

Bernd Beckert, Tanja Bratan, Michael Friedewald,
Christian Lerch, Ralf Lindner, Thomas Reiß, Sven Wydra

Die neue Rolle der Nutzer in einem turbulenten Innovationsumfeld

Eine Studie des Fraunhofer-Instituts für System- und
Innovationsforschung ISI



Karlsruhe, März 2021

Die neue Rolle der Nutzer in einem turbulenten Innovationsumfeld

Eine Studie des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI

Autoren: Bernd Beckert, Tanja Bratan, Michael Friedewald, Christian Lerch,
Ralf Lindner, Thomas Reiß, Sven Wydra

Diese Studie ist das Ergebnis eines internen Strategieprojekts des Fraunhofer ISI, das unter Beteiligung der Competence Center „Neue Technologien“, „Innovations- und Wissensökonomie“ und „Politik und Gesellschaft“ des Fraunhofer ISI durchgeführt wurde.

Dank geht an Julia Beyerdorf für die Unterstützung bei der Durchführung der Interviews, an Katharina Wildgruber für die Erstellung der Grafiken, Silke Just für die Endredaktion sowie Dirk Kuhlmann für die Anregungen zum Thema Open Source Software.

Titelbild: ©shutterstock.com/FastMotion

Kontakt:

Dr. Bernd Beckert

Fraunhofer-Institut System- und Innovationsforschung ISI

Breslauer Straße 48

71263 Karlsruhe

Tel: 0721-6809-171

E-Mail: Bernd.Beckert@isi.fraunhofer.de

Download unter: publica.fraunhofer.de

Zusammenfassung

Nutzerinnen und Nutzer spielen im Innovationsgeschehen in einem technologisch komplexer werdenden Umfeld eine immer wichtigere Rolle. Darüber sind sich Innovationsforschung und Technologiemanagement einig. Allerdings ist unklar, wie weit die allseits diagnostizierte Öffnung von Innovationsprozessen für Nutzerinnen und Nutzer und insgesamt für Akteure außerhalb des etablierten Innovationssystems tatsächlich ist, wie umfassend und wie zwangsläufig diese Entwicklung ist.

In diesem Beitrag wird der Frage nachgegangen, wie sich neue Beteiligungs- und Öffnungsprozesse in fünf ausgewählten Innovationsfeldern konkret gestalten. Untersucht werden Innovationsprozesse in den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnik, produzierende Industrie, Gesundheit, Bioökonomie, neue Materialien am Beispiel Graphen und in der Innovationspolitik selbst. Die Zusammenstellung der Innovationsfelder ergibt sich aus der Zusammenstellung der Experten, die für diesen Bericht interviewt wurden. Es handelt sich um sechs Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die im Fraunhofer ISI in drei verschiedenen Competence Centern zu diesen Themen arbeiten.

Die Analyse der Entwicklungen in den ausgewählten Bereichen zeigt, dass Nutzerinnen und Nutzer tatsächlich eine größere Rolle im Innovationsprozess spielen. Und sie zeigt, dass sich etablierte Innovationsprozesse zunehmend für Nutzer sowie für andere gesellschaftliche Gruppen öffnen. Verantwortlich hierfür ist zum einen die Digitalisierung und zum anderen die Tatsache, dass Unternehmen für die passgenaue Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen immer stärker auf die Einbindung von Nutzerinnen und Nutzern angewiesen sind.

Allerdings ist die Entwicklung alles andere als einheitlich. Die Untersuchung zeigt, dass etablierte Innovationsmodi, wie z.B. die unternehmensinterne FuE oder auch unternehmensübergreifende FuE-Ansätze weiterhin eine wichtige Rolle spielen. Von daher erscheint die Rede von „Innovation 4.0“ als einer Entwicklung, die über kurz oder lang alle klassischen Innovationsmodi ersetzen wird, als nicht angemessen.

