

# **Potenziale und Grenzen zur Steigerung der Ressourceneffizienz durch innovative Produkt-Dienstleistungssysteme**

von

Carsten Gandenberger, Fraunhofer ISI, Karlsruhe

RohPolRess-Kurzanalyse Nr. 9

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI  
Breslauer Str. 48  
76139 Karlsruhe

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Juli 2016

**RohPolRess** – Entwicklung von Politikempfehlungen für die Weiterentwicklung und Ausgestaltung von strategischen Ansätzen einer nachhaltigen und effizienten Rohstoffgewinnung und –nutzung

Ein Projekt im Auftrag des Umweltbundesamtes , gefördert im Rahmen des Umweltforschungsplanes (UFOPLAN) 2013.

Laufzeit: September 2013 - Dezember 2016

FKZ: 3713 11 104

### Projektteam

#### **Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI**

Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe

Tel.: 0721 6809-0

Ansprechpartner: Dr. Carsten Gandenberger (Leitung)

#### **Öko-Institut e. V.**

Rheinstraße 95, 64295 Darmstadt

Tel.: 06151 8191-0

Ansprechpartner: Andreas Hermann

#### **adelphi**

Caspar-Theyss-Straße 14a, 14193 Berlin

Tel.: 030 8900068-0

Ansprechpartner: Lukas Rüttinger



*Die veröffentlichten Papiere sind Zwischen- bzw. Arbeitsergebnisse der Forschungsnehmer. Sie spiegeln nicht notwendige Positionen der Auftraggeber oder der Ressorts der Bundesregierung wider. Sie stellen Beiträge zur Weiterentwicklung der Debatte dar.*

## Abstract

Von Produkt-Dienstleistungssystemen können wichtige Impulse zur Steigerung der Ressourceneffizienz ausgehen. Kern dieser neuen Geschäftsmodelle ist es, den Kunden bei der Nutzung des Produktes durch die Erbringung komplementärer Dienstleistungen aktiv zu unterstützen bzw. ihm den Betrieb sogar völlig abzunehmen. Ziel der Kurzanalyse ist es, einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zu den Umweltwirkungen von Produkt-Dienstleistungssystemen zu geben. Hierbei zeigt sich, dass gerade die besonders innovativen Produkt-Dienstleistungssysteme, die auf der Grundlage übergreifender Systemlösungen zu deutlichen Steigerungen der Ressourceneffizienz führen können, in der Industrie noch wenig verbreitet sind. Produktbegleitende Dienstleistungen, wie z. B. Wartung und Instandhaltung, werden dagegen deutlich häufiger angeboten, führen allerdings auch nur zu marginalen Effizienzsteigerungen. Angesichts der fortschreitenden Digitalisierung der Industrie und der vielfältigen Ansätze hin zu einer „Sharing Economy“ könnten innovative Produkt-Dienstleistungssysteme und Systemlösungen zukünftig aber einen deutlichen Aufschwung erfahren.

In Bezug auf die in ProgRess II vorgesehene Förderung von Produkt-Dienstleistungssystemen zeigt die Kurzanalyse, dass Maßnahmen zur Ausweitung der Produzentenverantwortung und Ansätze zur Internalisierung der Kosten für die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen auch die Diffusion von Produkt-Dienstleistungssystemen beeinflussen, da diese für Unternehmen ein wichtiger Impuls sein können, um über innovative Lösungen nachzudenken. Spezifische Maßnahmen zur Förderung von PSS könnten dann darauf aufbauen und gezielt bestehende Hemmnisse abbauen, die z. B. bei den ergebnisorientierten Geschäftsmodellen aus der erheblichen Unsicherheit und der starken wechselseitigen Abhängigkeit der Vertragsparteien resultieren. Mögliche Ansatzpunkte hierfür bieten eine Zertifizierung von Anbietern und die Einrichtung branchenspezifischer Strukturen für eine unabhängige Streitschlichtung.

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	6
1 Einleitung.....	7
2 Typen von Produkt-Dienstleistungssystemen und ihre Verbreitung .....	8
3 Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz.....	11
4 Treiber und Hemmnisse für die Diffusion von Produkt-Dienstleistungssystemen.....	14
5 Fazit und Ausblick .....	17
6 Quellenverzeichnis.....	18

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1:	Typen von Produkt-Dienstleistungssystemen (Tukker 2004) .....	8
Abbildung 2:	Anteil der Betriebe mit einem bestimmten PSS im Angebot (Quelle: Erhebung Modernisierung der Produktion 2015, Fraunhofer ISI) .....	11
Abbildung 3:	Ressourceneffizienzpotenzial und Diffusion der PSS-Typen im Verarbeitenden Gewerbe .....	14

## 1 Einleitung

In Kapitel 7.3.4 („Ressourcen durch soziale Innovationen und Produkt-Dienstleistungsinnovationen schonen“) verweist ProgRess II auf die Potenziale von Produkt-Dienstleistungssystemen zur Steigerung der Ressourceneffizienz. Produkt-Dienstleistungssysteme (Englisch: Product-Service Systems, kurz PSS) werden in der wissenschaftlichen Literatur auch als hybride Wertschöpfungskonzepte bezeichnet, da sie auf einer Kombination von Produkten und Dienstleistungen basieren.<sup>1</sup> Kern dieser Konzepte ist es, den Kunden bei der Nutzung des Produktes durch die Erbringung komplementärer Dienstleistungen aktiv zu unterstützen bzw. ihm den Betrieb sogar völlig abzunehmen.

Die Diskussion um neue Nutzungs- und Eigentumskonzepte wird bereits seit über drei Jahrzehnten geführt. Einige der ersten Autoren, die eigentumslose nutzungs- und ergebnisorientierte Konzepte, wie Sharing, Renting oder Contracting in die wissenschaftliche Diskussion eingebracht haben, waren Walter Stahel und Geneviève Reday-Mulvey im Jahre 1981 (Hockerts 2008). Mit ihrem Bericht „Jobs for Tomorrow: The Potential for Substituting Manpower for Energy“ für die Europäische Kommission waren sie Wegbereiter für den Gedanken, durch eine Abkehr von Produktverkauf hin zum Nutzenverkauf die negativen Auswirkungen der industriellen Produktion auf die Umwelt zu verringern und gleichzeitig durch eine stärkere Serviceorientierung positive Beschäftigungseffekte zu erzielen. Diese Diskussion steht in einem engen Zusammenhang mit dem Wandel zu einer funktionsorientierten Wirtschaft, bei der Produkte und Dienstleistungen nur als Mittel zur Bereitstellung der gewünschten Funktion betrachtet werden: „The idea of functional economy rests upon the notion that function is the key to customers' satisfaction, not products per se (Mont 2002, S. 238).“

