

Stoffstrominnovationen zwischen Marktdynamik und Regulierung

Einleitung der Herausgeber

1 Projektrahmen

Die Produktion und Nutzung vor allem von modernen, ‚komplexen‘ Produkten sind offenkundig mit Stoffstromproblemen verbunden. Diese beziehen sich einerseits auf die Beschaffungsseite (wie etwa bei der Gewinnung und Weiterverarbeitung von Rohstoffen) und andererseits auf die Entsorgungsseite (wie etwa bei dem wachsenden Abfallaufkommen und dessen veränderter Zusammensetzung). Insbesondere die zuletzt genannte Problemdimension ist zum Gegenstand von gesetzlichen Regelungen geworden (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz). Damit macht der Gesetzgeber deutlich, dass er die Gestaltung und Entwicklung der Stoffströme nicht allein marktlichen Prozessen überlassen will.

Das Zusammenwirken von Marktdynamik und gesetzlicher Regulierung bei der Veränderung von Stoffströmen zu untersuchen, war Gegenstand des Forschungsprojekts „Ecological Perspectives of Modularisation (EPerMod)“ an der Universität Kassel, das im Zeitraum 2008 bis 2010 von der VolkswagenStiftung gefördert wurde.¹ Als exemplarische Anwendungsbereiche wurden dabei die Automobil- und die Computerindustrie herangezogen, da hier die genannte Komplexität der Produkte gegeben ist, unterschiedliche Formen der Implementation der gesetzlichen Rahmenvorgaben vorliegen (Altfahrzeugverordnung, Elektroggesetz) und eine große volkswirtschaftliche Relevanz dieser Branchen konstatiert werden kann.

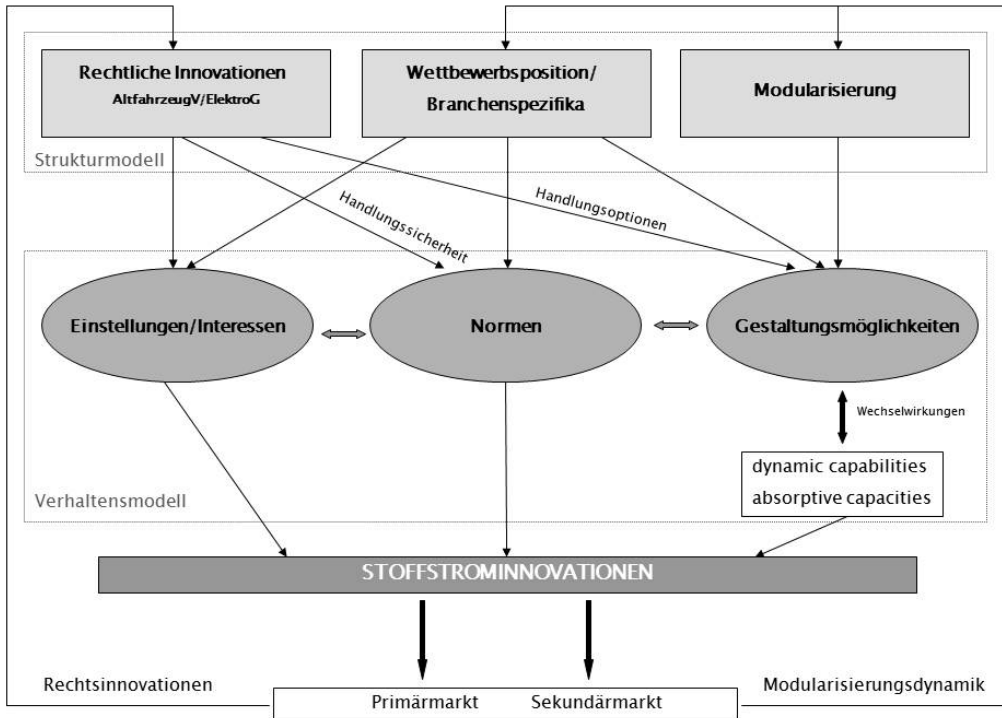
¹ Weitere Informationen sind unter <http://www.epermod.de> abrufbar.