Vielmehr sollte man - so das Ergebnis dieser Analyse - von der Gleichzeitigkeit verschiedener Innovationsstrategien ausgehen: Nutzerzentrierte Ansätze und klassische Innovationsansätze existieren gleichzeitig, ergänzen sich und treten in unterschiedlichen Konfigurationen auf. Und die neue Innovationsdynamik wirkt in beide Richtungen: Während sich etablierte Innovationsplayer unterschiedlich stark für User-Innovationen öffnen, sortieren sich viele User-generierte Innovationen wieder in etablierte Prozesse ein, z. B., indem Start-ups gegründet oder innovative Akteure in bestehende Unternehmen integriert werden.

Inhalt

1	Einleitung und Fragestellung.....	1
2	Konzeptualisierung von Nutzerrollen und Innovationsprozessen	3
2.1	Stufen der Beteiligung von Nutzern	4
2.2	Stufen der Öffnung von Innovationsprozessen	7
3	Nutzerrollen und Innovationsprozesse in sechs Bereichen	11
3.1	Informations- und Kommunikationstechniken	11
3.2	Industrielle Produktion	22
3.3	Gesundheit.....	27
3.4	Bioökonomie.....	35
3.5	Neue Materialien am Beispiel Graphen	41
3.6	Innovationssystem sowie Forschungs- und Innovationspolitik	48
4	Analyse der Ergebnisse: Gleichzeitigkeit unterschiedlicher Öffnungs- und Beteiligungsprozesse	57
5	Ausblick	63
6	Literatur.....	65

1 Einleitung und Fragestellung

Ausgangspunkt dieser Untersuchung ist die Beobachtung, dass Nutzerinnen und Nutzer im Innovationsprozess eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Konzepte des User-Involvements, der User-Producer-Co-Creation oder auch der Lead-User stellen die Nutzer ins Zentrum des Innovationsgeschehens (siehe z. B. von Hippel 2005; Bogers, Afuah, Bastian 2010; Wang, Vanhaverbeke, Roijackers 2012, Breschi et al. 2017, Fritzsche et al. 2020 oder Greschuchna und Braun 2020).

Dabei entsteht vielfach der Eindruck, dass Nutzer generell, in allen Branchen, im Business-to-Business-Bereich ebenso wie im Endkundenbereich zu zentralen Innovationsträgern werden. Von Hippel sieht im Fortschreiten des User-Involvements in den verschiedenen Branchen eine ansteigende Bewegung, die früher oder später alle Akteure erfassen wird: „Users of products or services – both firms and individual consumers – are *increasingly* able to innovate for themselves“ (von Hippel 2005, S.1 zitiert in Bogers, Afuah, Bastian 2010, S. 869, eigene Hervorhebung).

Auch in der Analyse der Forschungs- und Innovationspolitik wird aktuell eine Öffnung für neue Stakeholder-Gruppen konstatiert und eine Ausrichtung der Forschungsförderung am Nutzen für die Gesellschaft gefordert (vgl. Warnke, Koschatzky, Dönitz et al. 2016; Lindner 2019; Botthof, Edler, Hahn et al. 2020)

Die Hervorhebung der Bedeutung von Nutzern, Anwendern oder Stakeholdern im Innovationsgeschehen - ob im Unternehmensumfeld oder in der Innovationspolitik - suggeriert, dass andere Innovationsarten, insbesondere die institutionalisierten, zurückgedrängt werden und entsprechend an Bedeutung verlieren.

Die vorliegende Arbeit versteht sich als eine Art „Reality Check“ dieser Aussage und bezieht sich auf jene Bereiche, in denen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Competence Center „Neue Technologien“, „Innovations- und Wissensökonomie“ und „Politik und Gesellschaft“ des Fraunhofer ISI seit Jahren forschen und publizieren. Es handelt sich um folgende Technologie- und Themenbereiche:

- Informations- und Kommunikationstechniken,
- Industrielle Produktion,
- Gesundheit,
- Bioökonomie,
- Neue Materialien am Beispiel Graphen und
- Forschungs- und Innovationspolitik.