In der Investitionsgüterindustrie sind etwa „Pay on Production“-Modelle bekannt, bei denen der Kunde lediglich für die auf der Maschine oder Anlage hergestellten Produkte zahlt und nicht mehr die Maschine selbst kauft (Lay et al., 2007). Bei einem weiteren Geschäftsmodell, dem Chemikalienleasing, erwirbt der Kunde vom Chemikalienhersteller nicht mehr die Chemikalie selbst, sondern den Anspruch auf Erbringung einer bestimmten Leistung, die mit Hilfe der Chemikalie erzielt wird (z. B. 100 m<sup>2</sup> lackierte Fläche).<sup>2</sup> Dieses Geschäftsmodell wird dadurch ermöglicht, dass der Hersteller auch in der Nutzungsphase die Verantwortung für den Einsatz der Chemikalie behält und die entsprechenden Dienstleistungen, z. B. das Lackieren von Werkstücken, beim Kunden vor Ort erbringt. Häufig ist hiermit auch das Management der Chemikalie nach den Vorgaben der Europäischen Chemikalienverordnung REACH, insbesondere die fachgerechte Rücknahme und Entsorgung, verbunden (Mont et al., 2006).

Ein umweltrelevanter Effekt, der durch das Chemikalienleasing und andere, ähnlich gelagerte Produkt-Dienstleistungssysteme erzeugt werden kann, ist die Steigerung der Ressourceneffizienz durch die Veränderung der ökonomischen Anreize des Anbieters: Während dieser beim reinen Produktverkauf danach streben würde, seinen Gewinn durch die Steigerung der Menge an verkauften Chemikalien zu maximieren, hängt der Gewinn beim Chemikalienleasing vom möglichst effizienten Einsatz der Chemikalie ab.

Die verschiedenen Typen von Produkt-Dienstleistungssystemen können nach Mont (2002, S. 239) auf folgende Weise einen Beitrag zur Entlastung der Umwelt leisten:

- ▶ Schließen von Materialkreisläufen,
  - ▶ Reduktion des Ressourcenverbrauchs durch alternative Nutzungsformen,
- 

<sup>1</sup> Die Begriffe „Produkt-Dienstleistungssystem“, „Product-Service System (PSS)“ und „Geschäftsmodell“ werden im Folgenden weitestgehend synonym gebraucht.

<sup>2</sup> Für nähere Informationen zum Chemikalienleasing vgl. <http://www.umweltbundesamt.de/tags/chemikalienleasing>.

- ▶ Erhöhung der Ressourcenproduktivität und Dematerialisierung,
- ▶ Angebot übergreifender Systemlösungen.

Ziel dieser Kurzanalyse ist es, einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zu den Umweltwirkungen von Produkt-Dienstleistungssystemen zu geben. Konkret sollen dazu in den folgenden Kapiteln folgende Forschungsfragen adressiert werden:

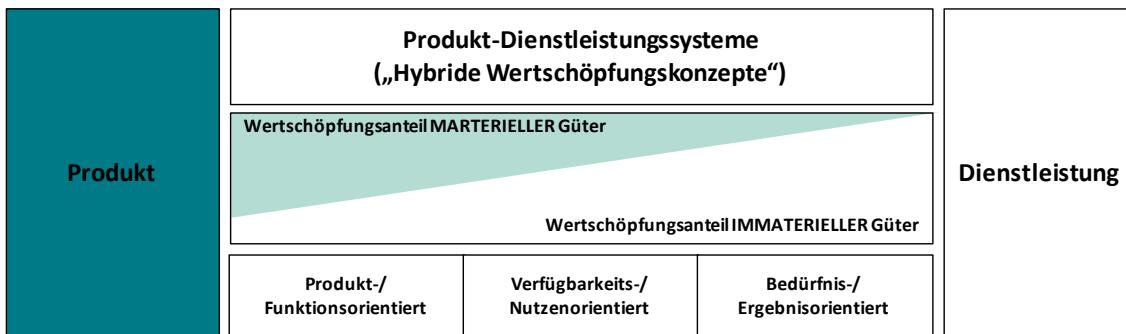
- ▶ Welche unterschiedlichen Typen von Produkt-Dienstleistungssystemen gibt es? (Kapitel 2)
- ▶ Welche Effekte entstehen jeweils mit Blick auf die Ressourceneffizienz? (Kapitel 3)
- ▶ Welche Treiber und Hemmnisse sind wesentlich für ihre weitere Verbreitung? (Kapitel 4)

Abschließend wird in Kapitel 5 ein Fazit gezogen, das auch auf Möglichkeiten der politischen Förderung von PSS und den weiteren Forschungsbedarf eingeht.

## 2 Typen von Produkt-Dienstleistungssystemen und ihre Verbreitung

In Vorbereitung auf die im dritten Kapitel vorgesehene Bewertung der Auswirkungen von Produkt-Dienstleistungssystemen auf die Ressourceneffizienz ist es wichtig, verschiedene Typen von Produkt-Dienstleistungssystemen zu unterscheiden, da sich diese hinsichtlich ihrer ökologischen Effekte und ihrer Verbreitung sehr stark unterscheiden.

In der Literatur hat sich weitestgehend die Klassifikation von Produkt-Dienstleistungssystemen in die drei Ausprägungsarten „produkt- bzw. funktionsorientiert“, „verfügbarkeits- bzw. nutzungsorientiert“ sowie „bedürfnis- bzw. ergebnisorientiert“ durchgesetzt, die im Folgenden in enger Anlehnung an Biege et al. (2013) und Tukker (2004) näher erläutert werden.



**Abbildung 1:** Typen von Produkt-Dienstleistungssystemen (Tukker 2004)

Bei produkt- bzw. funktionsorientierten Angeboten werden Dienstleistungen noch eher als Zusatz zum Produkt gesehen. Dementsprechend fallen die Unterschiede zum reinen Produktverkauf noch relativ gering aus. Zu den klassischen produktbegleitenden Dienstleistungen in dieser Kategorie zählen etwa Wartungs-, Instandhaltungs- und Schulungsdienstleistungen. Gleichwohl zählen hierzu aber auch ergänzende Beratungsleistungen, die den Kunden beispielsweise bei der optimalen Erschließung der technischen Potenziale einer Maschine unterstützen (Tukker 2004). Die produktorientierten Modelle sind jedoch schwerpunktmäßig auf den Produktverkauf ausgerichtet, was eine vollständige Übertragung der Verfügungsrechte auf den Käufer impliziert. Im Vergleich zum klassischen Produktverkauf sind Änderungen der Leistungserstellungsprozesse nur in geringem Maße notwendig (Gebauer et al. 2010).