Sollen die Stoffströme in diesen Branchen analysiert werden, dann sind nicht nur die technologischen, ökonomischen und regulativen Spezifika dieser Branchen (wie etwa die Besonderheiten der Produkte, der Konzentrationsgrad in der Branche und der Konkretisierungsgrad von Gesetzesnormen) von Bedeutung, sondern auch die Entwicklungsmuster, die prägend für die einzelwirtschaftlichen Innovationsvorgänge sind. Im EPerMod-Projekt wurde diesbezüglich von der Hypothese ausgegangen, dass in den untersuchten Branchen diese Entwicklungsmuster – entsprechend der Komplexität der Produkte – durch die Modularisierung geprägt sind: Die Architektur der Produkte ebenso wie deren Produktion erlaubt eine Aufteilung in Komponenten, deren interne Struktur vielfältiger ist als ihre Verknüpfung untereinander.

Vor diesem Hintergrund war dann die Frage genauer zu untersuchen, ob für die o.g. beschaffungs- und entsorgungsseitigen Probleme in den ausgewählten Branchen durch die Modularisierung ein lösungsförderliches Muster vorliegt und in Verbindung mit neueren regulativen Vorgaben (wie der Altfahrzeugverordnung bzw. dem Elektroggesetz) ein Innovationspfad für eine umweltverträglichere – wenn nicht gar nachhaltige – Stoffstromentwicklung begründet werden kann. Entsprechend sollten folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

- Welche Ausprägungsformen und Bedeutung hat die Modularisierung in den untersuchten Branchen?
- Welche Rolle spielt die Modularisierung für das Vorhandensein und die Nutzung von Potentialen zur Stoffstrominnovation?
- Welche stoffstromrelevanten Innovationspotentiale für die Wahrnehmung der gesetzlichen Produktverantwortung bestehen vor dem Hintergrund der Modularisierung?
- Welche Handlungsanreize zur Gestaltung umweltverbessernder bzw. nachhaltiger Stoffströme bewirken die Altfahrzeugverordnung und das Elektroggesetz?
- Welche unternehmenspolitischen Wahrnehmungs- und Reaktionsmuster werden durch die Regulierung der Produktverantwortung ausgelöst?

Abbildung 1: Konzeptrahmen des EPerMod-Projekts



Der für die Beantwortung dieser Forschungsfragen verwendete *konzeptionelle Rahmen* lässt sich als Verknüpfung eines Strukturmodells und eines Verhaltensmodells kennzeichnen (vgl. Abb. 1). In dem ersteren werden die regulativen Vorgaben, die Branchenspezifika und das Entwicklungsmuster der Modularisierung als Einflussfaktoren erfasst. In dem Verhaltensmodell geht es um Einstellungen, Normen und wahrgenommene Gestaltungsspielräume als handlungsbestimmende Größen auf der Unternehmensebene.

Orientiert an diesem konzeptionellen Rahmen wurden *qualitative und quantitative Befragungen* bei Unternehmen der genannten Branchen durchgeführt. Für die Automobilindustrie konnten auf diese Weise umfassend Wahrnehmungs-, Entscheidungs- und Handlungsmuster erhoben werden. Wegen der begrenzten Offenheit der die Entwicklungspfade der Branche dominierenden OEM (Original Equipment Manufacturer) für entsprechende Befragungen, wurden zusätzlich relevante Akteure der Zuliefer- und Entsorgungsindustrie als Spiegel der OEM-Anforderungen in die empirische Erhebung

einbezogen. Zudem wurde die Branchenbefragung ergänzt um eine zweistufige Delphi-Studie mit ausgewiesenen wissenschaftlichen und branchenpolitischen Experten. Die weitgehende Abwesenheit von OEM-Standorten für die Computerherstellung in Deutschland, beispielhaft für große Teile der Elektronikbranche, lässt eine solche Analyse für das Beispiel Computer nicht zu. Hier wurde die Auswertung der Befragung zur Reflektion der Wirkungen der rechtlichen Regulierung genutzt.

Sowohl der konzeptionelle Rahmen als auch die ausgewerteten Befragungsergebnisse sind eingeflossen in ein agentenbasiertes Computermodell zur Analyse des Zusammenwirkens von ökonomischen und rechtlichen Einflussfaktoren auf die Stoffströme in der Automobilindustrie sowie in ein differenziertes Profil der vorfindlichen Branchenkultur. Aus diesen empirischen und analytischen Befunden sind schließlich Folgerungen in Gestalt einer *Evaluation der gesetzlichen Grundlagen* und Empfehlungen für deren Fortentwicklung gezogen worden.

