

# **Integration von Open Innovation in die Entwicklung nachhaltiger IKT**

**Jad Asswad, Georg Hake und Jorge Marx Gómez**

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Abteilung Wirtschaftsinformatik I / VLBA, 26129 Oldenburg, E-Mail: {jad.asswad | georg.hake | jorge.marx.gomez}@uni-oldenburg.de

## **Abstract**

Für das betriebliche und private Nachhaltigkeitsmanagement stellt der Einsatz von IKT sowohl eine Chance als auch eine Herausforderung für ökologisches und soziales Handeln dar. IKT bildet dabei die Grundlage zur Überwindung, stellt aber auch ein Problem für die nachhaltige Gestaltung von Geschäftsprozessen dar, denn der steigende Bedarf nach IKT-gestützten Systemen geht mit einem erhöhten Ressourcen- und Energiebedarf über den gesamten Lebenszyklus der Produkte einher. Es gilt daher, den Verbrauch und das Nutzungsverhalten von IKT dahingehend zu gestalten, dass neben Effizienz- und Konsistenzkriterien auch der Aspekt der Suffizienz berücksichtigt wird, was nur durch die Integration aller beteiligten Akteure in den Entwicklungsprozess geschehen kann. Der Ansatz des interdisziplinären Forschungsprojektes eCoInnovateIT setzt daher auf die Öffnung des gesamten Entwicklungsprozesses zur nachhaltigen Gestaltung des Verbrauchs von IKT Produkten. Dazu wird in diesem Beitrag im Rahmen einer konzeptionell-deduktiven Analyse ein Framework präsentiert, das die Perspektiven nachhaltigkeitsorientierter und offener Innovationen mit den Lebenszyklen von IKT Produkten verbindet.

## 1 Einleitung

Die zentrale Rolle von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in einer wachsenden Anzahl von Alltagssituationen und ihre Integration in eine steigende Zahl von Endgeräten führen zu einer immer größeren Verantwortung im Hinblick auf Gesellschaft und Umwelt (Erdmann et al. 2004). So sind IKT in Form von Smartphones, Tablets und Personal Computern im privaten Umfeld und im beruflichen Kontext nicht mehr wegzudenken. Mehr noch, der Bedarf und die Nutzung von IKT steigen stetig und ein Ende dieses Trends ist nicht abzusehen. Bedingt wird die immer stärkere Nutzung durch den technologischen Fortschritt, Innovationen und sinkende Kosten, verbunden mit der Integration in immer mehr Lebensbereiche (Hilty und Aebischer 2015).

Einhergehend mit dem nicht enden wollenden Bedarf an Geräten zur Unterstützung von beruflichen, wie auch privaten Aspekten, steigt auch der Konsum von IKT stetig an. Durch die Erhöhung der Nachfrage nach Produkten des IKT Sektors wächst sowohl das Angebot von neuen Lösungen und sinkt zugleich der zeitliche Abstand bis zum Austausch eines Altgerätes durch ein neueres Modell. Neben dem Energie- und Ressourcenverbrauch in der Produktion und Nutzung der Neugeräte, stellt darüber hinaus die Verwertung der Altgeräte ein immer größer werdendes Problem dar (Lannoo et al. 2013). Nicht zuletzt führt die starke Verbreitung und Nutzung von IKT zu steigenden Anforderungen an die im Hintergrund agierenden technologischen Systeme zur Verwaltung und Distribution von Inhalten.

Um dieser Entwicklung entgegenzutreten bedarf es einer nachhaltigeren Gestaltung des gesamten Produktlebenszyklus von IKT, vom Design über die Produktion, Vertrieb, Nutzungsphase und die letztliche Verwertung, hinweg. Bisher liegt die Konzentration dieser Forschungsansätze jedoch zumeist auf geschlossenen Innovationsthematiken, die beteiligte Stakeholder ausblenden. Um den derzeitigen Hürden in der Umsetzung von nachhaltigem Verhalten entgegenzuwirken, wird mit diesem Beitrag eine Öffnung der Phasen im Produktlebenszyklus von IKT angestrebt.

Auf Basis dieser Problemanalyse lautet die Fragestellung dieser Arbeit:

*„Wie kann das Lebenszyklusmodell von IKT durch Öffnung der Unternehmensprozesse nach außen hin und mit Hilfe der Methoden der Wirtschaftsinformatik nachhaltiger gestaltet werden?“*

Auf Grundlage dieser Frage ergibt sich ein sukzessives Zielsystem aus 3 Stufen:

1. Die Identifikation von Schnittstellen innerhalb eines ganzheitlichen Lebenszyklusmodells von IKT zur Integration nachhaltiger Innovationskonzepte
2. Die Integration nachhaltiger und offener Innovationskonzepte an den Schnittstellen des Lebenszyklusmodells
3. Die Konzeptualisierung und Entwicklung eines Modells zur Integration eines Nachhaltigkeitskonzeptes offener Innovationen im Rahmen von IKT

Zur Erreichung dieses Konzeptes wird ein Anforderungsprofil an Informationssysteme entwickelt, das sowohl die beteiligten Akteure auf Mikro- und Makroebene zusammenführt und in den Innovationsprozess integriert als auch Suffizienz- und Konsistenzaspekte berücksichtigt. Dazu wird die Öffnung der Geschäftsprozesse in den jeweiligen Lebenszyklen eines IKT Produktes aufgezeigt und zu Nachhaltigkeitsmaßnahmen in der Entwicklung nachhaltiger IKT Produkte in Bezug gebracht. Darauf aufbauend werden die Maßnahmen mittels des Anforderungsprofils in ein Modell integriert, das in anschließenden Arbeiten als Grundlage für eine prototypische Auswertung dient.