**Verfügbarkeits- bzw. nutzenorientierte Angebote** fokussieren dagegen auf eine Sicherstellung der Verfügbarkeit des Produkts für den Kunden. Hierbei werden zwei Konzepte in der Literatur beschrieben, die sich vor allem darin unterscheiden, ob das Produkt im Eigentum des Anbieters verbleibt oder ob das Eigentum an den Kunden übergeht.

Wenn der Anbieter Eigentümer des Produktes bleibt, überträgt er nur das Nutzungsrecht auf den Kunden, etwa bei Konzepten wie Produktleasing, -vermietung oder -pooling (Tukker 2004). Diesen Konzepten ist gemein, dass der Anbieter seinen Kunden eine zeitlich befristete Nutzung der Produkte ermöglicht, aber in der Regel weiterhin für Wartung, Instandhaltung und Reparaturen verantwortlich ist.

- ▶ Der Zeitraum der Nutzung durch einen einzelnen Kunden ist beim Konzept des Produktpoolings eher kurz, beispielsweise zur Abdeckung von Spitzenbedarfen, die durch kurzfristige Absatzsteigerungen oder Anlagenausfällen entstehen. In diesem Fall werden oftmals mobile Maschinen und Anlagen in kurzen zeitlichen Abständen für mehrere Kunden eingesetzt. Der Kunde bezahlt für die Nutzung in Abhängigkeit von den Nutzungsstunden (pay per use) (Biege et al. 2013).
- ▶ Bei der Produktvermietung ist das Nutzungsrecht des Kunden nur für einen begrenzten Zeitraum gültig, da andere Nutzer ebenfalls auf das Produkt zugreifen können. Die Nutzung des Produkts erfolgt dementsprechend sequenziell durch die verschiedenen Nutzer (Tukker 2004).
- ▶ Im Rahmen des Produktleasings wird das Produkt für einen längeren Zeitraum einem einzelnen Kunden bereitgestellt. Dieses Modell bietet sich beispielsweise für Kunden an, die einen relativ sicheren Kapazitätsbedarf haben, dieser aber nicht ausreicht, damit sich eine mögliche Investition in eine Maschine oder Anlage amortisieren kann. Der Anbieter nimmt in diesen Fällen die Produkte nach der Nutzungszeit zurück und verwendet sie für weitere Nutzungssphasen bei anderen Kunden (Lay et al. 2009).

Wenn dagegen das Eigentum an dem Produkt, z. B. an einer Maschine oder Anlage, auf den Kunden übergeht, so kann dieser etwa von Verfügbarkeitsgarantien profitieren, die auf eine Reduktion der technisch bedingten Stillstandszeiten abzielen (Schröter und Biege 2009) und so die Einsatzfähigkeit des Produktes garantiert. Der Anbieter übernimmt hierbei Aufgaben im Bereich der Wartung und Instandhaltung, oftmals unter Nutzung von „Condition Monitoring“-Systemen, um die vertraglich festgelegten Obergrenzen technisch bedingter Stillstandszeiten nicht zu überschreiten (Lay et al. 2009).

Bei den **bedürfnis- bzw. ergebnisorientierten Angeboten** verkauft der Anbieter nicht mehr das eigentliche Produkt, sondern ein Leistungsergebnis (Tukker 2004; Bartolomeo et al. 2003). Hierbei besitzt der Anbieter im Prinzip vollkommene Entscheidungsfreiheit darüber, wie die gewünschte Leistung erbracht wird und er wird nur nach der erbrachten Leistung vergütet. Im deutschen Sprachgebrauch wird in diesem Zusammenhang häufig der Begriff „Betreibermodell“ genannt, worunter Geschäftsmodelle zu verstehen sind, bei denen Maschinen nicht verkauft werden, sondern vom Anbieter im Auftrag des Kunden betrieben werden, wobei der Kunde nur für die tatsächlich erbrachte Leistung bezahlt. Entscheidend ist hierbei, dass die Verantwortung für Teile des Produktionsprozesses vom Kunden auf den Anbieter übertragen werden und dass es – im Vergleich zum Produktverkauf – zu einer relativ engen und langfristigen Verflechtung der Prozesse von Anbieter und Kunde kommt (Lay et al. 2007).

Hinsichtlich der Verbreitung von Produkt-Dienstleistungssystemen im Allgemeinen sowie einzelner PSS-Typen im Besonderen kann auf aktuelle Ergebnisse aus der Erhebung „Modernisierung der Produktion 2015“ des Fraunhofer ISI zurückgegriffen werden. Diese repräsentative Erhebung wird seit 1993 regelmäßig alle drei Jahre in den Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland

durchgeführt.<sup>3</sup> Eine Besonderheit der Erhebung im Jahr 2015 war die Schwerpunktsetzung auf Produkt-Dienstleistungssysteme.<sup>4</sup> Im Rahmen der Erhebung wurde die Verbreitung der folgenden Produkt-Dienstleistungssysteme abgefragt (Clausen und Gandenberger 2016):

- ▶ *Full-Serviceverträge* mit definiertem Leistungsumfang für die Instandhaltung des Produkts: Hierbei definiert der Produkthersteller einen bestimmten Leistungsumfang, der im Rahmen der Nutzung des Produkts vom Hersteller erbracht wird, wie bspw. kontinuierliche Wartungen und Inspektionen, Ersatzteilvorhaltung, etc. Die Full-Serviceverträge können den *produkt- bzw. funktionsorientierten* Angeboten zugerechnet werden.
- ▶ *Vermietung von Produkten, Maschinen und Anlagen*: Hierbei bleibt der Produkthersteller Eigentümer des Produkts und stellt dieses dem Kunden temporär zur Nutzung zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um ein *verfügbarkeits- bzw. nutzenorientiertes* Angebot.
- ▶ Übernahme des *Instandhaltungsmanagements* des Kunden für Verfügbarkeits- oder Kostengarantien: Der Produkthersteller übernimmt die Aufgaben des Instandhaltungsmanagements und wird nach Verfügbarkeit oder nach Kostenhöhe bezahlt. Hierbei handelt es sich um ein *bedürfnis- bzw. ergebnisorientiertes* Angebot.
- ▶ Bei *Betreibermodellen* betreibt der Hersteller seine Anlagen für den Kunden oder beim Kunden und übernimmt teilweise dessen Produktionsschritte. Ebenso wie das Instandhaltungsmanagement handelt es sich hierbei um ein *bedürfnis- bzw. ergebnisorientiertes* Angebot.