Der vorliegende Band enthält die Beiträge zur Abschlusstagung des EPerMod-Forschungsprojekts. Entsprechend der skizzierten Facetten dieses Projekts ist er in die Abschnitte ‚Modularisierung‘, ‚Stoffströme‘ und ‚Innovation‘ gegliedert. In diesen Abschnitten werden einerseits die wichtigsten Ergebnisse des Projekts vorgestellt und andererseits von externen Autoren vertiefende oder ergänzende Analysen beige-steuert.

2 Die Beiträge im Einzelnen

Den Auftakt zum Abschnitt ‚Modularisierung‘ macht der Beitrag *„Modularisierung und die Struktur der automobilen Wertschöpfungskette“* von Ulrich Jürgens. Er beleuchtet die Entwicklung von Modularisierungsstrategien von ihrem Aufkommen in den späten 1970er-Jahren bis heute. Dabei werden einerseits die produktbezogene Modularisierung (modulare Baukästen) und andererseits die modularisierungsbedingten Veränderungen in der automobilen Wertschöpfungskette (z.B. der Trend zu „Mega-Zulieferern“) betrachtet. Die Grenzen der Modularisierung sieht Jürgens im Spannungsfeld zwischen Kooperation und Wettbewerb zwischen OEMs und Zulieferern. Der Beitrag schließt mit einem Ausblick zur Entwicklung der Produktarchitektur im Automobilbau. Hier zeigt der Autor zwei mögliche Pfade auf: Einerseits den eher dem japanischen Vorbild folgenden Weg einer geschlossen-modularen Architektur, andererseits die derzeit bei europäischen OEMs beobachtbare Tendenz zu einer stärker offen-modularen Produktarchitektur.

Frank Beckenbach, Maria Daskalakis und Norman Voß präsentieren in ihrem Beitrag *„Innovation, Produktverantwortung und Modularisierung“* die deskriptiven

Ergebnisse der quantitativen Befragung der deutschen Automobilzulieferer. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass im Vergleich zu den markt- und wettbewerbsbezogenen Zielen die umweltbezogenen Ziele eine untergeordnete Rolle spielen. Umweltgesetze generell und die Altfahrzeugverordnung speziell werden nicht als Handlungsorientierung oder als Gestaltungsaufgabe wahrgenommen. Soweit Umweltziele von Bedeutung sind, fokussieren die Zulieferer eher auf die mit der aktuellen Klimadiskussion bedeutsam gewordene nutzungsabhängige Emissionsproblematik (v.a. CO₂) und weniger auf die erst mittel- und langfristig virulent werdenden Probleme der mit der Produktion und Entsorgung von PKWs verbundenen Stoffströme.

Die referierten Befragungsergebnisse deuten darauf hin, dass die Modularisierung gegenwärtig und noch mehr in der Zukunft zwar als ein wichtiges Produkt- und Produktionsmerkmal gesehen wird. Als Treiber für diese Entwicklung werden aber wiederum überwiegend Kosten- und Wettbewerbsfaktoren angeführt. Die möglichen Potentiale für eine Einbeziehung der mit den Stoffströmen verbundenen Probleme in die Modulgestaltung werden bisher kaum realisiert.

