen auf die kaum noch im traditionellen Sinne bäuerliche Landwirtschaft. Branchenprimus Tönnies erzielte 2011 einen Umsatz von 4,6 Mrd. € und beschäftigte 8.000 Menschen, wie die Süddeutsche Zeitung formuliert, teilweise als „Lohnsklaven“ zu niedrigsten Löhnen[19].

Trotz des hohen Konsums und der seit Jahrzehnten guten Geschäfte scheint aber die Zukunft unsicher. Denn ohne Unsicherheit ist die Reaktion der Branche auf eine an sich unbedeutende Kampagne von Volkswagen kaum zu erklären. So warb die VW-Autostadt im April 2015 mit dem Slogan „vital (mit Fleisch und Fisch), vegetarisch, vegan“ für Essensangebote beim Besuch der Autostadt, was bereits nach kurzer Zeit zu einem Boykottaufruf des Bauernverbandes führte[20]. Der emsländische Schlachtkonzern Rothkötter kündigte an, keine Volkswagen mehr kaufen zu wollen[21]. Volkswagen blieb jedoch standhaft und informiert noch im August: „Wir bleiben dabei, Ihnen weiterhin - wie seit gut 12 Jahren -

[18] vgl. http://www.focus.de/finanzen/news/maesten-schlachten-abkassieren-das-sind-die-koenige-der-deutschen-fleischindustrie_aid_919730.html vom 1.9.2015.

[19] vgl. http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/skandaloese-verhaeltnisse-in-der-fleischindustrie-lohnsklaven-in-deutschland-1.1703776 vom 1.9.2015.

[20] vgl. http://www.bauernverband.de/rukwied-kein-verstaendnis-fuer-greenwashing-kampagne-der-vw-autostadt vom 31.8.2015.

[21] vgl. http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/vw-streitet-mit-bauern-entweder-vegan-oder-volkswagen/11761672.html vom 31.8.2015.

in allen unseren Restaurants geschmackvolle Gerichte, vornehmlich aus saisonal in der Region produzierten Bio-Produkten anzubieten. Unsere Köche bereiten für Sie täglich ihre Lieblingsgerichte mit frischen, biologischen Produkten aus der Region in hauseigenen Manufakturen zu - entsprechend den drei Ernährungsstilen vital, also mit Fleisch und Fisch, vegetarisch und vegan.“[22] Warum die Fleischindustrie aufschreit, wenn die VW-Autostadt Essen an erster Stelle „vital mit Fleisch und Fisch“ bewirbt macht neugierig.

Eine andere, langfristig wirksame kulturelle Praktik ist der Kauf oder die Anmietung immer größerer Wohnungen. Eine große Wohnung steht nicht nur für persönlichen Luxus sondern dient auch der Selbstdarstellung beim Empfang von Gästen. Die Wohnfläche pro Kopf ist von ca. 15 m^2 um 1950 bis zur Jahrtausendwende auf ca. 38 m^2 gestiegen (Stahlmann & Clausen, 2000, S. 232). Heute hat dieser Wert etwa 44 m^2 erreicht und das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2015) prognostiziert bis 2030 einen weiteren Anstieg auf ca. 47 m^2. Besonders hoch ist der Flächenbedarf der Älteren. *„Singlehaushalte zwischen 65 bis unter 75 Jahre verfügen in den alten Ländern im Mittel über 103 m^2 bei den Eigentümern und fast 64 m^2 bei den Mietern. Dabei wird der Wohnflächenkonsum dieses Haushaltstyps bei den Eigentümern aufgrund der großzügig mit Wohnfläche ausgestatteten Eigenheime bis 2030 noch weiter steigen“* (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), 2015, S. 10). Die Auswirkung dieser Entwicklung auf die Umwelt ist enorm. Ansatzpunkte der Veränderung gibt es offenbar nur wenige.

Während die Vorbildfunktion von innovativen Peers bei der Diffusion von Innovationen breit untersucht ist (Rogers, 2003, S. 300), wird der bremsenden Wirkung von kulturellen Zusammenhängen weit weniger Aufmerksamkeit gewidmet. Rogers beklagt selbst einen oft vorhandenen positiven Bias der Diffusionsforschung (a.a.O. 106), dokumentiert aber auch das Beispiel der amerikanischen Amish (a.a.O. 285). Die Mitglieder dieser religiösen Gruppe dürfen keine Automobile, Traktoren, Zigaretten, aber auch Knöpfe u.a.m. nutzen. Tun sie es doch, werden sie durch „Meidung“ aus der Kommunikation der Gruppe ausgeschlossen und isoliert. Rogers zeigt hier ein deutliches Beispiel, wie kulturelle Einbettung Veränderung behindert.

3.5.1 **Fazit**

Es können eine Reihe von verschiedenen Typen anwenderbezogener Pfadabhängigkeiten identifiziert werden:

- Unsicherheiten von Konsumentinnen und Konsumenten, die die Übernahme von Innovationen verzögern,
- individuelle Konsumroutinen, deren Stabilität von den jeweils profitierenden Sektoren teilweise massiv gefördert wird,
- kulturelle Faktoren, Gebräuchlichkeiten und Werte, die die Wahlfreiheit des Individuums bewusst oder unbewusst einschränken.