Entsprechend lautet die Fragestellung dieser Untersuchung: Wie haben sich die Hersteller-Nutzer-Beziehungen bzw. die Beziehungen zwischen der Forschungs- und Innovationsförderung und ihren Adressaten im Bereich der Innovationspolitik in letzten Jahren verändert und welches sind die jeweils dominanten Innovationsmodi und Strategieprozesse?

Um diese Fragen zu beantworten, wurden für diese Studie sechs Fallstudien ausgearbeitet, die sich hauptsächlich auf die Expertise der entsprechenden Expertinnen und Experten am Fraunhofer ISI stützen. Dazu wurden sechs, jeweils ca. einstündige, leitfadengestützte Interviews durchgeführt. Ziel der Befragung war es, das vorhandene Expertenwissen im Hinblick auf die Fragestellung zu erfassen und zu strukturieren. Die Fallstudien bestehen zum größten Teil aus der Zusammenfassung der Aussagen der Experten, an einigen Stellen wurden Aussagen durch Erkenntnisse aus der Literatur belegt oder um zusätzliche Aspekte erweitert.

Konkreter Anlass für die Untersuchung war ein ISI-internes Forschungsprojekt (Strategisches Eigenforschungsprojekt), das unter Beteiligung der genannten Competence Center durchgeführt wurde.

2 Konzeptualisierung von Nutzerrollen und Innovationsprozessen

In diesem Kapitel werden zunächst die Befunde der Innovationsforschung im Hinblick auf die Bedeutung der Nutzer im Innovationsgeschehen sowie im Hinblick auf Kooperationsmodi in der Unternehmens-FuE dargestellt. Dabei geht es um Produkt-, Prozess- und Dienstleistungsinnovationen im Unternehmenskontext. Die Konzeptualisierung staatlicher Innovationspolitik folgt gewissermaßen in Analogie zu den Entwicklungen im Unternehmensbereich, sie bleibt hier aber zunächst ausgeklammert. Eine genauere Betrachtung der Innovationspolitik und ihrer spezifischen Öffnungs- und Kooperationsdynamiken wird in Kapitel 3.6 „Forschungs- und Innovationspolitik“ vorgenommen.

Betrachtet man die Innovationsdynamiken im Unternehmensbereich im Spiegel der Analysen der Innovationsforschung, so zeigen sich in den letzten Jahren Beteiligungs- und Öffnungsprozesse zum einen auf der Ebene der Nutzer (=zunehmend mehr Beteiligung am Innovationsprozess) und zum anderen auf der Ebene der Hersteller (=zunehmend mehr Kooperation mit anderen Akteuren). Beide Entwicklungen hängen miteinander zusammen, sind aber nicht deckungsgleich, da sie im ersten Fall die Nutzer in den Mittelpunkt stellen und im zweiten Fall die Unternehmen. Der konzeptionelle Fluchtpunkt ist in beiden Fällen jedoch der gleiche: Nutzerinnen und Nutzer werden zu Unternehmern bzw. Unternehmen lagern ihre Innovationen an einzelne Nutzer oder Nutzerinnen aus.