Gleichwohl stellt für die Unternehmen der Automobilindustrie die Berücksichtigung von Aspekten der Nachhaltigkeit, hier insbesondere in Form der Ressourcenschonung, sowohl aufgrund gesetzlicher Anforderungen als auch aus dem eigenen Interesse der dauerhaften Sicherung des Zugangs zu natürlichen Ressourcen eine strategische Herausforderung von wachsender Bedeutung dar. Vor dem Hintergrund der Altfahrzeugverordnung, korrespondierender Marktveränderungen und der damit geschaffenen Anreize wird im Beitrag *„Modularisierung und Stoffstrommanagement“* von Jürgen Freimann und Carsten Mauritz geprüft, (1) welche Rolle die Modularisierung als industrielles Innovationsmuster in der Automobilbranche spielt, (2) in welchem Umfang die Modularisierung Potential für ein ressourcenschonendes Stoffstrommanagement bietet und (3) ob und in welchem Umfang dieses von den Endherstellern (OEMs) für die Wahrnehmung der Produktverantwortung genutzt wird. Dabei werden im Beitrag sowohl Befunde aus der einschlägigen Fachliteratur referiert, als auch eigene empirische Ergebnisse dargestellt, die methodisch in einem Mix aus qualitativen Methoden (Branchenworkshop, Experteninterviews, Delphi-Studie) erhoben wurden. Die Befunde lassen hier allerdings weder eine klare branchenweite Modularisierungstendenz erkennen, noch lassen sie deutlich werden, dass die beobachtbaren Modularisierungsansätze bisher für die Wahrnehmung der Produktverantwortung genutzt werden.

In Bezug auf die Modularisierung als Innovationsmuster lässt sich insofern folgern, dass einerseits die strategische Bedeutung der Modularisierung nicht klar konturiert ist und andererseits die Modularisierung in der Automobilindustrie überwiegend aus

Kosten- und Wettbewerbsgründen vorangetrieben wird und damit ihre ‚entsorgungs-ökonomische‘ Bedeutung von den Marktakteuren erst noch entdeckt werden muss.

Insgesamt machen die Beiträge dieses Abschnitts deutlich, dass die Modularisierung ein Phänomen darstellt, das in der Praxis in vielfältigen Erscheinungsformen auftritt, die sich analytisch nur schwer unter einem klar bestimmten Begriff fassen lassen. Zudem scheint das Ausmaß, in dem modulare Strukturen Platz greifen, nicht kontinuierlich zu wachsen, sondern Modularisierungsansätze scheinen je nach Marktbedingungen und kapazitärer Auslastung mehr oder weniger intensiv und in unterschiedlicher Ausgestaltung praktiziert zu werden. Gesichtspunkte einer nachhaltigen Gestaltung der automobilen Stoffströme spielen in der bisherigen Praxis kaum eine Rolle.

Der zweite Abschnitt des Bandes, der den ‚Stoffströmen‘ gewidmet ist, wird von *Rebecca Prella* eingeleitet. Sie untersucht in ihrem Beitrag „*Design for recycling am Beispiel der Altfahrzeugverordnung*“, inwieweit die Idee der rechtlich initiierten Technikgestaltung im Abfallrecht greift. Diese Idee geht von der Erkenntnis aus, dass in einer technikgeprägten Welt Verhaltensanforderungen immer dann zum Scheitern verurteilt sind, wenn die technische Umwelt ihre Umsetzung nicht ermöglicht oder fördert. Daher – so die Schlussfolgerung – müssen sich die Verhaltensanforderungen auch auf die Gestaltung der Technik erstrecken. *Rebecca Prella* untersucht in ihrem Beitrag, welche Wirkungen in diesem Sinn von den Regelungen zur Produktverantwortung und zur Förderung der Kreislaufwirtschaft in der Altfahrzeugverordnung ausgehen. Sie erörtert zunächst die Ausgangslage des Verwertungssystems in Deutschland, Instrumente und Zielsetzungen der Altfahrzeugverordnung sowie Fehlentwicklungen und daraus abgeleitete Lösungsansätze. Sie sieht die derzeitigen Regelungen zur Herstellerverantwortung, zum eigenen Rücknahmesystem sowie zu Wiederverwendungs- und Verwertungsquoten als grundsätzlich sinnvoll an. Die geringe Rückgabequote von Altfahrzeugen sowie die damit verbundene niedrige inländische Verwertungsquote zeigen jedoch, dass die Zielsetzungen der Altfahrzeugverordnung nicht erreicht werden. Die ungenau formulierten Anforderungen an das „Design for recycling“ und die fehlenden Sanktionsmaßnahmen tragen nicht dazu bei, eine umweltgerechte Produktgestaltung zu fördern. Die Anforderungen an das Produktdesign zu spezifizieren und mit Sanktionsmaßnahmen zu verknüpfen, erscheint *Rebecca Prella* jedoch wenig praktikabel. Eine funktionierende Kreislaufwirtschaft kann ihrer Meinung nach nur erreicht werden, wenn durch den Regelungsrahmen Märkte und Akteure durch entsprechende Anreize beeinflusst werden und so neue Märkte geschaffen werden können. Neue rechtliche Lösungsansätze sollten vor allem dazu beitragen, die hohe Exportquote von Altfahrzeugen zu verringern sowie die Einhaltung der Wiederverwendungs- und Verwertungsquoten zu gewährleisten.