## 2 Stand der Forschung und Forschungsgegenstand

Die hohe Verbreitung, der Funktionsreichtum und die Integration von IKT Produkten in immer mehr Bereiche des Alltags birgt für uns als Gesellschaft, als *Information Society*, das Potenzial der derzeitigen Entwicklung entgegenzutreten (Hilty 2011). Jede nachhaltige Entwicklung basiert dabei auf dem Grundgedanken, dass gegenwärtige Entscheidungen nicht zu Lasten zukünftiger Generationen getroffen werden dürfen (Brown et al. 1987). In der bisherigen Entwicklung wird jedoch die Frage nach einer nachhaltigen Gestaltung des Wachstumsprozesses weitestgehend vernachlässigt. So werden allein heute bereits 57-60 chemische Elemente des Periodensystems zur Herstellung eines üblichen IKT Produkts benötigt. Dazu gehören auch giftige Substanzen wie Blei, Quecksilber, Cadmium oder bromierte Flammschutzmittel. All diese Stoffe bedürfen gesonderter Recycling Maßnahmen oder können gesundheitsgefährdende Auswirkungen besitzen (Behrendt et al. 2007; Council 2008; Hilty 2011). Neben dem Rohstoffbedarf zur Produktion von IKT, wird für den gesamten Lebenszyklus eines IKT Produkts, von der Produktion über die Nutzungsphase bis hin zur Verwertung des Produktes, ein wachsender Energiebedarf erzeugt. Zusammen summierte sich allein der weltweite Energiebedarf für die Nutzung von IKT im Jahre 2012 auf über 900TWh, was einer Energiemenge von 4,7% des weltweiten Energieverbrauchs entspricht (Lannoo et al. 2013; Van Heddeghem et al. 2014).

Gemäß der UN World Commission on Environment and Development ist eine Entwicklung nachhaltig, wenn sie „den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen“ (Brundtland et al. 1987, S. 54). Im unternehmerischen und politischen Kontext hat sich dabei das Prinzip der Triple-Bottom-Line (Elkington 1998) durchgesetzt, das unternehmerischen Erfolg nicht allein anhand des finanziellen Erfolges bestimmt, sondern dem Gesamterfolg neben der ökonomischen Perspektive auch eine soziale und ökologische Perspektive beimisst (Norman und MacDonald 2004). Bei derzeitigen Ansätzen zur Gestaltung von nachhaltigem Konsum lassen sich dabei vier Strategien unterscheiden: Die Effizienzstrategie, die Konsistenzstrategie, die Suffizienzstrategie und regulatorische Strategien. Während die Effizienz- und die Konsistenzstrategie vor allem die technische Sichtweise betrachten, wird in der Suffizienz- und der regulatorischen Strategie eine Verhaltensänderung, getrieben durch ex- und intrinsische Motivation, verfolgt (Stengel 2011).

Bisher fanden vor allem effizienzorientierte und regulatorische Ansätze Anwendung. So findet auf der einen Seite die Gestaltung von Produkten oder Produktgruppen statt, die eine Reduktion des Material- und Energieverbrauchs, sowohl in der Produktions- wie auch in der Nutzungsphase vorsehen. Auf der anderen Seite wird versucht eine Sensibilisierung beim Konsumenten herbeizuführen, indem durch Weiterbildungs- und Informationsmaßnahmen ein Bewusstsein für die gegebene Problematik herbeigeführt werden soll. Des Weiteren wird die Diskussion von Nachhaltigkeitsansätzen zumeist mit einer festen Sender- und Empfängerrolle geführt. Derzeitige Forschungsansätze betrachten daher, bisher isoliert voneinander, vor allem effizienzorientierte und regulatorische Maßnahmen, die Handlungsempfehlungen auf Basis der Suffizienz- und Konsistenzdimension außer Acht lassen. Darüber hinaus kann attestiert werden, dass trotz einer Sensibilisierung der beteiligten Akteure und einer insgesamt positiven Einstellung gegenüber nachhaltigem Verhalten in Bezug auf IKT, noch kein klarer Trend hin zu nachhaltigerem Konsum belegt werden kann. Grund sind Kollektivgutproblematiken sowie Informationsasymmetrien, die trotz Wohlwollen seitens der Akteure zu keiner Änderung im Verhalten führen.

Die Wirtschaftsinformatik nimmt sich dieser Problematik bisher überwiegend im Rahmen einer Überwachungs-, Berichts- und Steuerungsfunktion an. Dazu werden hauptsächlich Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) eingesetzt, die in der Lage sind, die Umweltauswirkungen betrieblicher Prozesse offenzulegen und zu steuern (Marx Gómez 2014; Teuteberg und Marx Gómez 2014). Gestiegenes Interesse wurde in den letzten Jahren der Gestaltung nachhaltiger Technologieprodukte mit Hilfe von IT geschenkt. Die Perspektive, in der IT zur Überwindung von Umweltproblematiken angesehen wird, ist als "IT-for-Green" bereits als Thema für die Wirtschaftsinformatik etabliert und Teil von BUIS der nächsten Generation (BUIS 2.0). Die Gegenperspektive nimmt das Thema Green IT ein, das eine Reduktion des Energie- und Ressourcenverbrauchs von IT-Produkten anstrebt (Loos et al. 2011). Generell ist jedoch zu attestieren, dass die Miteinbeziehung von Konsumenten, Interessensgruppen und der Politik in den Entwicklungsprozess weitestgehend vernachlässigt wurde und primär Lösungsansätze zur Unterstützung des Produktionsprozesses gefunden wurden. Dies führt dazu, dass zwar Konsistenz- und Effizienzkriterien hinreichend Berücksichtigung finden, das Kriterium der Suffizienz jedoch darunter leidet, dass Interessen nicht involvierter Stakeholdergruppen vernachlässigt werden. An dieser Stelle setzt der Ansatz dieses Beitrags an, indem Möglichkeiten für die Miteinbeziehung aller Interessensgruppen an dem Innovationsprozess gefunden werden sollen.