[22] vgl. http://www.autostadt.de/de/besucherservice/restaurants-und-kulinarik/gut-essen-in-der-autostadt/ vom 31.8.2015.

4 Fazit Pfadabhängigkeiten

Mit der Absicht, Pfadabhängigkeiten zu typologisieren und die Suche nach Pfadabhängigkeiten in der empirischen Arbeit zu unterstützen konnten folgende Typen von Pfadabhängigkeiten identifiziert werden:

Tabelle 1: Typen von Pfadabhängigkeiten

Typus	Untertypus	Charakterisierung
Rechtliche Pfadabhängigkeiten	Rechtliche Regeln Normen und Standards	Durch die Codifizierung bestimmter Verhaltensweisen durch positive Vorschriften oder Verbote werden diese Verhaltensweisenlangfristig festgeschrieben bzw. ausgeriegelt.
Ökonomische Pfadabhängigkeiten	Marktkapitalisierung Investitionen Fläche Subventionen Skaleneffekte	Finanzielle Werte führen bei den Eigentümern zu dem Interesse, diese zu erhalten oder im Wert zu steigern. Die Zahlung von Subventionen verschiebt Marktverhältnisse und erzeugt “Abhängigkeiten”. Durch Skaleneffekte stabilisieren sich erfolgreiche Pfade.
Infrastrukturelle und Technologische Pfadabhängigkeiten	Infrastrukturen Technologische Pfadabhängigkeiten	Infrastrukturen wie auch dominierende Technolgien schaffen Vorteile für die damit zusammenhänge Technolgiegruppe und riegeln ggf. andere aus.
Organisationale Pfadabhängigkeiten	Organisationsroutinen, Unternehmenskultur Interessenverbände	Organisationen verändern sich aufgrund von Routinen nur langsam, bestimmte Orgnisationen diesen explizit dem Zweck, Veränderungen immer dann zu verhindern, wenn sie nicht im Interese der jeweiligen Gruppe liegen.
Nutzerbezogene Pfadabhängigkeiten	Konsumroutinen und kulturelle Praktiken	Durch Konsumroutinen und kulturelle Praktiken reproduzieren sich einzelne Konsummuster über lange Zeiträume.

4.1 Pfadabhängigkeiten im Produktlebenszyklus

Pfadabhängigkeiten treten abhängig davon auf, in welcher Phase des ökonomischen Produktlebenszyklus sich ein Produkt befindet.

Abbildung 11: Mögliche Pfadabhängigkeiten und Bezüge zum Lebenszyklus von Produkten

Quelle: Borderstep Institut.

In der Phase der Innovation und kurz nach der Markteinführung ist das Schicksal des Produktes noch unklar. Skalenvorteile hat in dieser Phase zunächst das Vorläuferprodukt. Durch F&E-Anstrengungen und einen langsam wachsenden Nischenmarkt erreicht das neue Produkte aber immer mehr Wettbewerbsfähigkeit.

In der Phase wachsenden Erfolges – des Rising Star – wirken einerseits individuelle und kulturelle Adoptionsbarrieren, andererseits können durch die Adoption durch erste Leitkunden und Kundengruppen selbstverstärkende Effekte entstehen. In dieser Phase sind auch Regulierungen, die sich auf relative Kosten auswirken, von hoher Bedeutung.

Die verschiedenen mit dem Marktvolumen verbundenen ökonomischen Werte und Infrastrukturen, die Arbeitsplätze und die aus der Zahl und Größe der Akteure entstehende Marktmacht und Lobbying-Kapazität entstehen eigendynamisch mit dem Marktwachstum und sind mit umsatzstarken Cash-Cow Produkten auf großen Märkten häufig wenn nicht immer verbunden. Sie verschließen sich weitgehend der staatlichen Einflussnahme. Beteiligt ist der Staat aber immer dann, wenn eine Technologie durch rechtliche Vorschriften vorgeschrieben wird oder aufgrund ihrer Verfügbarkeit Vorschriften zur Ausriegelung bzw. Exnovation nunmehr substituierbarer Produkte erarbeitet werden. Solche Vorschriften können aufgrund positiver Externalitäten geboten sein, sie sind aber auch schon aufgrund geschickten Lobbyings aus unternehmens- oder branchenpolitischen Gründen in die Wege geleitet worden.

Am Ende der Lebensdauer eines Produktes am Markt verwandelt sich die Cash-Cow in einen Poor Dog, der bei sinkendem Marktanteil seine Ertragskraft verliert. Dieser Effekt kann durch gezielte Steuern und Abgaben beschleunigt werden, die die Cash-Cow weniger einträglich machen. Durch Subventionen kann ein solches Produkt jedoch auch mit Hilfe des Staates aufwendig am Leben gehalten werden.