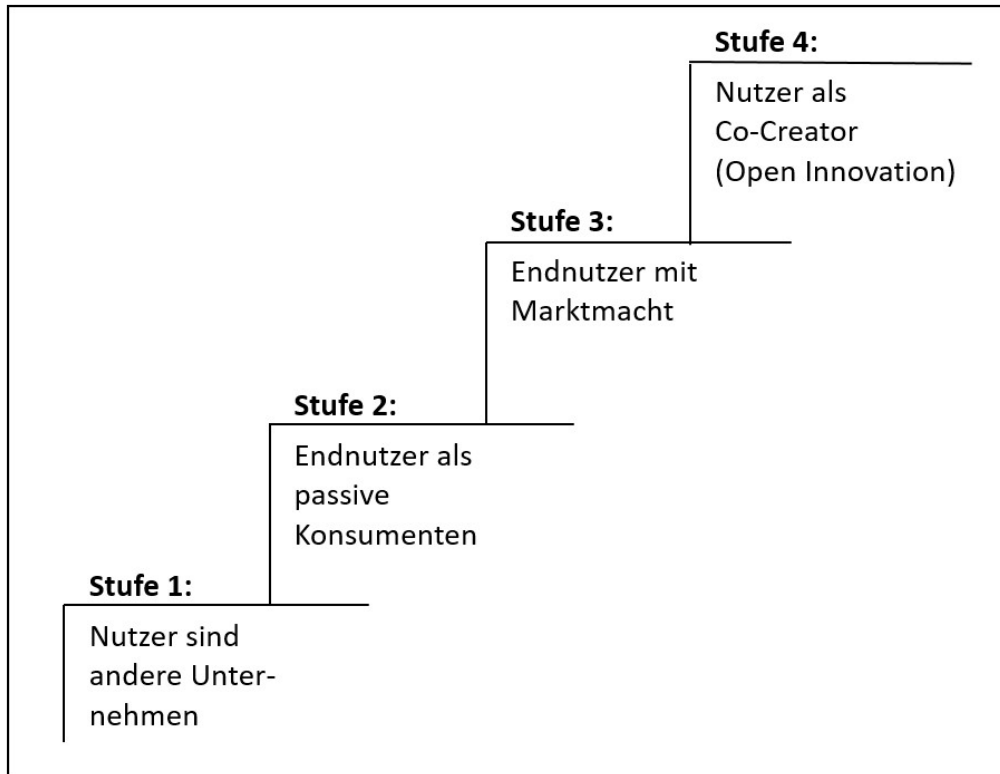
Unterhalb dieses Fluchtpunkts gibt es eine ganze Reihe von Zwischenstufen, die mit Blick auf die ältere und jüngere Innovationsforschungsliteratur in jeweils vier Stufen eingeteilt werden kann. Man kann diese Stufenbilder als Entwicklungsmodelle betrachten, die eine Aufwärtsbewegung als Beteiligungs- und Öffnungsbewegung darstellen. Auf der jeweils höchsten Stufe kommt den Nutzern eine zentrale Rolle im Innovationsgeschehen zu, sei es als „Co-Creators“ neuer Produkte oder Dienstleistungen, sei es in Form von „Amateur-Communities“, die etablierten Unternehmen neue Herangehensweisen aufzeigen.

Die Stufenbilder, die im folgenden näher vorgestellt werden, dienen nicht nur der Veranschaulichung der Denkbewegung der Open Innovation-Vertreterinnen und -Vertreter, sondern dienen auch der Strukturierung der Expertenbefragung. Denn die Modelle erlauben es den Experten, aktuelle Entwicklungen im Spektrum möglicher Beteiligungs- und Öffnungsbewegungen zu verorten und die Plausibilität einer Entwicklung auf dem vorgeschlagenen Entwicklungspfad zu bewerten.

2.1 Stufen der Beteiligung von Nutzern

Die Rolle der Nutzerinnen und Nutzer im Innovationsgeschehen wurde in der Vergangenheit unterschiedlich konzeptualisiert. Eine Sichtung der einschlägigen Literatur legt die Unterscheidung von vier Stufen nahe (Abb. 1).

Abbildung 1: Stufen der Beteiligung von Nutzern in Innovationsprozessen



Quelle: Eigene Darstellung

Stufe 1: Nutzer sind andere Unternehmen

Stufe 1 beginnt mit der Beschreibung von Business-to-Business-(B2B)-Beziehungen und schließt Endkunden zunächst explizit aus. Diese, aus heutiger Sicht eigenartige Engführung geht auf Bengt-Åke Lundvall zurück, der in seinem Aufsatz von 1988 „Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to national systems of innovation“ die Hersteller-Lieferanten-Beziehungen in den Mittelpunkt seiner Betrachtungen stellte.¹ Lundvall konstatiert, dass Innovationen dort entstehen, wo es Austauschprozesse, Vertrauen und Nähe zwischen Herstellern und ihren Lieferanten gibt. Interessanterweise lehnt es Lundvall jedoch ab, Endnutzer als Quelle von Innovationen zu betrachten: „One reason for this restriction is that ‘needs’ is a fuzzy concept when