### 3 Forschungsmethodik

Ziel der langfristigen Forschungsarbeit innerhalb des Forschungsprojektes eCoInnovateIT ist die Entwicklung und Analyse eines Software Systems zur Unterstützung offener Innovation in allen Phasen des Lebenszyklusmodells von IKT Produkten. Dieser Beitrag verfolgt hierzu die Konzeptualisierung eines Rahmenmodells auf Basis eines Anforderungsprofils an die Entwicklung nachhaltiger IKT Produkte. Dazu werden die Perspektiven aus drei Forschungsrichtungen in ein Modell integriert, das als Grundlage für die weitere Forschungsarbeit dient. Zu den drei Perspektiven die eingenommen werden zählen die „Sustainability-Oriented Innovation“ nach Hansen und Grosse-Dunker (2012), die Öffnung des Innovationsprozesses gemäß des „Open Innovation“ Ansatzes nach Chesbrough (2012) und die Phasen im Lebenszyklusmodell von IKT (Hilty 2011).

Die Vorgehensweise innerhalb dieses Beitrags folgt dem methodischen Pluralismus, der eine Zusammenführung verschiedener Forschungsmethoden erlaubt (Becker und Pfeiffer 2006). In einem ersten Schritt werden auf Basis einer Literaturanalyse die Charakteristika, Gegensätze und potenziellen Schnittstellen der jeweiligen Forschungsrichtungen identifiziert. Im Anschluss findet mit Hilfe einer argumentativ-deduktiven Analyse die Erstellung eines gemeinsamen Anforderungsprofils statt. Die Bestimmung des Zielsystems geschieht dabei auf Basis der Auswertung des Ist-Zustandes und der Bewertung von offenen Innovationsmaßnahmen zur Überwindung des Problemstadiums. Im Folgeschritt werden die identifizierten Bestandteile der einzelnen Disziplinen und ihre Schnittstellen mittels einer konzeptionell-deduktiven Analyse in ein Rahmenmodell integriert, das sowohl die Grenzen der Zusammenführung aufzeigt, als auch die Migration der verschiedenen Konzepte darstellt.

Aufbauend auf diesem Beitrag schließt das Design und die Entwicklung einer prototypischen Softwarearchitektur auf Basis des Modells an. Diese ermöglicht die Simulation der Konzepte in den Partnerunternehmen des Projektkonsortiums und die Evaluation der Ergebnisse in der Praxis.

## 4 Identifikation nachhaltiger und offener Innovationskonzepte

Zur Darstellung der Vorgehensweise der Forschungsarbeit in diesem Beitrag werden die Phasen des Zielsystems sukzessiv aufgearbeitet, sodass zum Ende die Integration der individuellen Komponenten vorgenommen werden kann. Dazu zählt eine Literaturanalyse zu Sustainability-Oriented Innovation, dem Lebenszyklusmodell von IKT und der Methoden von Open Innovation. Die Ergebnisse aus jeder Phase werden im Folgeschritt zu einem integrativen Modell zusammengeführt, das als konzeptionelle Grundlage für einen späteren Prototypen dient.

### 4.1 Sustainability-Oriented Innovations

Seit der Begriff „Nachhaltige Entwicklung“ 1987 durch den Brundtland-Bericht definiert wurde, entstanden umfangreiche Diskussionen und Forschungen, welche die Frage aufwarfen, wie ein so breites und moralisches Konzept aus ökonomischer Perspektive adaptiert und angepasst werden kann. Die Herausforderungen einer nachhaltigen Entwicklung bieten erhebliches Potenzial für das Innovationsmanagement. Die Anwendung von Nachhaltigkeit auf das Innovationsmanagement ist dabei sowohl aus moralischer als auch wirtschaftlicher Perspektive wichtig (Salzmann et al. 2008). Dazu gibt es zwei Argumente, die diese Ansicht unterstützen. Zum einen erhöhen neue Regelungen und Gesetze in Sozial- und Umweltfragen den Druck zur Innovativität („Regulierungs-Push“) (Fichter et al. 2006; Hockerts 2007; Preuss 2007). Zum anderen stellt Nachhaltigkeit eine neue Quelle für Ideen und Visionen, die zu neuen Geschäftsoportunitäten führen, dar („Vision-Pull“) (Hart 1997; Day 1998).

In diesem Zusammenhang wurde das Konzept der „Sustainability-Oriented Innovations (SOI)“ von (Hansen et al. 2009) vorgestellt. SOI wird dabei ein generell positiver Effekt auf die Wertentwicklung des Unternehmens zugeschrieben. Der Begriff ist folgendermaßen definiert:

*„Die kommerzielle Einführung einer neuen (oder verbesserten) Produkt (Dienstleistung), hybrider Leistungsbündel (HLB), oder reinen Dienstleistung, die – auf der Grundlage einer nachvollziehbaren (qualitativen oder quantitativen) vergleichenden Analyse – zu ökologischen und (oder) sozialen Vorteilen gegenüber der Vorgängerversion des physischen Lebenszyklus („from cradle to grave“) führt“* (Übersetzt von Hansen und Grosse-Dunker 2012, S. 1).

Gleichzeitig werden SOI als hoch riskante Innovationen angesehen, da die Auswirkungen der tatsächlichen Integration der Innovation zur nachhaltigen Entwicklung unbekannt sind. Ein solches Risiko wird als „Directional Risk“ bezeichnet (Paech 2005). Um die Directional Risk der SOI zu reduzieren, wurde von (Hansen et al. 2009) ein generisches Modell in Form eines Innovation Cubes entwickelt.