Letztlich geht es bei nicht-nachhaltigen Produkten darum, deren Cash-Cow Charakter in einen Poor Dog Charakter zu verwandeln, so dass dann eine Exitstrategie für die beteiligten Unternehmen unvermeidlich wird. Am Ende des Lebensweges steht ggf. das Verbot des Produktes, die Exnovationsvorschrift, die damit gleichzeitig Raum für wünschenswertere Nachfolgeprodukte schafft.

4.2 Pfadabhängigkeiten und Transformationsstrategien

Je nach Typ einer Pfadabhängigkeit sind diese mehr oder weniger bedeutend für die Entwicklung von Transformationsstrategien. Im Folgenden soll eine grobe Kategorisierung von Pfadabhängigkeiten mit dem Fokus auf ein mögliches Umgehen mit ihnen im Transformationsprozess versucht werden. .

4.2.1 Nicht mehr Vorhandenes

Nur eine Pfadabhängigkeit bietet keinerlei Möglichkeit des Lock-Out: Die Frage des schlichten Nichtvorhandenseins von Ressourcen wie z.B. ausgestorbene Tierrassen oder Saatgutsorten oder neu genutzte Infrastrukturflächen wie innenstadtnahe Güterbahnhöfe. Hier besteht keine Chance mehr, diese zu reaktivieren. Pfadwechsel sind hier nicht mehr möglich.

4.2.2 Vorhandene Infrastrukturen

Weitgehend unabhängig von der Frage der Besitzstandswahrung oder Verwertungsinteressen wie auch des rechtlichen Zugriffs stellen technologische Infrastrukturen (also vorhandene Gebäude, Straßen, Kommunikationsnetze usw.) quasi die normative Kraft des Faktischen dar. Die schlichte Existenz bestimmter Artefakte bzw. Lösungen führt dazu, dass jede angestrebte Transformation deren Existenz ins Kalkül ziehen und diese im Transformationsprozess berücksichtigen muss. Selbst im Falle eines kompletten gesellschaftlichen Konsenses über einen Pfadwechsel führen infrastrukturelle und technologische Artefakte also quasi ein Eigenleben.

4.2.3 Umgehen mit potentiellen Verlierer des Strukturwandels

Einige Pfadabhängigkeiten kennzeichnen Verlierer eines möglichen Strukturwandels: Die extrem hohe Marktkapitalisierung bestimmter, nicht nachhaltiger Branchen wie z.B. der Energiebranche, der Wert von Produktionsanlagen und die Zahl der Arbeitsplätze begründen hohe Anstrengungen der jeweils Betroffenen, ihren Besitzstand zu waren.

Diese Pfadabhängigkeiten sind nur indirekt veränderbar. Sie hängen mit dem Besitzstand von Akteuren zusammen und würden sich nur verändern, wenn durch andere Faktoren eine Steigerung oder Absenkung des jeweiligen Wertes in die Wege geleitet würde.

Auch einige rechtliche Regelungen sichern Besitzstände, solange sie bestehen. Gesetzliche oder private Standards, Zertifizierungsanforderungen und Prüfvorschriften sichern einerseits die Qualität von Produkten und Dienstleistungen, stellen aber gleichzeitig eine Zugangsschwelle für neue Marktakteure dar. Regelungen wie z.B. das Verbot der Nachzucht von Pflanzen durch Einzellandwirte durch das Sortenrecht schützen Märkte und Hersteller vor unliebsamen Wettbewerb. Diese Pfadabhängigkeiten sind grundsätzlich durch politische Beschlüsse veränderbar. In den letzten Jahrzehnten wurden allerdings einige dieser Regelungen auf internationaler Ebene verankert, wodurch das betroffene System größer und komplexer und die Veränderung noch deutlich schwieriger wird.

Für Strategien des Pfadwechsels ist es von hoher Bedeutung, sich über die Besitzstände und ihre Verteilung Klarheit zu verschaffen und Konzepte zur Werterhaltung oder Abfederung zu entwickeln. Auch die Einbindung der „alten“ Akteure in neue Strategien könnte ein Konzept sein, Widerstände zu begrenzen. Jänicke et al. (2015, S. 3) formulieren dies wie folgt:

> To promote climate mitigation and adaptation at all levels, we recommend translating, where possible, climate policy objectives into the language and

thinking of co-benefits, particularly those that will mobilise economic interests while also protecting the natural basis of life.

4.2.4 Pfadwechselstrategien auf Basis rechtlicher Regelungen und ökonomischer Instrumente

Eingriffsmöglichkeiten bestehen darin, die Kosten des Wandels durch Veränderung relativer Preise, Förderungen oder Subventionen so zu verteilen, dass in der Zeit bevor die Economy of Scale zu wirken beginnt, neuen Produkten ein Vorteil am Markt verschafft wird, wie dies z.B. mit dem EEG erfolgte.

Der Aufwand und die Kosten des technologischen Wandels bzw. Umbaus haben Vermeidungsinteressen bei den Betroffenen zur Folge, haben aber ebenso Förderer in denjenigen Branchen, die den Umbau als Geschäftszweck anbieten und daran verdienen wollen. Der Effekt der Economy of Scale kann dabei sowohl pfadstabilisierend wie auch pfadverändernd wirken.