¹ In erweiterter Form wurde der Artikel 1993 veröffentlicht, vgl. Lundvall 1993.

private consumers are involved. Another is that private consumers are seldom actively involved in the interactive process of innovation“ (Lundvall 1993, S. 280f). Da Endnutzer oftmals keine rationalen Entscheidungen treffen, sondern sich von Angeboten verführen lassen, bzw. irrationalen Impulsen folgen, fallen sie für Lundvall als Gegenstand der Analyse zunächst aus.

Dass auf Stufe 1 nicht Nutzer vorkommen, sondern Beziehungen der Unternehmen untereinander, erscheint zunächst wie ein logischer Bruch, denn auf keiner der folgenden Stufen im Modell spielen B2B-Beziehungen eine derart herausgehobene Rolle. Trotz der zeitlich bedingten Einschränkung der Sichtweise Lundvalls erscheint die Fokussierung auf B2B durchaus sinnvoll, ergeben sich doch auch heute noch viele Innovationsimpulse eben aus der Kooperation von Herstellern und Lieferanten, bzw. von Unternehmen auf verschiedenen Ebenen der Wertschöpfungskette.

Stufe 2: Endnutzer als passive Konsumenten

In Stufe 2, die sich insbesondere in den „Systems of Innovation“-Ansätzen (siehe z. B. Kuhlmann und Arnold 2001 oder Edquist 2005) finden, spielen neben den Unternehmen auch Endkunden eine Rolle, allerdings handelt es sich um eine passive Rolle: Endnutzer sind hier Konsumenten von Produkten oder Dienstleistungen, welche ausschließlich von Unternehmen und etablierten Institutionen entwickelt und angeboten werden. Ihr Kauf- und Nutzungsverhalten dient den Unternehmen immerhin als Indikator für Produktions- und Qualitätsanforderungen. Die Funktion der Endnutzer besteht laut Edquist (2005) in der „articulation of quality requirements emanating from the demand side with regard to new products“ (Edquist 2005, S. 191).

Stufe 3: Endnutzer mit Marktmacht

Eine dritte Stufe bilden jene Ansätze, welche die Endnutzer als Akteure mit Marktmacht konzeptualisieren. Marktmacht bedeutet zum einen, dass Endnutzer durch Kaufentscheidungen Einfluss auf die Gestaltung und Diffusion von Innovationen haben. In der Betriebswirtschaftslehre und im Innovationsmanagement ist dies seit langem das dominante Nutzer-Konzept. Aktualisierungen erfährt es derzeit durch das Design-Thinking oder durch Usability-Testing-Ansätze. Über die reine Produktgestaltung hinausgehend bedeutet „Marktmacht“ aber auch, dass Kundinnen und Kunden in der Lage sind, Unternehmen zu nachhaltigen Produktionsverfahren, zu bestimmten Sourcing-Strategien oder zur Einhaltung sozialer Mindeststandards zu bewegen (siehe z. B. Krüger, von Schubert, Wittberg 2010 oder Deloitte 2019). Endkunden können so – in gewissem Umfang – auf

ethische und ökologische Entscheidungen von Unternehmen Einfluss nehmen, was sich wiederum auf deren Innovationsstrategien auswirkt.

Auch der Staat kann hier über entsprechende Einkaufspolitik (Public Procurement) bestimmten Innovationen zu einer größeren Verbreitung verhelfen und über seine Marktmacht Quasi-Standards setzen.