Wie die Umfrageergebnisse zeigen, bieten insgesamt 42 Prozent der befragten Betriebe mindestens ein Produkt-Service System an. Bei dieser Quote ist anzumerken, dass dabei auch andere Dienstleistungskonzepte berücksichtigt werden, die nicht im Einzelnen aufgezählt, aber durch eine eigene Kategorie erfasst wurden. Durch die Kategorie "andere Dienstleistungskonzepte, mit einer leistungsabhängigen Preisgestaltung nach Nutzung, Verfügbarkeit, oder Ausbringungsmenge" wurde sichergestellt, dass auch weitere Produkt-Service Systeme, die jenseits der vier oben genannten PSS existieren, berücksichtigt werden können. Wenn man nur die vier oben genannten PSS-Typen betrachtet, dann reduziert sich der Anteil der Betriebe auf 33 Prozent, d. h. im Durchschnitt bietet immer noch jeder dritte Industriebetrieb mindestens eines dieser vier Produkt-Service Systeme an. Insgesamt scheinen Produkt-Service Systeme damit in der Industrie relativ verbreitet zu sein. Allerdings unterscheidet sich die Verbreitung der einzelnen PSS relativ stark, wie aus Abbildung 2 deutlich wird.

---

<sup>3</sup> Die Erhebung richtet sich an Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes in der Bundesrepublik Deutschland und deckt seit 2006 alle Branchen des Verarbeitenden Gewerbes ab. Ausgehend von einer repräsentativen Stichprobe wird regelmäßig einen Rücklauf von zwischen 1.300 und 1.600 Betrieben erreicht. Die Erhebung Modernisierung der Produktion ist damit die breiteste und umfangreichste Befragung zu Modernisierungsprozessen im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland. Sie ermöglicht einen Einblick in die technischen und organisatorischen Praktiken im Verarbeitenden Gewerbe und bildet damit für die Analyse der Verbreitung spezifischer Angebot von Industriebetrieben eine hervorragende Grundlage. Die Erhebung bietet dabei ein repräsentatives Abbild des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland hinsichtlich Größenklassen, Branchenstruktur und regionaler Verteilung. Die Umfrage adressierte alle Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes (WZ 2008-Klassen 10 bis 33 mit mindestens 20 Beschäftigten).

<sup>4</sup> Die ursprüngliche Auswertung der Daten zur Verbreitung von Produkt-Dienstleistungssystemen erfolgte im Rahmen des AP 1 des UfoPLAN-Vorhabens „Umweltinnovationen und ihre Diffusion als Treiber der Green Economy“ (FKZ: 3714141000). Eine detaillierte Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgt in Clausen und Gandenberger 2016.

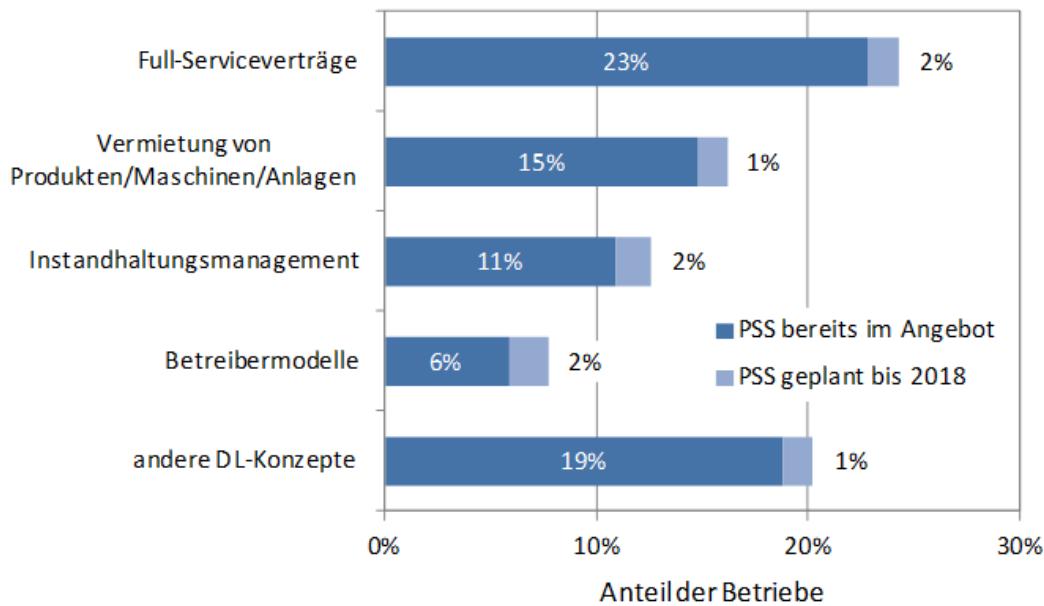


Abbildung 2: Anteil der Betriebe mit einem bestimmten PSS im Angebot (Quelle: Erhebung Modernisierung der Produktion 2015, Fraunhofer ISI)

Abbildung 2 zeigt, dass Betreibermodelle lediglich von 6 Prozent der Betriebe angeboten werden, während das Instandhaltungsmanagement für Verfügbarkeits- und Kostengarantien sowie die Vermietung von Maschinen und Anlagen es immerhin auf 11 bzw. 15 Prozent bringen. Full-Serviceverträge sind am weitesten verbreitet. Fast jedes vierte Unternehmen (23 Prozent), bietet einen solchen Servicevertrag an. 19 Prozent aller Betriebe bieten andere Produkt-Service Systeme an. Ebenfalls dargestellt ist, wie hoch der Anteil der Betriebe ist, der plant, bis 2018 neue PSS einzuführen. Hier liegt das Potenzial lediglich zwischen 1 bis 2 Prozent über alle PSS hinweg. Dies zeigt, dass PSS eher selektiv eingeführt werden.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass die Erhebung nur die aktuelle Situation im Verarbeitenden Gewerbe abbildet und nicht die Situation im Dienstleistungssektor. Wenn man die Aussagen zur Diffusion von PSS auf die Gesamtwirtschaft verallgemeinern möchte, kann es hierdurch zu Verzerrungen kommen, da es auch PSS gibt, die von Dienstleistungsunternehmen angeboten werden.