Aber bei der Anwendung ökonomischer Instrumente ist der Erfolg nicht sicher und die politische Steuerung keine Einbahnstraße. So wurde in Abschnitt 3.1 dargestellt, wie die durch die EU-Emissionshandelsrichtlinie angestrebte Veränderung der relativen Energiepreise durch die hochkomplexe und in ihrer Wirkung kaum vorhersehbare Ausgestaltung im Detail letztlich auf Jahrzehnte völlig wirkungslos wurde.

Strategien des Pfadwechsels, die sich ökonomischer Instrumente bedienen, sollten so einfach sein, dass sie nicht unterlaufen werden können. Insbesondere die Unterstützung von Diffusionsprozessen sollte in raschem Takt evaluiert werden, da sie im Falle des Erfolgs schnell verändert werden muss, um die Kosten für die öffentliche Hand zu begrenzen.

Der Widerstand gegen ordnungsrechtliche Regelungen beginnt meist schon im Vorfeld des Beschlusses. Mehrfach wurde von der Wirtschaft erreicht, dass statt einer ordnungsrechtlichen Regelung das Instrument der Selbstverpflichtung eingesetzt wurde. Der Erfolg von Selbstverpflichtungen ist aber, da es oft an Sanktionsmechanismen mangelt, oft begrenzt.

Auch eine einmal beschlossene ordnungsrechtliche Reglung muss nicht zu wirklichen Änderungen führen. So enthält z.B. das erneuerbare Energien Wärme-Gesetz (EEWärmeG) die Möglichkeit, anstatt der anteiligen Versorgung des Gebäudes durch erneuerbare Energien zusätzliche Effizienzmaßnahmen zu ergreifen; eine Möglichkeit, die von zwei Dritteln der Betroffenen gewählt wird, So wird der eigentliche Zweck des Gesetzes nur in einem Drittel der Fälle erreicht. Und jede Regelung ist auch nur so gut, wie der Vollzug, der ihre Umsetzung sichert, wie sowohl an den Anstrengungen der Automobilindustrie zur Vorspiegelung gesunkener Benzinverbräuche durch Modifizierung der Messverfahren wie auch am VW-Abgasskandal deutlich wurde.

Für Strategien des Pfadwechsels ist es von Bedeutung, sich die erforderlichen politischen Mehrheiten zu sichern. Die Ausformulierung diesbezüglicher ordnungsrechtlicher Vorschriften muss darüber hinaus so erfolgen, dass ein wirkungsvoller Vollzug sichergestellt ist.

4.2.5 Nutzerbezogene Barrieren

Durch anwenderbezogene, individuelle und kulturelle Barrieren wird die Diffusion neuer Lösungen verlangsamt. Unsicherheiten, individuelle Konsumroutinen und kulturelle Faktoren wirken auf der Ebene des Individuums und innerhalb von Organisationen. Diese Barrieren lassen sich durch langsames Wachsen aus Nischen heraus, durch Vorbilder oder auch durch Imagekampagnen reduzieren. Auch Umbruchsituationen in der Lebenssituation (Schäfer & Jaeger-Erben, 2011) bieten Ansatzpunkte für Veränderungen.

4.3 Der Doppelcharakter von Pfadabhängigkeiten

Pfadabhängigkeiten haben häufig einen Doppelcharakter. Sie können einersseits Pfade stabilisieren, aber auch zu ihrer Veränderung genutzt werden. Dieser Doppelcharkter wird z.B. in Abbildung 7 deutlich. Zunächst haben hier die Röhrenmonitore einen Skalenvorteil, weil ihre Produktion aufgrund hoher Stückzahlen bereits hocheffizient und entsprechen preiswert ist. Die grundsätzlichen Effizienzvorteile des LCD-Monitors wirken sich erst aus, nachdem dieser um das Jahr 2005 herum eine Mindeststückzahl erreicht hat und die Herstellkosten nun auch für LCD-Monitore deutlich zu fallen beginnen. Nunmehr wirken die Skaleneffekte auf der Seite des innovativen Produktes.