Der Sustainability Innovation Cube besteht aus drei Dimensionen: Target Dimension, Life Cycle Dimension und der Innovation Types Dimension. Die 'Target'-Dimension analysiert die Wirkungen der Innovationen auf ihre Effektivität in Bezug zu den Nachhaltigkeitszielen. Sie basiert auf dem Triple-Bottom-Line Konzept der nachhaltigen Entwicklung und ist in dessen drei Bestandteile untergliedert: Ökonomie, Ökologie und Soziales. Die 'Life Cycle'-Dimension fokussiert auf die Rolle des Lebenszyklus bezüglich der Nachhaltigkeitswirkungen von Produktinnovationen. Diese Dimension betrachtet den physischen Lebenszyklus „from cradle to grave“ zusätzlich zu nicht-ökonomischen Methoden der Lebenszyklusanalyse, einschließlich der ökologischen, sozialen und nachhaltigen Perspektiven. Die letzte Dimension beschreibt die 'Innovation Types'-Dimension. Ihre erste Komponente, die 'technologischen Innovationen', beschreibt Produkt- und produktbezogene Innovationen auf technischer Ebene. Demgegenüber stehen die Dimensionen 'Hybride

Leistungsbündel (HLB)' und 'Geschäftsmodell', die Innovationen jenseits der technologischen Ebene darstellen (Hansen et al. 2009).

Aufgrund der Integration unterschiedlicher Dimensionen und der Reduktion der Directional Risk von Innovationsmaßnahmen in ein Nachhaltigkeitskonzept, dient der Sustainability Innovation Cube im Folgenden als Orientierungsgrundlage für die Integration nachhaltig orientierter Innovationsmaßnahmen in das Lebenszyklusmodell von IKT Produkten. Um die Auswirkungen der Nutzung von IKT ganzheitlich zu erfassen, wird im Folgeschritt eine Analyse des Lebenszyklus von IKT vorgenommen und im Anschluss darauf die Methoden von Open Innovation identifiziert, die in die Bereiche der nachhaltigen Innovation integriert werden können.

## 4.2 IKT Lebenszyklusmodell

Wenngleich die Produktion und die Nutzung von IKT zu einem gesteigerten Energie- und Ressourcenproblem führen, so trägt IKT auch zugleich zur Entlastung bei. Denn die Verwendung von IT in einer steigenden Anzahl alltäglicher Situation erzeugt Substitutionseffekte, die dazu führen, dass digitale Medien und virtuelle Korrespondenzen an die Stelle von Verhaltensmustern treten, die belastende Effekte auf die Umwelt besitzen. So ersetzen elektronische Dokumente bereits verbreitet gedruckte Formate, elektronische Post verringert den Bedarf am klassischen Briefverkehr, Remote Arbeitsplätze erlauben die Durchführung verschiedenster beruflicher Tätigkeiten und Telekonferenzen ersetzen vielerorts die physische Präsenz. In all diesen Bereichen ersetzt IKT die Notwendigkeit eines physischen Objektes durch ein virtuelles Substitut, das eine Reduktion des CO<sub>2</sub> Ausstoßes, Produktivitätssteigerungen sowie finanzielle Vorteile ermöglicht (Lannoo et al. 2013).

Neben den oben genannten Substitutionseffekten erlaubt die Anwendung von IKT überdies eine effektivere und effizientere Prozesssteuerung hin zu einem reduzierten und optimierten Energie- und Ressourcenbedarf. Ein Beispiel für die Steuerung von Prozessen in Wirtschaft als auch im privaten Umfeld stellt die Nutzung von Smart Grids sowie die Integration von Smart Metern, dar. In diesem Fall kann IKT die Bedarfsmessung unterstützen und den Verbrauch mit dem verfügbaren Stromangebot in Einklang bringen. Ein weiteres Beispiel stellt der Trend zum intelligenten Wohnen dar. Auch hier führt eine intelligente Steuerung durch die Mittel von IKT zu einer Reduktion von Strom- und Heizkosten. Ähnlich kann ein durch IKT-gestütztes Transportplanungssystem Routen optimieren sowie Lager- und Lademengen dynamisch steuern (Lannoo et al. 2013).

Obwohl durch Substitutions- und Steuerungseffekte eine Effektivitätssteigerung zu erwarten ist, trifft dies nicht generell zu. Jevons' Paradoxon findet auch in der Nutzung von IKT Anwendung: Der technologische Fortschritt führt zwar zu einer effizienteren, letztlich aber auch zu einer erhöhten Nutzung eines Gutes, sodass die zunächst gewonnene Einsparung nicht zwangsweise zu einer Senkung des Gesamtverbrauchs führt. Man spricht in diesem Fall auch von einem ‚Rebound Effekt‘ (Hilty et al. 2011). So war es (Kooimey et al. 2011) möglich zu zeigen, dass zwar die Anzahl der Berechnungen pro kWh von IKT Produkten sich in den letzten 65 Jahren im Schnitt alle 1.5 Jahre verdoppelt hat, aber die Einsparungen eine gleichzeitige Verdopplung der Leistung pro PC gemäß Moores Law und eine Verdopplung der Anzahl installierter Rechner weltweit alle drei Jahre, zwischen 1980 und 2008, zu einem steigenden statt sinkenden Energiebedarf geführt hat (Kooimey et al. 2011).