### 3 Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz

Bei der Bewertung der Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz muss berücksichtigt werden, dass Unternehmen mit dem Angebot von Produkt-Dienstleistungssystemen in erster Linie ökonomische Ziele verfolgen, wie z. B. die Erschließung neuer Märkte. Die Vermeidung negativer Umweltwirkungen ist demgegenüber häufig eine nachrangige Zielsetzung. Eine Ausnahme hiervon sind Unternehmen, die ökologischen Zielsetzungen eine hohe Priorität einräumen und diese zum Teil auch auf Kosten ihrer Rentabilität verfolgen. Insgesamt muss jedoch davon ausgegangen werden, dass die positiven Umweltwirkungen von Produkt-Dienstleistungssystemen in den meisten Fällen ein Nebeneffekt sind, der durch die Verschiebung ökonomischer Anreize hervorgerufen wird. Bartolomeo et al. (2003) resümieren in diesem Zusammenhang, dass viele bekannte Produkt-Dienstleistungssysteme, die ökologische Motive dezidiert verfolgen und von der wissenschaftlichen Literatur als Paradebeispiele für Innovationen im Bereich des nachhaltigen Wirtschaftens gefeiert wurden, inzwischen am

Markt gescheitert sind, wohingegen bei vielen der ökonomisch und ökologisch erfolgreichen Geschäftsmodelle der Umweltaspekt zunächst nicht im Vordergrund stand.

Die spezifischen Auswirkungen der in Kapitel 2 vorgestellten Typen von Produkt-Dienstleistungssystemen auf die Ressourceneffizienz werden im weiteren Verlauf in Anlehnung an die vorhandene Literatur (Biege et al. 2013; Tukker 2004; Bartolomeo et al. 2003) näher erläutert.

### **Produkt- und funktionsorientierte Produkt-Dienstleistungssysteme**

Produktorientierte PSS können laut Tukker (2004) im besten Fall zu inkrementellen Verbesserungen der Ressourceneffizienz führen, da allein aus dem Angebot einer ergänzenden Dienstleistung keine wesentlichen technologischen Verbesserungen oder Veränderungen des Nutzungsverhaltens zu erwarten sind. Allerdings kann argumentiert werden, dass durch das Angebot produktbegleitender Dienstleistungen wie Wartung und Instandhaltung die Nutzungsphase des Produkts verlängert wird, insbesondere wenn es sich um wartungsbedürftige Produkte handelt, die für den Kunden schwer zu bedienen sind. Weiterhin bieten ergänzende Beratungsdienstleistungen die Chance, auch während der Nutzungsphase auf das technische Know-how des Anbieters zurückzugreifen und dieses Wissen zu nutzen, um die Effizienz des Einsatzes von Energie und Material zu erhöhen (Bartolomeo et al. 2003).

### **Verfügbarkeits- und nutzenorientierte Produktdienstleistungssysteme**

Eine Steigerung der Ressourceneffizienz kann erreicht werden, wenn entweder die Nutzung intensiviert und/oder die Nutzungsphase des Produkts verlängert wird (Scholl und Zundel 1999). Die Nutzungsintensität lässt sich dadurch steigern, dass eine gemeinsame Nutzung des Produkts durch mehrere Kunden erfolgt, wie es beispielsweise bei Sharing- oder Poolingmodellen der Fall ist (Tukker 2004; Hockerts 2008). Hierdurch steigt die Ressourceneffizienz, wenn auf Basis der im Herstellungsprozess eingesetzten Ressourcen ein höherer Gesamtnutzen erzielt wird. Der positive Effekt der Nutzungsintensivierung auf die Ressourceneffizienz wird dabei umso größer ausfallen, je bedeutender der Anteil der Herstellungsphase am Ressourcenverbrauch im gesamten Lebenszyklus ist (Tukker 2004). Weiterhin kann sich eine Erhöhung der Nutzungsintensität positiv auf die Ressourceneffizienz auswirken, wenn dadurch veraltete Produkte bzw. Anlagen schneller an den Stand der Technik angepasst und durch effizientere Modelle ersetzt werden.

Da bei nutzenorientierten Geschäftsmodellen der Gewinn des Anbieters an die Lebensdauer des Produkts gekoppelt ist, entstehen für diesen Anreize, bereits beim Produktdesign bzw. bei der Auswahl des Produkts auf den Aspekt der Langlebigkeit zu achten (Scholl und Zundel 1999). Diese kann beispielsweise durch den Einsatz von Oberflächenbeschichtungen und die Verwendung stabiler Materialien erhöht werden, aber auch durch ein modulares Produktdesign, das den Austausch einzelner Komponenten ermöglicht, und die Berücksichtigung der Reparaturfreundlichkeit. Dadurch dass der Anbieter bei den nutzenorientierten PSS Eigentümer des Produktes bleibt und ein Interesse an der effizienten Erbringung der Leistung hat, kann es zudem zu Einsparungen bei den in der Nutzungsphase eingesetzten Ressourcen kommen.

Der Kunde wiederum wird durch die Abrechnung pro Nutzungseinheit bewusster und sparsamer mit dem Produkt umgehen und hierdurch den Einsatz an Material und Energie reduzieren (Toffel 2002; UNEP 2000). Während der Besitz eines Investitionsguts dazu verleitet, dieses nur unter den „aktuellen“ Ausgaben zu bewerten und somit die vollen Kosten, welche mit der Eigentümerschaft einhergehen zu unterschätzen, schafft eine Abrechnung pro Nutzung Transparenz über die tatsächlichen Kosten und regt dabei Verhaltensänderung, wie bspw. einen weniger verschwenderischen Umgang, an oder fördert umweltfreundlichere Alternativen (Bartolomeo et al. 2003). Weiterhin werden aufgrund

des Eigentumsverbleibs beim Anbieter sowie der Abrechnung pro Nutzung sowohl Anbieter als auch Kunde zu einer Kostenminimierung bzw. zum sparsamen Umgang motiviert (Roy 2000; Toffel 2002).