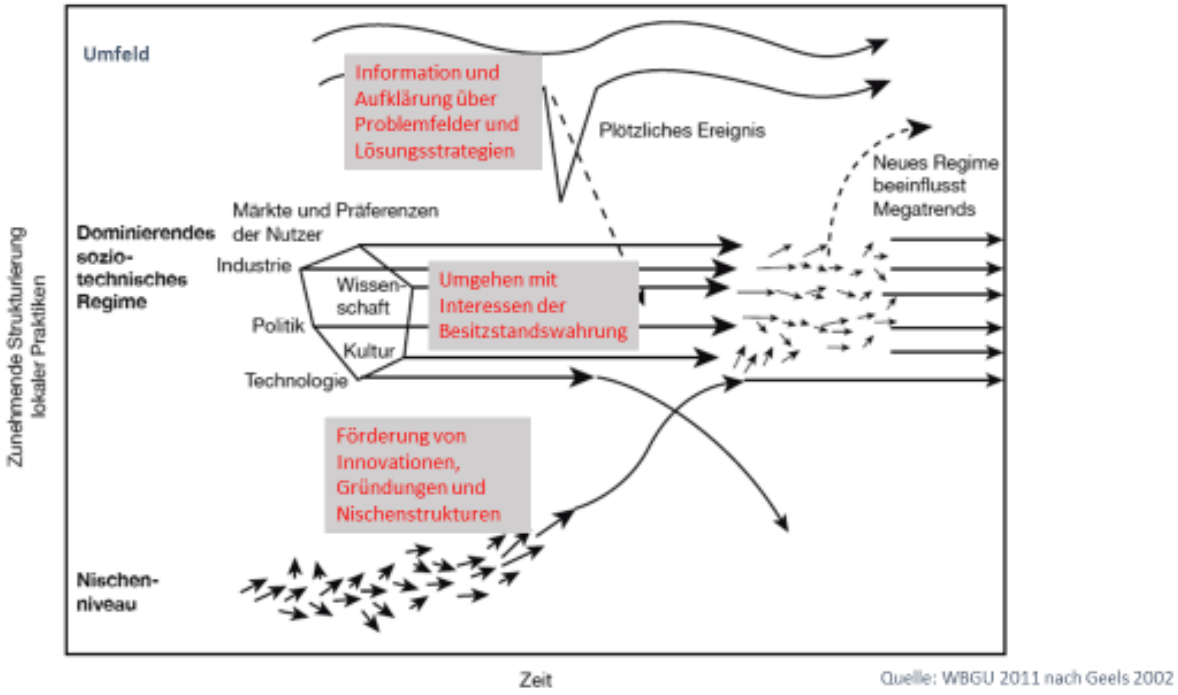
Ähnliche Doppelcharaktere sind auch bei anderen Typen von Pfadabhängigkeiten zu identifizieren. Wichtig ist für die Innovation dabei das Erreichen eines Kippunktes, von dem ab eine Reihe von Dynamiken in ihrer Wirkung von innovationsverhindernd zu innovatiosnfördernd kippen.

Insoweit ist letztlich für die Frage der Herbeiführung eines Pfadwechsels bzw. im Kontext der Pfadkreation der Doppelcharkter zwar faktisch vorhanden, aber je nach Phase der Diffusion ist nur einer dieser Charktere praktisch wirksam.

4.4 Pfadabhängigkeiten im Mehrebenenmodell von Geels

Instruktiv ist auch eine Verknüpfung des Blicks auf Pfadabhängigkeiten mit dem Mehrebenenmodell zur Analyse von Transformationsprozessen von Geels.

Abbildung 12: Pfadabhängigkeiten im Mehrebenenmodell von Geels



Quelle: Borderstep Institut nach WBGU 2011 und Geels 2002.

Zunächst ist der Aufbau von Nischen von Bedeutung, da in ihnen bei für die Gesellschaft überschaubaren Kosten Innovationen entwickelt und erprobt werden können. Dies gilt nicht nur für Technologien, sondern vielleicht noch in höherem Maße für soziale Innovationen oder innovative Geschäftsmodelle. Die Struktur nutzerbezogener Barrieren wird sich schon in den Nischen zeigen und Strategien des Abbaus dieser Barrieren können entwickelt werden. Eine große Zahl von Transformationsprojekten wie der Ökolandbau, das Carsharing, Passivhäuser u.a.m. haben sich zu stabilen Nischen entwickelt. Der Sprung in den Massenmarkt und letztlich zum „dominanten Design“ gelang bisher aber in keinem der Felder.

Der Grund hierfür liegt darin, dass mit Eintritt der Alternativen in den Massenmarkt Nachteile für die Akteure der bisher dominanten Pfade entstehen. In der Analyse von Pfadabhängigkeiten konnte gezeigt werden, dass ein zentraler Ansatzpunkt der Transformation in klaren Strategien zum Umgehen mit existierenden Pfaden und Interessen der Besitzstandswahrung liegen könnte.

Sowohl die Entwicklungen in der Nische wie auch die Veränderungen im dominanten Regime finden in einem gesamtgesellschaftlichen Umfeld statt, welches die Entwicklungen beeinflusst. Information und Aufklärung über die Problemlagen ist daher wichtig, so dass ein möglicher gesellschaftlicher Konsens und die Entwicklung der Märkte auch in eine Richtung erfolgen können, die die Probleme lösen. Die Verbreitung von Unwahrheiten und die Entstehung von Mythen gefolgt von der Herbeiführung von politischen Entscheidung auf Basis dieser falschen Einschätzung der Sachlage stellt in diesem Prozess eine wesentliche Gefahr da (Harich, 2012).