Die genannten Effekte zeigen, dass eine systematische und ganzheitliche Analyse der Auswirkungen von IKT auf die Umwelt nicht nur den produkteigenen Lebenszyklus zu betrachten

hat, sondern zudem die induzierten Nutzungsmuster gemäß einer Lebenszyklusanalyse betrachtet werden müssen. Es sollten darüber hinaus die durch den Konsum erzeugten Induktions-, Optimierungs-, und Substitutionseffekte beleuchtet werden. Der allgemeine Lebenszyklus eines IKT Produktes ist selbst untergliedert in Produktions-, Nutzungs- und End-of-Life-Phase (Hansen et al. 2009; Hilty 2011). In der Produktionsphase werden die Rohmaterialien bezogen und in das Endprodukt verarbeitet. In der Nutzungsphase liefert die Hardware induzierte Services an den Endverbraucher, bis das Produkt oder seine Bestandteile in der End-of-Life-Phase letztlich recycelt, wiederverwendet, in andere Systeme überführt oder entsorgt werden (Hilty 2011).

Die zusätzlich induzierten Prozesse und benötigten Hintergrundsysteme von IKT zeigen die Weitläufigkeit der benötigten Innovationsmaßnahmen auf. So würden Konsistenz- und Effizienzstrategien langfristig lediglich zu einem Rebound Effekt führen. Aufgrund dessen ist die Berücksichtigung von Innovationsstrategien zur Integration von Suffizienzaspekten eine Bedingung für die Unterstützung des Lebenszyklusmodells durch ein übergreifendes Softwaresystem. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es der Unterstützung aller beteiligten Stakeholder auf Mikro- und Makroebene. Beispiele für beteiligte Akteure in der Produktionssteuerung und Nutzung von IKT sind Konsumenten, Konsumentengruppen, Industriekonsortien, Interessensvertretungen oder Politikorgane. Die Integration dieser Akteure in die Gestaltung von IKT Produkten hat die Öffnung der einzelnen Phasen des Lebenszyklusmodells zur Folge. Im Folgenden soll daher die Möglichkeit zur Erweiterung des Modells mit den Mitteln von Open Innovation erörtert werden.

### 4.3 Open Innovation

Das Konzept des Innovationsprozesses hat sich im letzten Jahrzehnt wesentlich geändert. Chesbrough (2003) beschreibt einen Paradigmenwechsel von Innovationen, weg von einem geschlossenen und hin zu einem offenen Modell. Innerhalb des alten, geschlossenen Modells, der „Closed Innovation“, konnten Forschungsprojekte nur zu Beginn des Innovationsprozesses miteinbezogen werden und nur am Ende des Innovationsprozesses als fertiges Produkt in den Markt ausgehen. Im Gegensatz dazu propagiert das neue Modell einen offenen Innovationsprozess. Hierbei können Projekte, Ideen und neue Technologien sowohl von internen als auch von externen Quellen ins Leben gerufen werden. Daneben können neue Technologien in verschiedene Stufen des Innovationsprozesses integriert werden. Außerdem können Projekte auf vielfältige Arten in den Markt ausgehen, nicht nur durch Marketing- und Vertriebskanäle des Unternehmens, sondern auch durch Lizenzierung oder Spin-off Ventures (Chesbrough 2006).

Open Innovation verwaltet hierbei die zwei Richtungen der Wissensströme über Organisationsgrenzen hinweg, anhand ihrer zwei Ausprägungsformen: ‚Outside-In‘ (Inbound) und ‚Inside-Out‘ (Outbound) Open Innovation (Chesbrough 2003; Lichtenthaler 2011; Chesbrough 2012; Chesbrough und Bogers 2014; West et al. 2014). Eine dritte Form stellt die Coupled Open Innovation nach (Gassmann und Enkel 2004) dar. Diese Form kombiniert Wissenszu- und abflüsse zwischen Akteuren des Innovationsprozesses. Open Innovation als neues Paradigma des Innovationsprozesses soll die Nachteile der vorherigen Paradigmen, wie Spillovers oder gebundenes geistiges Eigentum (Intellectual Property (IP)), überwinden (Kuhn 1962; Feyerabend 1981), da diese die Einführung von Nachhaltigkeitskonzepten durch Ausschluss von Akteuren behindern. Das Konzept der Open Innovation bietet durch seine drei Formen verschiedene Mechanismen zur Überwindung an. Einige dieser Mechanismen sind beispielhaft in Tabelle 1 dargestellt. Die Tabelle zeigt, dass vor allem im industriellen und akademischen Bereich einen

Großteil ihrer Aufmerksamkeit der Outside-In Open Innovation widmen, während Inside-Out und die Coupled Formen weniger Verbreitung erfahren (Chesbrough und Bogers 2014).

Um die langfristige, ökonomische, ökologische und soziale Umweltverträglichkeit solcher Strategien zu gewährleisten, müssen Unternehmen die Notwendigkeit eines erweiterten Spektrums von Stakeholdern prüfen (Kilbourne 1998). Belz und Peattie (2012) haben in ihrem Buch „Sustainability Marketing: A global perspective“, das Konzept der Open Innovation und die Entwicklung von nachhaltigen Produkten und Dienstleistungen miteinander verknüpft. Sie haben das Konzept „Open Sustainability Innovation“ vorgestellt, das in Unternehmen besonders die R&D Abteilung offenlegt und verschiedene Arten von Stakeholdern in den Entwicklungsprozess von nachhaltigen Produkten und Dienstleistungen involviert.