### **Ergebnis- und bedürfnisorientierte Produkt-Dienstleistungssysteme**

Durch die Übernahme von ehemals kundenausgeführten Aktivitäten im Rahmen ergebnisorientierter PSS unterwirft sich der Anbieter der Anforderung, diese effizienter zu erfüllen. Aus einer ökologischen Perspektive könnte dies zu einem effizienteren Einsatz des Produkts und von Materialien führen (Tukker 2004; Mont 2002; Hockerts 2008). Bei dem Verkauf einer Systemlösung, über dessen genaue Bestandteile der Anbieter kundenunabhängig entscheiden kann, ist der Anreiz zum kostensparenden Design, zur dauerhaften Optimierung und zur Suche nach radikalen Innovationen nochmals höher einzuschätzen als bei nutzenorientierten Konzepten. Auch bei ergebnisorientierten Angeboten besitzt der Anbieter Anreize, die Lebensdauer des Produkts während der Nutzungsphase durch bessere Zuverlässigkeit, Instandhaltung, Reparatur und Modernisierung zu verlängern (Bartolomeo et al. 2003). Ein weiterer Aspekt ist die bessere Ressourcenauslastung bzw. Auslastung der Kapazität des Sachguts, welche insbesondere durch Größen- und Spezialisierungsvorteile des Anbieters erreicht werden kann. Ergebnisorientierten Modellen wird von mehreren Autoren das größte Potenzial zugeschrieben, die bisherigen Umweltauswirkungen zu vermindern. Ursächlich sind die höheren Freiheitsgrade des Anbieters bei der Herstellung des Produkts, welches ihm erlaubt, nach eigenen Effizienzkriterien vorzugehen, verstärkt durch die ökonomische Ratio, die outgesourcten Tätigkeiten mit einem höheren Mehrwert zu erbringen als dies der Kunde selbst könnte (Sakao 2013; Tukker 2004).

Für eine vergleichende Beurteilung der durch eine Umweltinnovation ausgelösten ökologischen Entlastungseffekte sind allerdings nicht nur die spezifischen Verbesserungen im Vergleich zur vorherrschenden Praxis entscheidend, sondern insbesondere auch die Frage, wie stark sich die Umweltinnovation verbreiten und bestehende, weniger nachhaltige Praktiken verdrängen wird. Die Erkenntnisse zu den spezifischen Wirkungen der einzelnen PSS-Typen auf die Ressourceneffizienz werden vor diesem Hintergrund mit den Ergebnissen der in Kapitel 2 diskutierten empirischen Erhebung kombiniert (siehe hierzu schematisch Abbildung 3).

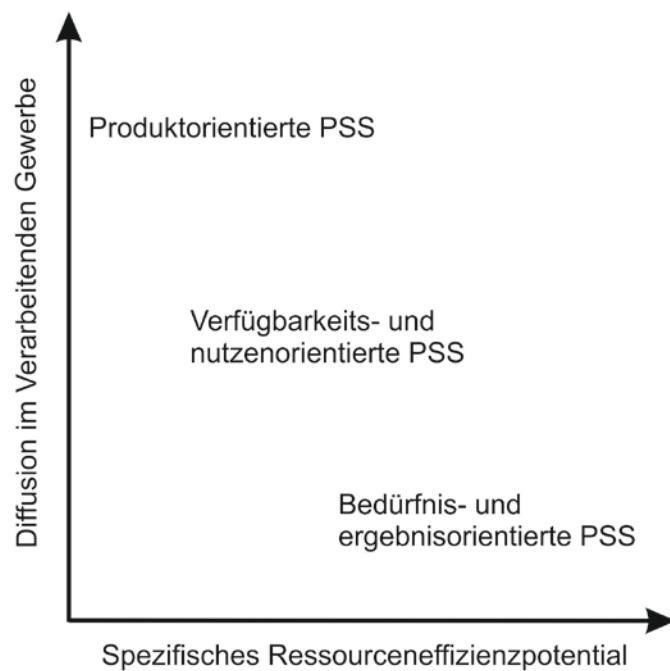


Abbildung 3: Ressourceneffizienzpotenzial und Diffusion der PSS-Typen im Verarbeitenden Gewerbe

Wie Abbildung 3 verdeutlicht, sind diejenigen Produkt-Dienstleistungssysteme, die aus der Perspektive der Ressourceneffizienz die größten Potenziale aufweisen, nämlich die bedürfnis- und ergebnisorientierten Geschäftsmodelle, bislang im Verarbeitenden Gewerbe am wenigsten verbreitet, während die produktorientierten Geschäftsmodelle, die häufig nur mit marginalen Steigerungen der Ressourceneffizienz assoziiert werden, bereits einen relativ hohen Verbreitungsgrad besitzen. Die Verfügbarkeits- und nutzenorientierten PSS nehmen sowohl in Bezug auf die Diffusion als auch das Ressourceneffizienzpotenzial eine mittlere Position ein.

Produkt-Dienstleistungssysteme, die für den Kunden zu einer Senkung der Kosten für Nutzung eines Produktes oder die Erfüllung eines bestimmten Bedürfnisses verbunden sind, können zu einer verstärkten Nachfrage führen und somit Rebound-Effekte auslösen, die Umweltentlastungen (teilweise) wieder kompensieren. Daher müssten Rebound-Effekte bei einer umfassenden Bewertung der ökologischen Effekte von PSS einbezogen werden (Bartolomeo et al. 2003, S. 834). Insgesamt lässt sich jedoch feststellen, dass die vorliegenden Erkenntnisse in Bezug auf die ökologische Bewertung von PSS einer stärkeren Fundierung durch ökologische Life-Cycle-Assessments benötigen und dass an dieser Stelle weiterhin großer Forschungsbedarf besteht.

## 4 Treiber und Hemmnisse für die Diffusion von Produkt-Dienstleistungssystemen

Die Erkenntnisse aus der empirischen Erhebung zur Verbreitung von PSS legen nahe, dass die Frage nach den Treibern und Hemmnissen für eine stärkere Diffusion insbesondere für die verfügbarets- und nutzenorientierten sowie die bedürfnis- und ergebnisorientierten PSS beantwortet werden muss, da die produktorientierten Geschäftsmodelle bereits relativ stark verbreitet sind. Die entsprechenden Treiber und Hemmnisse stellen sich anknüpfend an Biege et al. (2013) und Gandenberger (2016) folgendermaßen dar.

### *Ökonomische Treiber*

Zu den wichtigsten ökonomischen Treibern von Produkt-Dienstleistungssystemen gehören ungenutzte Effizienzpotenziale. Die verfügbarkeits- und nutzenorientierten Geschäftsmodelle setzen beispielsweise bei der Erkenntnis an, dass die vorhandenen Kapazitäten vieler langlebiger Kapitalgüter, z. B. Maschinen, Produktionsanlagen oder Gebäude, von einem Einzeleigentümer nicht vollständig genutzt werden und daher im Rahmen von Pooling- oder Sharing-Konzepten auch anderen Nutzern zur Verfügung gestellt werden können, wodurch dann der Auslastungsgrad und die ökonomisch-ökologische Effizienz der Ressourcennutzung steigt.