Literaturverzeichnis

Adler, Frank (2014): Postwachstumsvisionen. Zu einer neuen Tendenz in der wachstumskritischen Debatte. In: Berliner Debatte Initial 25, 2

Agora Energiewende. (2015). Die Rolle des Emissionshandels in der Energiewende. Berlin. Zugriff am 10.6.2015. Verfügbar unter: http://www.agora-energiewende.de/fileadmin/downloads/publikationen/Hintergrund/ETS/Agora_Hintergrund_Rolle_des_Emissionshandels_18022015_web.pdf

Antoni-Komar, I. & Pfriem, R. (2010). Kulturelle Kompetenzen für nachhaltigen Konsum (Wirtschaftswissenschaftliche Nachhaltigkeitsforschung). In I. Antoni-Komar, M. Lehmann-Waffenschmidt, Pfriem, Reinhard & H. Welsch (Hrsg.), WENKE2 - Wege zum nachhaltigen Konsum (S. 217–252). Marburg: Metropolis-Verl.

Bierter, W. & Fichter, K. (2002). Innovationsabenteuerreise. UmweltWirtschaftsForum, 10 (3), 29–35.

Blättel-Mink, B., Defila, R., Di Giulio, A. & Kaufmann-Hayoz, R. (2013). Konsum-Botschaften: was Forschende für die gesellschaftliche Gestaltung nachhaltigen Konsums empfehlen. Stuttgart: S. Hirzel Verlag.

Bloomberg. (2014). Fossil fuel divestment: a $5 trillion challenge. Hongkong. Verfügbar unter: http://about.bnef.com/content/uploads/sites/4/2014/08/BNEF_DOC_2014-08-25-Fossil-Fuel-Divestment.pdf

Boas, T.C. (2007). Conceptualizing Continuity and Change: The Composite-Standard Model of Path Dependence. Journal of Theoretical Politics, 19 (1), 33–54. doi:10.1177/0951629807071016

Bundesanstalt für Finanzmarktstabilisierung (SOFFIN). (2015). Historischer Überblick über die Maßnahmen des SoFFin. Frankfurt am Main. Zugriff am 11.6.2015. Verfügbar unter: http://www.fmsa.de/de/fmsa/soffin/Berichte/index.html

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). (2015). Wohnungsmarktprognose 2030. Bonn. Verfügbar unter: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/WohnenImmobilien/Wohnungsmarktprognosen/Fachbeitraege/Prognose2030/Prognose2030_node.html

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi). (2014). Sanierungsbedarf im Gebäudebestand. Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude. Berlin. Zugriff am 8.7.2015. Verfügbar unter: http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/sanierungsbedarf-im-gebaeudebestand,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf

Clausen, J. (2004). Umsteuern oder Neugründen? Die Realisierung ökologischer Produktpolitik in Unternehmen. Bremen: Books on Demand.

Clausen, J. (2013). Wärmenetze und Langzeitwärmespeicher als Schlüsseltechnologien der nachhaltigen Wärmeversorgung Entwicklungspotenziale und Handlungsoptionen. Berlin. Zugriff am 4.4.2016. Verfügbar unter: http://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2014/07/Clausen-Waermenetze_-und_Langzeitwaermespeicher_als_Schluesseltechnologien-2013.pdf

Clausen, J., Brokmann, F. & Schellenberger, O. (1995). Selbstverpflichtungsabkommen im Umweltschutz (IÖW-Diskussionspapier) (Band 36). Berlin: IÖW.

David, P.A. (2000). Path Dependence, its critics, and the quest for ‘historical economics’. Oxford. Zugriff am 15.4.2016. Verfügbar unter: http://www-siepr.stanford.edu/workp/swp00011.pdf

Deutsche Bank Research. (2009). Automobilindustrie am Beginn einer Zeitwende. Frankfurt am Main. Zugriff am 10.6.2015. Verfügbar unter: https://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD0000000000237289/Automobilindustrie+am+Beginn+einer+Zeitenwende.pdf

Deutsche Umwelthilfe. (2013). Die Tricks der Autohersteller. Weshalb sich die Angaben der Hersteller zum Spritverbrauch immer stärker von den tatsächlichen Verbräuchen im realen Straßenverkehr unterscheiden. Berlin. Zugriff am 10.6.2015. Verfügbar unter: http://www.duh.de/uploads/tx_duhdownloads/Hintergrund_MehrverbrauchPKW.pdf

Die Bundesregierung. (2009). Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung -. Berlin. Zugriff am 12.6.2015. Verfügbar unter: http://www.bmbf.de/pubRD/nationaler_entwicklungsplan_elektromobilitaet.pdf

DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.). (2000). Gesamtwirtschaftlicher Nutzen der Normung Zusammenfassung der Ergebnisse Wissenschaftlicher Endbericht – mit praktischen Beispielen – »Executive Summary«. Berlin. Zugriff am 15.4.2016. Verfügbar unter: http://www.snv.ch/fileadmin/snv/Normung/Dokumente/nutzen_der_normung.pdf

DLR & Fraunhofer ISI. (2007). Externe Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern. Gutachten im Auftrag des BMU. Stuttgart und Karlsruhe. Verfügbar unter: http://www.buergerstrom.org/downloads/bmuexternekosteneekostenstromerzeugung.pdf

DLR, Fraunhofer IWES & IfnE. (2012). Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und Global. Stuttgart, Kassel, Teltow.