Outside-In (Inbound)	Inside-Out (Outbound)	Coupled
Ausnutzung externer Wissensquellen durch interne Prozesse	Ausnutzung v. internem Wissen durch externe Vermarktungsprozesse	Kupplung v. externen Wissensquellen und Vermarktungsaktivitäten
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Akquisition</li> <li>- Sourcing/ Einlizenzierung</li> <li>- Beschaffung</li> <li>- Integration</li> <li>- Kommerzialisierung</li> <li>- Scouting</li> <li>- Universitäts-Forschungsprogramme</li> <li>- Startup-Unternehmen Finanzierung</li> <li>- Arbeit mit Vermittlern, Lieferanten und Kunden</li> <li>- Nutzung von Geheimhaltungsvereinbarungen</li> <li>- Crowdsourcing</li> <li>- Wettbewerbe und Turniere</li> <li>- Gemeinschaften</li> <li>- Spin-ins oder Spin-backs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auslizenzierung v. IP und Technologien</li> <li>- Spenden v. IP und Technologien</li> <li>- Spin-outs</li> <li>- Corporate Venture Capital (CVC)</li> <li>- Joint Ventures und Allianzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strategische Allianzen</li> <li>- Joint Ventures</li> <li>- Konsortien</li> <li>- Netzwerke</li> <li>- Ökosysteme</li> <li>- Plattformen</li> </ul>

**Tabelle 1: Mechanismen der drei Formen der Open Innovation Vgl. Chesbrough und Bogers (2014)**

Obwohl Open Innovation lediglich begrenzte Aufmerksamkeit in der Frage nach „Green“-Innovation zukommt, wurde das Konzept von Open Innovation im Kontext der Nachhaltigkeit in einigen Forschungen und Forschungsprojekten bereits eingeführt. Ein Beispiel stellt das GreenXchange (GX) Projekt aus dem Jahre 2010 von Nike dar. GX ist ein Web-basierter Marktplatz für geistiges Eigentum und dient als ein Mechanismus zur Förderung der nachhaltigkeitsbezogenen Innovation durch IP-Lizenzierung (Ghafele und D O’Brien 2012). Ein weiteres Beispiel ist das Fairphone. Die Idee hinter diesem Projekt ist eine Plattform, welche die Grundgedanken eines fairen Handels und das Konzept von Open-Source Software aufgreift und auf das Hardware-Design des Fairphones anwendet. Nachhaltigkeit und Wissensaustausch stehen im Kern dieses Konzeptes. Darüber hinaus zielt die Kampagne darauf ab, dass sowohl die Entscheidungsträger als auch die Konsumenten in die Prozesse der Produktion des Smartphones integriert werden (Wernink und Strahl 2015).



#### 4.4 Open Innovation und Sustainability-Oriented Innovation im Lebenszyklus von IKT

Um die vorgestellten Maßnahmen in ein Modell zusammenzuführen und ein integriertes Framework zur Gestaltung nachhaltiger, offener Innovationen zu entwickeln, wurden die vorgestellten Dimensionen des SICs von (Hansen et al. 2009) als Grundlage verwendet. Während der SIC als Framework entwickelt wurde, um die Nachhaltigkeitswirkungen von SOIs zu bewerten, soll im Folgenden eine Integration von Open Innovation, Sustainability-Oriented Innovation und dem Produktlebenszyklus von IKT anhand des Cubes aufgezeigt werden. In diesem Rahmen stellt die Verbindung der drei Dimensionen des Cubes die Zielausrichtung für das Framework dar. Dazu zählen technologische und nicht-technologische Innovationen von IKT als Innovationsformen sowie der Lebenszyklus von IKT gemäß der Life Cycle Dimension des SIC. Außerdem werden die Mechanismen der Open Innovation benutzt, um den Innovationsprozess zu führen und das Geschäftsmodell zu adaptieren (siehe Abbildung 1).

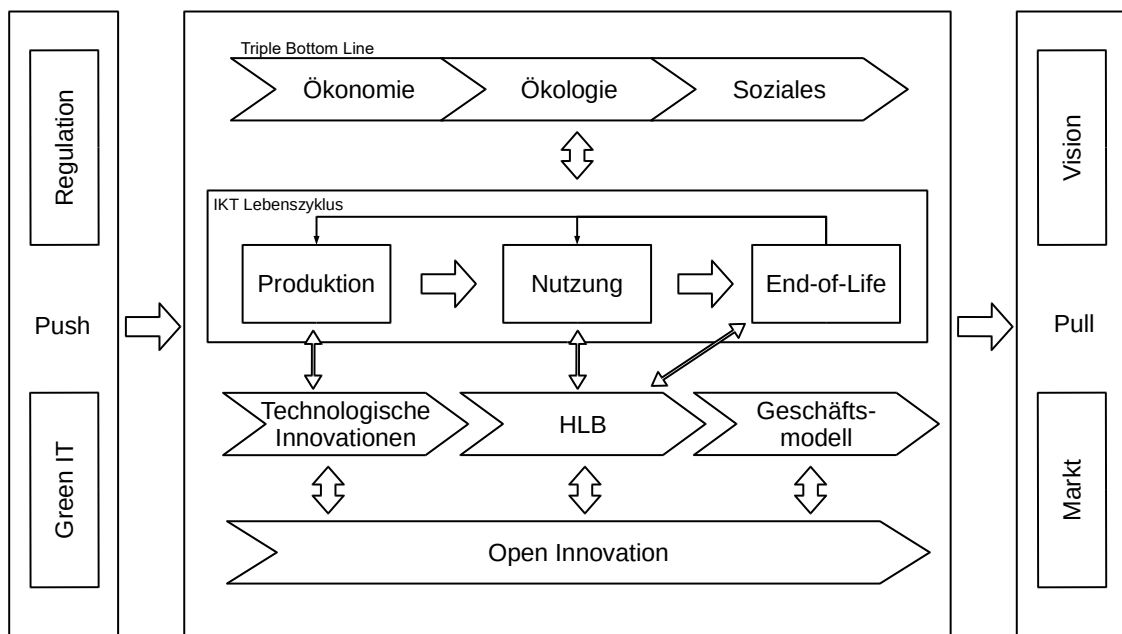


Abbildung 1: Integration von Sustainability-Oriented Innovation in den Lebenszyklus von IKT