In Bezug auf die bedürfnis- und ergebnisorientierten PSS-Typen wird davon ausgegangen, dass diese die ineffiziente Nutzung von Energie und Materialien dadurch überwinden können, dass der Anbieter sein spezialisiertes technologisches Know-how in die Prozesse des Kunden einbringt und diese entsprechend optimiert, z. B. im Rahmen des Druckluftcontractings durch den Austausch unwirtschaftlicher Altanlagen, die Verringerung des Druckniveaus und die Reduktion von Leckagen (Biege et al. 2013, S. 98 ff.).

Weiterhin ist die Nutzung vieler Produkte entlang des Lebenszyklus mit versteckten Kosten verbunden, wie z. B. bei Chemikalien, die Kosten für das Chemikalienmanagement und die Entsorgung. Auch diese Kosten können von spezialisierten Anbietern aufgrund ihrer Erfahrung und ihrer professionellen Perspektive auf die Problematik gesenkt werden (Bartolomeo et al. 2003).

Neben diesen Effizienzsteigerungen gibt es weitere ökonomische Treiber für PSS, wie bspw. aus der Perspektive des Anbieters, die Erschließung neuer Märkte im Dienstleistungssegment und die Erhöhung der Kundenbindung sowie, aus der Sicht des Kunden, die Möglichkeit einer stärkeren Konzentration auf die eigenen Kernkompetenzen.

### *Technologische Treiber*

Fortschritte in der Informations- und Kommunikationstechnologie können ein weiterer Treiber für die Diffusion von PSS sein. Ein wichtiger Effekt der fortschreitenden Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft ist, dass die bei der Anbahnung und Abwicklung von Transaktionen entstehenden Such- und Informationskosten, Verhandlungs- und Entscheidungskosten sowie Überwachungs- und Durchsetzungskosten gesenkt werden, wodurch die Effizienz der Koordination von Unternehmen und Individuen erheblich steigt (Farronato und Levin 2015). Elektronische Plattformen für die Abwicklung von Transaktionen im P2P- und im B2C-Bereich haben sich zu einer ernstzunehmenden Bedrohung für zahlreiche etablierte Geschäftsmodelle entwickelt, z. B. der Musikindustrie, der Taxibranche, dem Hotelwesen oder der Automobilbranche, und spielen eine wichtige Rolle für die Diffusion nutzenorientierter PSS, insbesondere von Sharing- und Pooling-Modellen.

Weiterhin werden aktuell unter dem Begriff „Industrie 4.0“ digital vernetzte Systeme von miteinander kommunizierenden Maschinen, Anlagen, Produkten, Logistikeinrichtungen und Menschen diskutiert, die zu einer engeren Verzahnung von Produktions- und Logistikprozessen führen und eine unternehmensübergreifende Steuerung von Wertschöpfungsprozessen ermöglichen. Diese spielen insbesondere bei der Realisierung der bedürfnis- und ergebnisorientierten, aber auch der produktorientierten PSS eine wichtige Rolle, da z. B. moderne „Condition Monitoring“-Systeme die Möglichkeiten zur Überwachung des Anlagenzustands und zur Übernahme von Verfügbarkeitsgarantien deutlich steigern.

Hierdurch kann nicht nur die Effizienz bestehender Wertschöpfungsprozesse gesteigert werden, sondern es werden auch grundlegend neue Geschäftsmodelle und disruptive Innovationen ermöglicht. Wesentliche technologische Grundlagen für diese intelligenten Wertschöpfungsstrukturen sind cyber-physische Systeme – d. h. der Verbund von softwaretechnischen Komponenten mit mechanisch-

elektronischen Komponenten, der über eine gemeinsame Dateninfrastruktur hergestellt wird – sowie das „Internet der Dinge“.

#### *Gesellschaftliche und politische Treiber*

In dem Buch „Die Null-Grenzkosten Gesellschaft“ postuliert Jeremy Rifkin die Entstehung einer neuen Teil- und Tauschkultur in der Gesellschaft, die ganz wesentlich von so genannten „Social Entrepreneurs“ vorangetrieben wird. Neben der Etablierung gemeinschaftlicher, dezentraler Formen des Produzierens und Konsumierens, die durch die Nutzung neuer Technologien wie dem 3D-Druck ermöglicht werden (Rifkin 2014), liegt vielen dieser neuen Geschäftsmodelle auch eine explizit ökologische Motivation zugrunde. Durch gemeinschaftliche Nutzungsformen bieten sich den Nutzern – Privatpersonen ebenso wie Unternehmen – die Möglichkeit, bereits vorhandene materielle Güter, wie z. B. Immobilien, Werkzeuge oder Autos, effizienter zu nutzen und so den Verbrauch natürlicher Ressourcen zu reduzieren. Es gelingt diesen Geschäftsmodellen somit, die Sensibilität in der Gesellschaft für ökologische Probleme aufzugreifen und den Kunden entsprechende Handlungsoptionen anzubieten.

Auf politischer Ebene sind Initiativen zur Erweiterung der Produzentenverantwortung ein wichtiger Treiber für die Entstehung und Verbreitung von Produkt-Dienstleistungssystemen. So kann beispielsweise die europäische Chemikalienverordnung REACH als ein Treiber für das Chemikalienleasing aufgefasst werden. Weiterhin sind in diesem Zusammenhang auch Gesetzesinitiativen zu nennen, die auf einer Erhöhung der Effizienz der Nutzung natürlicher Ressourcen abzielen und diese durch ordnungsrechtliche Vorgaben vorschreiben oder entsprechende ökonomische Anreize setzen.

#### *Unternehmensstrategische, organisatorische und personelle Hemmnisse*

Produkt-Dienstleistungssystemen setzen häufig eine enge und längerfristige Koordination zwischen Anbieter und Kunde voraus, die bei den ergebnisorientierten Konzepten soweit gehen kann, dass der Anbieter für den Kunden einzelne Segmente seines Produktionsprozesses übernimmt und seine Leistung mit eigenem Personal beim Kunden vor Ort erbringt. Aus dieser wechselseitigen Abhängigkeit zwischen Anbieter und Kunde können strategisch relevante Risiken entstehen, da für beide Parteien durch die bilaterale Abhängigkeit ein Verlust an Flexibilität und Kontrolle einhergeht. Weiterhin können sich Problemen im Bereich des Datenschutzes ergeben. Die vertragliche Spezifikation der wechselseitigen Rechte und Pflichten kann zu langwierigen und komplexen Vertragsverhandlungen führen.