Elfick, D. (2011). A Brief History of Broiler Selection: How Chicken Became a Global Food Phenomenon in 50 Y ears. Huntsville. Zugriff am 12.6.2015. Verfügbar unter: http://cn.aviagen.com/assets/Sustainability/50-Years-of-Selection-Article-final.pdf

Falke, J. (2000). Rechtliche Aspekte der Normung in den EG-Mitgliedstaaten und der EFTA Band 3 Deutschland. Berlin. Zugriff am 15.4.2016. Verfügbar unter: bookshop.europa.eu

Fiber to the Home Council Europe. (2016). Breaking news from the FTTH Conference 2016: Croatia, Germany and Poland join the FTTH Ranking. Brüssel. Zugriff am 15.4.2016. Verfügbar unter: http://ftthcouncil.eu/documents/PressReleases/2016/PR20160217_FTTHranking_panorama_award.pdf

Fichter, K. & Clausen, J. (2013). Erfolg und Scheitern „grüner“ Innovationen. Marburg: Metropolis.

Fichter, K., Gleich, A. v. & Pfriem, R. (2010). Theoretische Grundlagen für erfolgreiche Klimaanpassungsstrategien. (B. Siebenhüner, Hrsg.). Bremen, Oldenburg.

Gardini, L., Hommes, C., Tramontana, F. & de Vilder, R. (2009). Forward and backward dynamics in implicitly defined overlapping generations models. Journal of Economic Behavior & Organization, 71 (2), 110–129.

Gavetti, G. & Levinthal, D. (2000). Looking Forward and Looking Backward: Cognitive and Experiential Search. Administrative Science Quarterly, 45 (1), 113–137.

Gleich, A. von & Gößling-Reisemann, S. (2008). Industrial Ecology: Erfolgreiche Wege zu nachhaltigen industriellen Systemen. Wiesbaden: Vieweg+Teubner | GWV. Zugriff am 3.12.2015. Verfügbar unter: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8351-9225-6

Greenpeace. (2013). Ökonomische Instrumente für eine Senkung des Fleischkonsums in Deutschland. Beiträge zu einer klima- und umweltgerechteren Landwirtschaft. Hamburg. Verfügbar unter: http://www.meine-landwirtschaft.de/fileadmin/files/meine-landwirtschaft/Studien_usw/Studie_Instrumente_zur_Fleischkonsumsenkung.pdf

Hackmann, M., Pyschny, H. & Stanek, R. (2015). P3-TCO-Analyse-Elektrofahrzeuge-2018. Stuttgart. Zugriff am 12.6.2015. Verfügbar unter: http://www.electrive.net/wp-content/uploads/2015/03/P3-TCO-Analyse-Elektrofahrzeuge-2018.pdf

Hannan, M.T. & Freeman, J. (1977). The population ecology of organizations. American Journal of Sociology, 82, 929 – 964.

Harich, J. (2012). The Dueling Loops of the Political Powerplace. Clarkston GA. Zugriff am 5.8.2015. Verfügbar unter: http://www.thwink.org/sustain/articles/005/DuelingLoops.pdf

Hintemann, R. & Clausen, J. (2014). Rechenzentren in Deutschland: Eine Studie zur Darstellung der wirtschaftlichen Bedeutung und Wettbewerbssituation. Studie im Auftrag des Bundesverbandes Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM). Berlin. Verfügbar unter: https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Rechenzentren-in-Deutschland-Wirtschaftliche-Bedeutung-und-Wettbewerbssituation.html

Hohmeyer, O. (1988). Social costs of energy consumption: external effects of electricity generation in the Federal Republic of Germany ; 24 tables. Berlin: Springer.

ICCT, TNO, IFEU & Sidekick. (2013). From Laboratory to Road: A Comparison of official and real-world fuel consumption and CO2 values for cars in the EU and US. Washington D.C. Zugriff am

10.6.2015. Verfügbar unter:
http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_LabToRoad_20130527.pdf

IÖW et al. (2004). Agrobiodiversität entwickeln! Handlungsstrategien für eine nachhaltige Tier- und Pflanzenzucht. Berlin. Verfügbar unter:
http://www.agrobiodiversitaet.net/agrobiowebsite/site/page/downloads/downloads.html

Jänicke, M., Schreurs, M. & Töpfer, K. (2015). The Potential of Multi-Level Global Climate Governance. Potsdam. Zugriff am 17.4.2016. Verfügbar unter: http://www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/potential_of_multi_level_governance.pdf

Kern, H. & Schumann, M. (1998). Kontinuität oder Pfadwechsel? Das deutsche Produktionsmodell am Scheideweg. SOFI-Mitteilungen, 26, 7–15.

Lehmann-Waffenschmidt, M. & Reichel, M. (2000). Kontingenz, Pfadabhängigkeit und Lock-In als handlungsbeeinflussende Faktoren der Unternehmenspolitik. In T. Beschorner & R. Pfriem (Hrsg.), Evolutorische Ökonomik und Theorie der Unternehmung. Marburg: Metropolis.