Das integrierte Framework zeigt die Triple Bottom Line als übergeordnete Zieldimension, welche durch ein angepasstes Lebenszyklusmodell von IKT sowohl als Treiber des veränderten IKT Produktions-, Nutzungs- und Verwertungsprozesses dient, gleichzeitig aber auch Veränderung im Verhalten als abhängige Variable widerspiegelt. Während die Triple Bottom Line als Zieldimension fungiert, bilden die Ebenen der Open Innovation und der Sustainability-Oriented Innovation die wechselseitige Steuerungsfunktion zum Produktlebenszyklus von IKT. In diesem Zusammenspiel zeigt sich die Aufgabe der späteren Implementierung. Die aufgezeigten Methoden von Open Innovation ermöglichen eine Integration von Ideen, Visionen und dem Markt als auslösender Treiber („Pull Funktion“) und Green IT sowie politische Regulationen als steuernder und reglementierender Treiber („Push Funktion“).

Auf horizontaler Ebene werden somit die wechselseitigen Beziehungen innerhalb der individuellen Forschungsdisziplin berücksichtigt, während auf vertikaler Ebene der Informationsaustausch zwischen den jeweiligen funktionalen Bereichen stattfindet. Die horizontale Ebene der Triple Bottom Line spiegelt dabei die Auswirkungen der Innovationsmaßnahmen aus ökonomischen,

ökologischen und sozialen Blickwinkeln wieder, sodass ihr eine Überwachungsfunktion zukommt. Die Sicht auf die Entwicklungsphasen des Endproduktes wird mittels des Lebenszyklusmodells von IKT in Produktions-, Nutzungs- und End-of-Life-Phase gegliedert. Die Komponenten der Sustainability-Oriented Innovation bilden schließlich das Bindeglied zwischen dem Lebenszyklus von IKT und der Integration von allen Stakeholdern mittels Open Innovation. Damit findet eine Zusammenführung von nachhaltigkeitsorientierten Innovationskonzepten und den Methoden von Open Innovation statt, die neben der Effizienz- und Konsistenzdimension auch Suffizienz Kriterien berücksichtigt und damit eine ganzheitliche Veränderung im Verbrauch von IKT herbeiführt.

## 5 Diskussion und Ausblick

Die vorliegende Arbeit bildet die Brücke zwischen einem nachhaltigkeitsorientierten Innovationsmanagement von IKT und der Öffnung des Produktlebenszyklus für alle beteiligten Stakeholder unter Zuhilfenahme der Methoden der Wirtschaftsinformatik. Die Umsetzung unterteilt sich dabei in die Identifikation der Innovationskonzepte, die Bestimmung von Integrationsmaßnahmen, hin zur Konzeptualisierung eines Rahmenmodells, das die Maßnahmen offener Innovationskonzepte mit der nachhaltigen Gestaltung von IKT Produkten zusammenführt.

Auf Basis der Zielstellungen die für den Forschungsauftrag dieser Arbeit gestellt wurden, lassen sich folgende Erkenntnisgewinne bestimmen: Zunächst wurden Schnittstellen zwischen einem ganzheitlichen Lebenszyklusmodell von IKT und eines Sustainability-Oriented Innovation Konzeptes aufgezeigt. Darauf aufbauend wurde die Integration nachhaltiger und offener Innovationskonzepte an den gezeigten Schnittstellen des Lebenszyklusmodells anhand eines konzeptionellen Modells präsentiert. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse kann die Entwicklung eines Prototypens zur Unterstützung eines Nachhaltigkeitskonzeptes offener Innovationen erfolgen.

Die Frage nach dem Lebenszyklusmodell von IKT, das durch Öffnung der Unternehmensprozesse nach außen hin und mit Hilfe der Methoden von Green IT nachhaltiger gestaltet werden kann, wird dadurch im Folgeschritt sowohl auf Konsistenz, Effizienz und Suffizienz überprüft. Dies ermöglicht eine fundierte Auswertung, auf sozial- und politikwissenschaftlicher Ebene sowie aus Sicht des Innovationsmanagements, des Marketings und der Psychologie, durch Unterstützung der Projektpartner von ‚eCoInnovateIT‘.

Neben der Nutzung des Systems innerhalb des Projektes durch die beteiligten Projekt- und die Praxispartner, ermöglicht eine prototypische Implementierung die Aufdeckung von Grenzen in Bezug auf die technische Umsetzbarkeit und die Inanspruchnahme von Sustainability-Oriented Innovationen mittels einer solchen Plattform von Seiten der Anwender. In diesem Zusammenhang kann der implementierte Prototyp vor allem auf Motivationstreiber der Stakeholder und Technologieakzeptanz hin untersucht werden. Insbesondere im Rahmen einer Sentiment Analyse oder einer Netnographie der Nutzerdaten sind daraus Erkenntnisgewinne zu erwarten.

## 6 Danksagung

Diese Arbeit ist Teil des Projekts "Nachhaltiger Konsum von Informations- und Kommunikationstechnologie in der digitalen Gesellschaft - Dialog und Transformation durch offene Innovation". Das Projekt wird vom Ministerium für Wissenschaft und Kultur des Landes Niedersachsen und der VolkswagenStiftung aus Landesmitteln des Niedersächsischen Vorab gefördert (Projektnummer VWZN3037).