Stufe 4: Nutzer als Co-Creator

Unter der Überschrift „Nutzer als Co-Creator“ sollen alle Ansätze zusammengefasst werden, die Nutzerinnen und Nutzer als Innovationstreiber in den Mittelpunkt stellen. Dies stellt die höchste Stufe des „User-Involvements“ im Innovationsprozess dar. Verwendete Begriffe sind hier „Creative Consumers“ (Berthon et al. 2007), „Customers as innovators“ (Douthwaite, Keatinge, Park 2019), „Lead user“ (von Hippel 2005) oder eben „Co-Creators“, z. B. im Kontext von Living Labs (siehe z. B. Mulder, van Doorn, Stappers 2015).

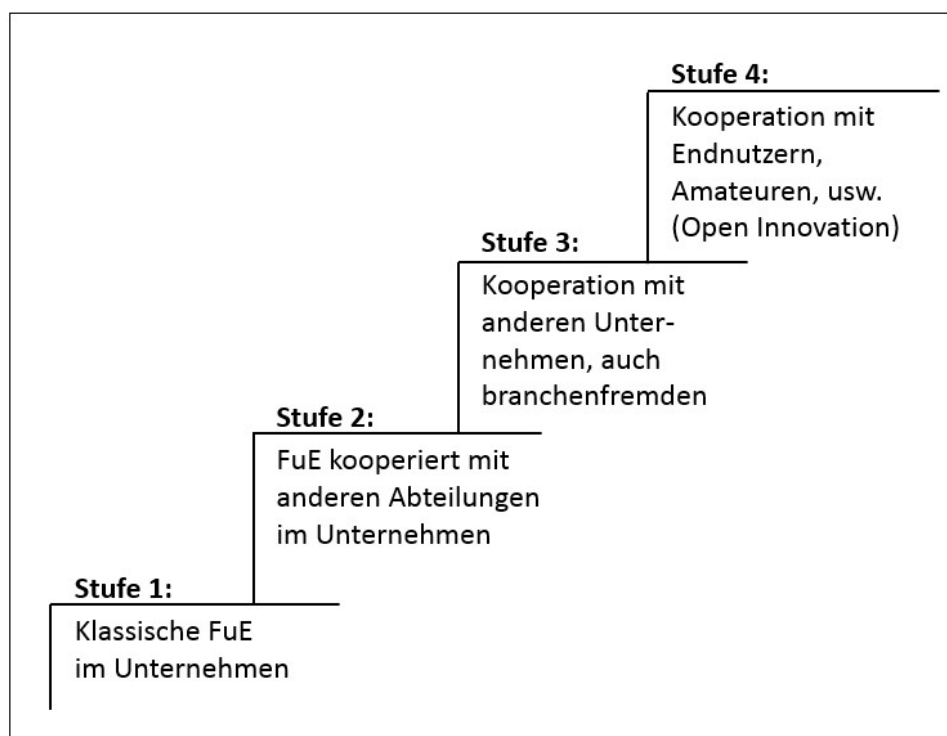
Nutzerinnen und Nutzer können dabei vorhandene Produkte modifizieren, damit sich diese besser in ihren individuellen Verwendungskontext einpassen. Oder sie entwickeln selbst neue Produkte, Inhalte oder Dienstleistungen für spezifische Bedarfe, die von etablierten Unternehmen bisher nicht gesehen wurden. Dies schließt auch so genannte „Umnutzungen“ mit ein, bei denen Nutzerinnen und Nutzer Technologien, Produkte und Dienstleistungen ganz anders verwenden, als dies ursprünglich intendiert war (vgl. z.B. Oudshoorn, Pinch 2003 oder Berker, Hartmann, Punie et al. 2006).

Im Extremfall ist der Innovationsprozess vollständig an die Nutzer ausgelagert, welche ihre eigenen Produkte entwickeln, während die Unternehmen lediglich Werkzeuge für die Produktion und den Vertrieb zur Verfügung stellen (vgl. Warnke et al. 2016, S. 7).