Liebowitz, S. (1995). Path Dependence, Lock-in, and History. Journal of Law, Economics and Organization, 11 (1), 205–225.

Lobby Control. (2013). Lobbyreport 2013 Die Lobbyismus-Debatte 2009-2013: Eine Bilanz der schwarz-gelben Regierungszeit. Köln.

Mazor, S. (2010). Intel's 8086. IEEE Annals of the History of Computing, 32 (1), 75–79. doi:10.1109/MAHC.2010.22

Mbithi, J. (2014). Off-Grid Solar Case Study and Opportunities in Kenya. Gehalten auf der Off Grid Power Forum, München. Verfügbar unter:
http://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/media/pdf/IV_2_MoEP_Kenya_Mbithi_Presentation_-_Intersolar_Munich.pdf

Nelson, R.R. (1987). Understanding technical change as an evolutionary process. Amsterdam ; New York : New York, N.Y., U.S.A: North-Holland.

Nelson, R.R. & Winter, S.G. (1982). An evolutionary theory of economic change. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press.

Nill, J. (2009). Ökologische Innovationspolitik: eine evolutorisch-ökonomische Perspektive. Marburg: Metropolis-Verl.

Nill, J. & Hübner, K. (2001). Vor einem strategischen Greening? Ein Phasenmodell der Ökologisierung von Innovationssystemen am Beispiel Deutschlands. Ökologisches Wirtschaften, (3-4), 29–30.

Nitsch, J. (2013). Was kostet der Ausbau erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung tatsächlich? Verfügbar unter: http://www.neueenergie.net/sites/default/files/medien/u234/dateien/differenzkosten-130328_nitsch.pdf

Petschow, U. & Nill, J. (1998). Ökonomie der Nachhaltigkeit oder „Nachhaltigkeit" der Ökonomie? Ökologisches Wirtschaften, (6), 10–11.

PricewaterhouseCoopers. (2014). Europe Top 100Companies from 2008 to 2014 Ranked by market capitalisation. Frankfurt am Main. Zugriff am 11.6.2015. Verfügbar unter:
http://www.pwc.de/de/kapitalmarktorientierte-unternehmen/assets/healthcare-und-pharma-werte-sind-bei-anlegern-besonders-gefragt.pdf

Rogers, E.M. (2003). Diffusion of innovations (Band 5). New York: Free Press.

Schäfer, M. & Jaeger-Erben, M. (2011). Lebensereignisse als Gelegenheitsfenster für nachhaltigen Konsum? Die Veränderung alltäglicher Lebensführungin Umbruchsituationen. (Ergebnisse sozial-ökologischer Forschung). Wesen und Wege nachhaltigen Konsums: Ergebnisse aus dem Themenschwerpunkt „Vom Wissen zum Handeln - neue Wege zum nachhaltigen Konsum" (S. 213 – 228). München: Oekom-Verl.

Schein, E. (1995). Ein Handbuch für Führungskräfte. Frankfurt am Main: Campus-Verl.

Stahlmann, V. & Clausen, J. (2000). Umweltleistung von Unternehmen: Von der Öko-Effizienz zur Öko-Effektivität (2000. Auflage). Wiesbaden: Gabler.

Statistisches Bundesamt. (2013). Kaufwerte für landwirtschaftliche Grundstücke - Fachserie 3 Reihe 2.4. Wiesbaden. Zugriff am 4.8.2015. Verfügbar unter:

https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Baupreise/KaufwerteLandwirtschaftlicheGrundstuecke2030240137004.pdf;jsessionid=81274D9AB5CCA154583729F5F03DC43D.cae4?__blob=publicationFile

Statistisches Bundesamt. (2014). Statistisches Jahrbuch 2014. Zugriff am 26.5.2015. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/StatistischesJahrbuch/ProdGewerbeDienstleistungen.pdf?__blob=publicationFile

Transparency Interernational. (2014). Lobbying in Deutschland. Berlin. Verfügbar unter: https://www.lobbycontrol.de/wp-content/uploads/Lobbying_in_Deutschland_2014.pdf

Umweltbundesamt. (2014). Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes in Deutschland im Jahr 2010. Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (Hrsg.). (2010). Umweltschädliche Subventionen in Deutschland. Aktualisierte Ausgabe 2010. Dessau-Rosslau.

Umweltbundesamt (Hrsg.). (2014). Umweltschädliche Subventionen in Deutschland. Aktualisierte Ausgabe 2014. Desass-Rosslau.

Vergne, J.-P. & Durand, R. (2010). The Missing Link Between the Theory and Empirics of Path Dependence: Conceptual Clarification, Testability Issue, and Methodological Implications: Path Dependence. Journal of Management Studies, 47 (4), 736–759. doi:10.1111/j.1467-6486.2009.00913.x

WBGU. (2011). Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin. Verfügbar unter: http://www.wbgu.de/hauptgutachten/hg-2011-transformation/