## 7 Literatur

- Becker J, Pfeiffer D (2006) Konzeptionelle Modellierung-ein wissenschaftstheoretischer Forschungsleitfaden. In: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2006). 3–19
- Behrendt S, Scharp M, Kahlenborn W, et al (2007) Seltene Metalle : Maßnahmen und Konzepte zur Lösung des Problems konfliktverschärfender Rohstoffausbeutung am Beispiel Coltan. Umweltbundesamt, Dessau
- Belz F-M, Peattie K (2012) Sustainability Marketing: A Global Perspective, 2. Auflage. John Wiley & Sons, Hoboken, N.J
- Brown BJ, Hanson ME, Liverman DM, W. Merideth RJ (1987) Global sustainability: Toward definition. *Environmental Management* 11:713–719.
- Brundtland G, Khalid M, Agnelli S, et al (1987) Our Common Future ('Brundtland report'). Oxford University Press, USA
- Chesbrough H (2012) Open Innovation. *Research Technology Management* 55:20–27. doi: 10.5437/08956308X5504085
- Chesbrough H (2006) Open innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation. *Open innovation: Researching a new paradigm* 1–12.
- Chesbrough H, Bogers M (2014) Explicating Open Innovation: Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation. Social Science Research Network, Rochester, NY
- Chesbrough HW (2003) Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. Harvard Business Press, Boston
- Council NR (2008) Minerals, Critical Minerals, and the U.S. Economy. The National Academies Press, Washington, DC
- Day RM (1998) Beyond eco-efficiency: sustainability as a driver for innovation. World Resources Institute, Washington D.C.
- Elkington J (1998) Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business. New Society Publishers, Oxford
- Erdmann L, Hilty L, Goodman J, Arnfalk P (2004) The future impact of ICTs on environmental sustainability.
- Feyerabend PK (1981) Problems of empiricism: Philosophical papers. Cambridge University Press, Cambridge
- Fichter K, Noack T, Beucker S, et al (2006) Nachhaltigkeitskonzepte für Innovationsprozesse. Fraunhofer IRB, Stuttgart
- Gassmann O, Enkel E (2004) Towards a theory of open innovation: three core process archetypes. In: R&D management conference.
- Ghafele R, D. O'Brien R (2012) Open innovation for sustainability: Lessons from the GreenXchange experience. <http://mpira.ub.uni-muenchen.de/40440/>. Abgerufen am 25. Aug. 2015
- Hansen EG, Grosse-Dunker F (2012) Sustainability-Oriented Innovation. Social Science Research Network, Rochester, NY
- Hansen EG, Grosse-Dunker F, Reichwald R (2009) Sustainability innovation cube - a framework to evaluate sustainability-oriented innovations. *International Journal of Innovation Management* 13:683–713. doi: 10.1142/S1363919609002479
- Hart SL (1997) Beyond greening: strategies for a sustainable world. *Harvard business review* 75:66–77.

- Hilty L, Lohmann W, Huang E (2011) Sustainability and ICT—an overview of the field. *Politeia* 27:13–28.
- Hilty LM (2011) *Information Technology and Sustainability: Essays on the Relationship between Information Technology and Sustainable Development*. BoD – Books on Demand, Norderstedt
- Hilty LM, Aebischer B (2015) ICT for Sustainability: An Emerging Research Field. In: *ICT Innovations for Sustainability*. Springer, 3–36
- Hockerts K (2007) Managerial perceptions of the business case for corporate social responsibility. CBS Center for Corporate Social Responsibility, Frederiksberg
- Kilbourne WE (1998) Green marketing: A theoretical perspective. *Journal of Marketing Management* 14:641–655.
- Koomey JG, Berard S, Sanchez M, Wong H (2011) Implications of Historical Trends in the Electrical Efficiency of Computing. *IEEE Annals of the History of Computing* 33:46–54. doi: 10.1109/MAHC.2010.28
- Kuhn TS (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press, Chicago
- Lannoo B, Lambert S, Van Heddeghem W, et al (2013) D8. 1. Overview of ICT energy consumption.
- Lichtenthaler U (2011) Open Innovation: Past Research, Current Debates, and Future Directions. *The Academy of Management Perspectives* 25:75–93.
- Loos PDP, Nebel W, Marx Gómez J, et al (2011) Green IT: Ein Thema für die Wirtschaftsinformatik? *Wirtschaftsinformatik* 53:239–247.
- Marx Gómez J (2014) Beitrag der IT zu einer nachhaltigen Entwicklung. In: *Nachhaltige Entwicklung: Aus der Perspektive verschiedener Disziplinen*, 1st edn. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Baden-Baden, 155–185
- Norman W, MacDonald C (2004) Getting to the Bottom of “Triple Bottom Line.” *Business Ethics Quarterly* 14:243–262. doi: 10.5840/beq200414211
- Paech N (2005) Richtungssicherheit im nachhaltigkeitsorientierten Innovationsmanagement. *Nachhaltige Zukunftsmärkte* 327–352.
- Preuss L (2007) Contribution of purchasing and supply management to ecological innovation. *International Journal of Innovation Management* 11:515–537.
- Salzmann O, Steger U, Ionescu-Somers A (2008) Determinants of corporate sustainability management: An empirical contingency approach. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 3:1–22.
- Stengel OS (2011) *Die Konsumgesellschaft in der ökologischen Krise*. Oekom Verlag, München
- Teuteberg F, Marx Gómez J (2014) Green Computing & Sustainability. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 47:6–17. doi: 10.1007/BF03340488
- Van Heddeghem W, Lambert S, Lannoo B, et al (2014) Trends in worldwide ICT electricity consumption from 2007 to 2012. *Computer Communications* 50:64–76.
- Wernink T, Strahl C (2015) Fairphone: Sustainability from the Inside-Out and Outside-In. In: D’heur M (ed) *Sustainable Value Chain Management*. Springer International Publishing, Cham, 123–139
- West J, Salter A, Vanhaverbeke W, Chesbrough H (2014) Open innovation: The next decade. *Research Policy* 43:805–811. doi: 10.1016/j.respol.2014.03.001