2.2 Stufen der Öffnung von Innovationsprozessen

Während sich die Entwicklung der Nutzerkonzepte als eine der zunehmenden Aktivierungen und Beteiligung der Nutzer am Innovationsgeschehen darstellt, kann die Entwicklung der Unternehmens-FuE als eine Öffnungsbewegung gesehen werden. Beginnend mit der klassischen FuE, die hauptsächlich interne Quellen und etablierte Forschungsk Kooperationen mit Universitäten und Forschungsinstituten nutzt, öffnet sich in diesem Stufenmodell die Unternehmens-FuE für vielfältige interne und externe Akteure und nimmt zunehmend heterogene Impulse, Bedarfe und Anforderungen von diesen neuen Akteuren auf. Die Entwicklung von einer stark strukturierten Unternehmens-FuE zu einem flexiblen Open-Innovation-Regime kann als 4-stufiger Öffnungsprozess dargestellt werden (s. Abb. 2).

Abbildung 2: Stufen der Öffnung von Innovationsprozessen



Quelle: Eigene Darstellung

Stufe 1: Klassische FuE

Die klassische FuE stellt die erste Stufe dar: Unternehmen beauftragen ihre jeweilige FuE-Abteilung damit, neue Produkte oder Dienstleistungen zu entwickeln. Hierbei kann es sich um Weiterentwicklungen existierender Angebote handeln oder um gänzlich neue

Aktivitäten. Zur klassischen FuE gehört auch der Austausch mit Universitäten und Forschungseinrichtungen, der meist über etablierte Formate, wie z. B. gemeinsame Forschungsprojekte, Auftragsforschung, Vergabe von Masterarbeiten oder Dissertationen erfolgt (siehe z. B. Kinkel, Lay, Wengel 2004; Koschatzky 2017; Häußermann 2018, S. 53ff). Obwohl die Frage nach dem Zusammenhang von wissenschaftlicher Erkenntnis, technischer Entwicklung und Adoption durch Nutzer oder den Markt die Fragestellung dieser Arbeit übersteigt, ist der Hinweis auf etablierte Kooperationsformate als Quellen für Innovationen wichtig. Denn die Öffnungsbewegung, die anschließend beschrieben wird, ist auch dadurch gekennzeichnet, dass sie etablierte Strukturen umgeht und durch neue, flexiblere ersetzt.

In der Management-Literatur wird über die optimale interne Organisation der klassischen FuE diskutiert (zentrale vs. dezentrale Organisation der FuE, siehe z. B. Argyres und Silverman 2004). In Abgrenzung zur Open Innovation werden klassische FuE-Aktivitäten innerhalb des Unternehmens oftmals als „Closed Innovation“ bezeichnet (siehe z. B. Hess 2019, S. 66). Diese Bezeichnung verkennt allerdings, dass durch die Universitätskontakte auch in der klassischen FuE externes Know-how genutzt wird. Außerdem verkennt sie, dass interne Innovationseinheiten auch selbst sehr innovativ sein können, wie die Beispiele Bell Labs, Xerox oder Siemens in der Vergangenheit gezeigt haben.

Stufe 2: Kooperation mit Business Units

In Stufe 2 öffnet sich die klassische FuE für Anregungen und Anforderungen aus anderen Abteilungen (Business Units) des Unternehmens, wie z. B. der Produktion, dem Vertrieb, dem Marketing oder der IT-Abteilung („intrafirm co-operation“, siehe z. B. Luca und Athuahene-Gima 2007 oder Iferd und Schubert 2017). Dezentrale FuE wird oft mit der Produktpflege, mit Produktanpassungen oder der Weiterentwicklung bestehender Produktlinien in Zusammenhang gebracht (Häußermann et al. 2018, S. 53ff). Sie kann aber auch grundlegend neue Aktivitäten anstoßen, dann nämlich, wenn entsprechende Ideen aus dem Vertrieb oder aus der IT-Abteilung an die zentrale FuE herangetragen werden.