Auf Basis theoretischer Überlegungen erwartet Toffel (2002) in Bezug auf die ergebnisorientierten Geschäftsmodelle, dass es hierbei im Vergleich zum Produktverkauf zu einer Verlagerung von Risiken auf den Anbieter kommen wird, da viele der beim Produktverkauf entstehenden Risiken nicht mehr externalisiert werden, sondern im Verantwortungsbereich des Anbieters verbleiben. Ein ähnlicher Effekt ist in Bezug auf die nutzenorientierten Modelle zu erwarten. Die Verteilung von Risiken und Gewinnen zwischen Anbieter und Kunde wird in der Regel eine Frage der Verhandlungsmacht sein, allerdings erscheinen für die langfristige Stabilität eine von beiden Parteien als fair empfundene Verteilung und die Bildung einer vertrauensvollen, langfristigen Beziehung notwendig.

Aus der Sicht des Anbieters kann das Angebot von Produkt-Dienstleistungssystemen den Verkauf seiner Produkten kannibalisieren, wenn beispielsweise Maschinen nicht mehr verkauft, sondern vermietet werden, so dass sich unternehmensintern Widerstände gegen das Angebot von PSS formieren können. Des Weiteren können PSS höhere Anforderungen an die Qualifikation der Vertriebsmitarbeiter stellen und aus diesem Grund auf Widerstand stoßen (Bartolomeo et al. 2003).

Aus der Kunden-Perspektive lässt sich als Hemmnis für die Umsetzung von Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz häufig feststellen, dass der Verbrauch von Energie und Material sowie die hierfür relevanten technischen Systeme nicht genug Aufmerksamkeit seitens des Managements

erfahren, da sie für das Unternehmen nicht zum Kernbereich seiner Aktivitäten gehören und dass in der Folge keine klaren Ziele und Verantwortlichkeiten definiert werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Kosten für den Ressourcenverbrauch nicht transparent gemacht werden und im Gemeinkostenblock verschwinden (Biege et al. 2013). In Folge der mangelnden Aufmerksamkeit für diese Problematik, kann die Nachfrage nach sozialen Innovationen, wie PSS, trotz der durchaus vorhandenen Effizienzpotenziale aus gesellschaftlicher Sicht zu gering sein.

## 5 Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse der Kurzanalyse deuten darauf hin, dass von innovativen Produkt-Dienstleistungssystemen wichtige Impulse zur Steigerung der Ressourceneffizienz ausgehen können. Bisher sind jedoch gerade die besonders innovativen Typen von Produkt-Dienstleistungssystemen, die auf der Grundlage übergreifender Systemlösungen die größten Umweltentlastungseffekte versprechen, in der Industrie nur in geringem Maße verbreitet. Produktbegleitende Dienstleistungen, wie Wartung und Instandhaltung, sind dagegen bereits relativ weit verbreitet, führen allerdings nur zu marginalen Verbesserungen der Ressourceneffizienz. Durch die Digitalisierung und Vernetzung der Industrie einerseits und eine sich in der Gesellschaft zunehmend etablierende Kultur des Teilens (Sharing Economy, Collaborative Economy) andererseits besteht jedoch die Vermutung, dass auch Produkt-Dienstleistungssysteme, die zu deutlichen Steigerungen der Ressourceneffizienz führen können, in den kommenden Jahren einen Aufschwung erfahren werden.

In Bezug auf die in ProgRess II vorgesehene staatliche Förderung innovativer Produkt-Dienstleistungssysteme zeigt die Kurzanalyse, dass Maßnahmen zur Ausweitung der Produzentenverantwortung und Ansätze zur Internalisierung der Kosten für die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen auch einen Einfluss auf die Diffusion von PSS haben können, da sie für Unternehmen ein wichtiger Impuls sind, um über innovative Lösungen nachzudenken. Spezifische Maßnahmen zur Förderung von PSS könnten dann darauf aufbauen und Hemmnisse gezielt abbauen, die z. B. bei den ergebnisorientierten PSS-Typen aus der erheblichen Unsicherheit und der starken wechselseitigen Abhängigkeit der Vertragsparteien resultieren können. Mögliche Ansatzpunkte hierfür können eine Zertifizierung von Anbietern (Biege et al. 2013, S. 106) oder die Einrichtung von Strukturen für eine unabhängige Streitschlichtung auf Branchenebene sein.

Weiterer Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Verbreitung von Produkt-Dienstleistungssystemen im Dienstleistungssektor sowie in Bezug auf die vergleichende Durchführung ökologischer Life-Cycle-Assessments auf der Ebene von Geschäftsmodellen.

## 6 Quellenverzeichnis

- Azzopardi, Tom (2015): Market Status: Brazil - Records set but end of honeymoon in sight. Hg. v. WindPower Monthly. WindPower Monthly. Online verfügbar unter <http://www.windpowermonthly.com/article/1340345/market-status-brazil-records-set-end-honeymoon-sight>, zuletzt aktualisiert am 01.04.2015, zuletzt geprüft am 28.04.2015.
- Bartolomeo, M.; dal Maso, D.; Jong, P. de; Eder, P.; Groenewegen, P.; Hopkinson, P. et al. (2003): Eco-efficient producer services—what are they, how do they benefit customers and the environment and how likely are they to develop and be extensively utilised? In: Journal of Cleaner Production 11 (8), S. 829–837. DOI: 10.1016/S0959-6526(02)00157-9.
- Biege, Sabine; Schröter, Marcus; Gandenberger, Carsten; Buschak, Daniela (Hg.) (2013): Chancen für die nachhaltige Entwicklung durch neue hybride Wertschöpfungs-konzepte. Abschlussbericht des Projekts "HyWert". Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. Stuttgart: Fraunhofer (ISI-Schriftenreihe Innovationspotenziale).
- Clausen, J.; Gandenberger, C. (2016): Umweltinnovationen und ihre Diffusion als Treiber der Green Economy - Erster Teilbericht. Berlin.
- Farronato, C.; Levin, J. (2015): Ein Geben und Nehmen. Hg. v. Credit Suisse AG, Investment Strategy&Research (2).
- Gandenberger, C. (2016): Divide et Impera? - Theoretische Perspektiven auf die Collaborative Economy. Fraunhofer ISI. Karlsruhe (Working Paper Sustainability and Innovation, 01/2016).
- Gebauer, H.; Edvardsson, B.; Gustafsson, A.; Witell, L. (2010): Match or Mismatch. Strategy-Structure Configurations in the Service Business of Manufacturing Companies. In: Journal of Service Research 13 (2), S. 198–215. DOI: 10.1177/1094670509353933.
- Hockerts, Kai (2008): Property Rights as a Predictor for the Eco-Efficiency of Product-Service Systems. Copenhagen (CSR & Business in Society, CBS Working Paper Series).