Der Beitrag von *Raimund Bleischwitz, Rainer Lucas* und *Henning Wiltz* ist dem Thema „*Stoffliche Verwertungspfade und Wissensmanagement im Bereich des Fahrzeugrecycling*“ gewidmet. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass im Verhältnis von staatlicher Regulierung und innovativen Unternehmensstrategien in den kreislaufwirtschaftlichen Ansätzen der Altfahrzeugverwertung zahlreiche Wirkungsbrüche und Ineffizienzen zu beobachten sind. Diese beruhen aus der Sicht der Autoren auf unvollständiger Information, Interessenkonflikten in der Wertschöpfungskette und auf Inkonsistenzen in der staatlichen Regulierung.

Grundlegend ist für die Autoren die Nichtbehandlung der Gebrauchtfahrzeuge, durch die die Nachteile offener Märkte bei einem hohen internationalen Regulierungsgefälle zum Tragen kommen. Insofern wirken sich weniger die Ambitionen der Abfallgesetzgebung als vielmehr die Umgehungsmöglichkeiten ihrer Intentionen aufgrund offener Märkte zu Lasten potentieller Stoffstrominnovationen aus. Anschließend an die Behandlung der Bedeutung von Information und Wissen als Grundproblem des Stoffstrommanagements formulieren die Autoren im Einklang mit informations- und institutionenökonomischen Ansätzen Vorschläge für ein systematisch erweitertes Informationsangebot (Monitoringbericht, Kataster) und für die Prozesse der Wissensbildung (Kennzeichnungen, Zertifizierung, dynamische Standards). Ein internationaler Covenant mit verbindlichen Vereinbarungen zum nachhaltigen Ressourcenmanagement unter Beteiligung der Industrie wäre in diesem Zusammenhang für die Autoren ein rechtspolitisch neuer, aber interessanter Weg.

Frank Beckenbach, Michael Steinfeldt und *Norman Voß* stellen in ihrem Beitrag „*Stoffstromdynamik in der Automobilindustrie in Deutschland – ein agentenbasierter Ansatz*“ ein Computermodell vor. In diesem Aufsatz untersuchen die Autoren Stoffstromdynamiken und deren Regulation in der deutschen Automobilindustrie. Dabei zeigen sie, wie die Dynamik der automobilen Stoffströme durch die Analyse des Zusammenwirkens von Konsumenten, OEMs, Zulieferern und politischer Regulation erklärt werden kann. Die unterschiedlichen Verhaltensdeterminanten innerhalb und zwischen diesen Gruppen sowie die vielfältigen Formen der Handlungskoordination zwischen ihnen lassen sich dabei unter Verwendung eines Multi-Agenten-Systems aufschlüsseln. Die Umweltwirkungen der betrachteten Stoffströme werden sowohl für die verschiedenen Produktzyklusphasen als auch für die Stoffsysteme als Ganzes mit Hilfe eines entsprechend differenzierten Ökobilanzmodells spezifiziert. Trade-offs und der Zeitbedarf regulativer Maßnahmen werden in dem Beitrag exemplarisch deutlich gemacht.

Die hier dokumentierten Beiträge zum Bereich der Stoffströme machen Probleme deutlich, die mit ihrem systemischen und dem dynamischen Charakter zusammen-

hängen. Zum einen zeigt sich, dass mit der Einbettung der Stoffströme in ein internationales technologisches und wirtschaftliches Entwicklungsgefälle nationale Regulationsregime eine offene Flanke haben, zu deren Schließung informationelle und industriepolitische Koordinationsaktivitäten erforderlich sind. Zum andern werden auch im nationalen Rahmen mit der expliziten Einbeziehung der Handlungslogik der Akteure der Zeitbedarf und die möglichen Nebeneffekte bei der Regulierung der Stoffströme deutlich.

Der dritte Abschnitt ist den ‚Innovationen‘ gewidmet und wird mit einem Beitrag zu *„Innovationswirkungen des Elektrogesezes“* von *Michael Fehling* eingeleitet. Er analysiert die Regelungsmechanismen des Elektrogesezes hinsichtlich ihrer erhofften Innovationswirkung und leitet aus dem Ergebnis der Untersuchung Anregungen für mögliche Verbesserungen im Elektrogesez ab. Dabei kommt er zu dem Schluss, dass das Elektrogesez trotz einiger gravierender Schwächen nicht als gescheitert angesehen werden kann. Defizite in den Innovationswirkungen sind sowohl im Grundkonzept als auch im Vollzug des Elektrogesezes zu erkennen. Die geteilte Produktverantwortung birgt zum Beispiel Abstimmungsprobleme zwischen den Verantwortlichen und die gesetzlichen Regelungen zu Stoffverboten sowie zu Quotenvorgaben sind zu wenig ehrgeizig ausgestaltet. Lösungen für eine verbesserte Innovationswirkung sieht der Autor bereits in der Weiterentwicklung technischer Möglichkeiten zur automatischen Abfallsortierung und Identifizierung vor allem hinsichtlich der Einhaltung der Quotenvorgaben. Stoffverbote könnten im Sinne eines „Technology Forcing“ dynamischer und ambitionierter ausgestaltet werden und Regelungen zur Produktgestaltung durch eine Orientierung am „Top-Runner-Ansatz“ konkreter formuliert werden. Aufgrund der vielen unterschiedlichen Arten von Elektrogeräten, die das Elektrogesez erfasst, wird aber keine gemeinsame Ideallösung realisiert werden können, sondern nur eine schrittweise Verbesserung des Rechtsrahmens bewirkt werden.

Maria Daskalakis behandelt in ihrer Ausarbeitung die *„Verhaltenswissenschaftlichen Determinanten der Eco-Innovation in der PKW-Zulieferindustrie“*. Mit der vorliegenden Untersuchung wird geprüft, inwieweit sich die Intention, Eco-Innovationen durchzuführen, im Rahmen eines Modells erklären lässt, das Variablen entsprechend dem verhaltenswissenschaftlichen Ansatz der Carnegie-School aufnimmt. Die Zielgruppe der Untersuchung waren Zulieferunternehmen der Pkw-Industrie. Mit dieser Fokussierung lassen sich zwei Bereiche identifizieren, zu denen mit dieser Arbeit ein Beitrag geleistet wird: (1) die Weiterentwicklung der Eco-Innovationsindikatorik entsprechend OECD und (2) die Analyse der Spezifika von Eco-Innovationen vor dem Hintergrund der ökologisch motivierten gesetzlichen Regulierungen. Mit dem vorliegenden Modell der Eco-Innovation wird erstmalig ein spezifisches Set von Variablen der Carnegie-

School auf das Eco-Innovationsverhalten von Unternehmen bezogen. Die Ergebnisse des Modells zeigen zudem, dass die gesetzliche Regulierung einen Einfluss auf das Eco-Innovationsverhalten aufweist.

Der Rahmen für eine stärkere Schließung von Stoffkreisläufen wird vielfach bereits beim Produktdesign gesetzt. Für die deutsche Automobilindustrie setzt die Altfahrzeugverordnung hier Anreize für eine nachhaltigkeitsorientierte Ausrichtung der Produktentwicklung. Anhand dieses Beispiels untersucht der Beitrag von *Tillmann Blume und Michael Walther* mit dem Titel „*Stoffstromreduzierung in der automobilen Wertschöpfungskette: Konfliktäre und komplementäre Anreize*“ die strukturellen Einflüsse auf die unternehmerische Entscheidungsfindung. Er analysiert auf Grundlage qualitativer empirischer Forschungsergebnisse die Wahrnehmung der Verordnung durch die Unternehmen vor dem Hintergrund der in der automobilen Wertschöpfungskette dominierenden Rahmenstrukturen. Dabei zeigen sich vor allem strukturelle Hemmnisse, die den intendierten Innovationswirkungen einer grundsätzlich sinnvoll ausgestalteten Rechtsnorm entgegenstehen. Mögliche Auslöser für Wahrnehmungs- und Pfadveränderungen werden abschließend diskutiert.

Jana Gattermann beschreibt abschließend in ihrem Beitrag „*Rechtspolitische Fortentwicklung des Elektroggesetzes und der Altfahrzeugverordnung*“ anhand einer Bewertung der bestehenden rechtlichen Instrumente, sowohl im Elektroggesetz als auch in der Altfahrzeugverordnung, konkrete Handlungsoptionen zur Förderung einer innovativen und umweltgerechten Produktgestaltung. Die Betrachtung beschränkt sich dabei aufgrund der Komplexität beider Regelwerke auf die wesentlichen Instrumente der Rückgabe- und Rücknahmepflichten, der Wiederverwendungs- und Verwertungsquoten, der Anlastung der Entsorgungskosten sowie den Regelungen zur Produktkonzeption. Dabei stellt die Autorin heraus, dass vor allem die Ausgestaltung der Rückgabepflicht ein wesentliches Defizit in beiden Regelungen darstellt. Dies spiegelt sich vor allem in der geringen Rückgabequote von Altgeräten und Altfahrzeugen wider, durch die wiederum die Einhaltung weiterer Pflichten, beispielsweise zur Quotenregelung und zur Produktkonzeption, erschwert wird. Beide Regelwerke zeigen sich aber als entwicklungsfähig. Vorschläge für Handlungsoptionen im Rahmen des Elektroggesetzes bestehen aus einem Instrumentenmix, vor allem aus verstärkter Kontrolle und Überwachung sowie einer aufwandsgeringeren Rückgabe für die Endverbraucher. Im Rahmen der Altfahrzeugverordnung soll insbesondere durch die Übertragung von Pfandsystemen der Anreiz zur Rückgabe für den Letzthalter gesteigert werden. Für beide Regelwerke ist aber auch die Konkretisierung des derzeit ungenauen Abfallbegriffs, wonach der Endverbraucher oder Letzthalter über die Abfalleigenschaft entscheidet, eine unabdingbare

Notwendigkeit. Grundsätzlich ist für die Instrumentierung eine stärkere und konsequenter Orientierung am Steuerungsziel erforderlich.

Die Beiträge dieses Abschnitts zeigen auf, dass Rechtsnormen durchaus geeignet sind, ökologische Innovationen auch in frühen, hochgradig stoffstromrelevanten Phasen des (erweiterten) Produktionsprozesses wie dem Produktdesign anzuregen. Sowohl die Altfahrzeugverordnung als auch das Elektroggesetz weisen zielführende Elemente auf, die jedoch weitgehend von Strukturmerkmalen der betreffenden Branchen überlagert werden. Es lässt sich festhalten, dass durch Rechtsnormen nicht nur zusätzliche strukturelle Anforderungen eingeführt werden, sondern die Rechtsnormen vor allem mit Blick auch auf bestehende Strukturen ausgestaltet werden müssen, um aus potentiellen auch tatsächliche Wirkungen zu machen.

3 Komplexe Wirkungszusammenhänge

In diesem Band werden die Wirkungszusammenhänge zwischen Recht, Ökonomie und Stoffströmen untersucht. Zusammengeführt werden Analysen zu den ökonomischen und ökologischen Auswirkungen der einschlägigen gesetzlichen Regularien, zu den aktuellen Innovationstendenzen in den betrachteten Industrien und zu den Stoffströmen, wie sie durch die Zuliefer- und Nutzungsketten, die Produktgestaltung und die Entsorgungswege geprägt werden. Qualitative und quantitative Befragungsmethoden, agentenbasierte Modellierung und Gesetzesevaluation sind die Bestandteile des dabei verwendeten innovativen Methodenkanons.

Die von den Autoren dargestellten Befunde lassen die hohe Komplexität des untersuchten Feldes deutlich werden. Die vorliegenden Beiträge zeichnen Wirkungspfade und Wirkungshindernisse nach, die trotz der hohen Komplexität Aussagen zur Zielerreichung und zu den Wirkungszusammenhängen von Instrumenten und Ergebnissen zulassen. Diese bilden die Grundlagen für Diskussion über Änderungen und Fortschritte.