Ein Beispiel aus der Vergangenheit ist IBM: Dort war die interne FuE klassischerweise für die Weiterentwicklung von Hardware und Systemsoftwares zuständig. Die IBM-Kundenbetreuer vor Ort sahen jedoch genau, welche Bedürfnisse die Kunden hatten und was sie brauchten und spielten diese Erkenntnis an die interne FuE weiter, die ihre Aktivitäten entsprechend daran orientierten.

Stufe 3: Branchenübergreifende Kooperation

Eine weitere Stufe der Öffnung des Innovationsprozesses stellt die Kooperation mit anderen Unternehmen dar („interfirm co-operation“). Oftmals handelt es sich hierbei um Kooperationen zwischen Zulieferern und Herstellern oder zwischen Firmen und Dienstleistern. Innovationen entstehen insbesondere durch branchenübergreifende Kooperationen. In der Literatur wird unterschieden zwischen „Outside-In-Innovationen“, bei denen vorhandene Lösungen aus einer anderen Branche in adaptierter Form auf die eigene Branche übertragen werden und „Inside-Out-Innovationen“, bei denen Unternehmen nach Anwendungsfeldern für eigene Lösungen außerhalb der eigenen Branche suchen (vgl. Neef und Glockner 2015 und Robers et al. 2013). Die anspruchsvollste Form einer branchenübergreifenden Innovationskooperation ist der so genannte Coupled Process. Er beinhaltet, so die Innovationsforscher Enkel und Gassmann, „einen zum Teil gemeinsamen Innovations- und Entwicklungsprozess von der Idee bis zur Vermarktung, wobei auch arbeitsteilig agiert werden kann.“ (Enkel und Gassmann 2009, zitiert in Neef und Glockner 2015, S. 5).

Stufe 4: Kooperation mit Endnutzern

Stufe 4 beinhaltet die Kooperation mit Endkunden, Nutzern, Amateuren, User Groups, oder Communities im Sinne des Open-Innovation-Modells (Chesbrough, Vanhaverbeke und West 2006). Auf Stufe 4 entstehen neue Produkte und Dienstleistungen in einem interaktiven Prozess zwischen Unternehmen und Nutzern, wobei die Initiative prinzipiell von beiden Akteuren ausgehen kann und unterschiedliche Konstellationen bei der Umsetzung von Neuerungen denkbar sind (siehe z. B. Bogers, Afuah, Bastian 2010; Wang, Vanhaverbeke, Roijackers 2012 sowie Dahlander und Gann 2010). „Kooperationen mit Endnutzern“ als höchste Stufe der Öffnung der Unternehmens-FuE entspricht weitgehend der höchsten Stufe des User Involvements bei der Konzeptualisierung der Nutzer als Co-Creators (s. o.). In der Praxis können auch mehrere dieser Modi parallel in einem Unternehmen praktiziert werden. Hier wie dort werden die Nutzerinnen und Nutzer als zentrale Innovationstreiber gesehen, die den anderen, etablierten Innovationsakteuren zunehmend den Rang ablaufen.

In den folgenden Fallstudien soll untersucht werden, wie weit dieser Prozess in ausgewählten Technologie- und Politikfeldern tatsächlich vorangeschritten ist. Aufgrund der Heterogenität der Bereiche lautet die erste Frage, wer Hersteller und wer Kunde ist, und wodurch sich ihre Beziehungen auszeichnen. Anschließend wird nach Veränderungen in diesen Beziehungen gefragt und es werden Hinweise auf eine gestiegene Bedeutung

von Kunden bzw. Nutzern gesammelt. Anschließend wird eine Einschätzung vorgenommen, auf welcher Stufe der Beteiligung bzw. Öffnung sich der jeweilige Bereich befindet (dominanter Innovationsmodus).

3 Nutzerrollen und Innovationsprozesse in sechs Bereichen

Die Interviews mit den Experten aus den sechs Bereichen basierten auf folgenden Leitfragen:

1. Wie sind Hersteller-Kunden-Beziehungen im jeweiligen Themen- bzw. Geschäftsfeld strukturiert? Wer ist Hersteller, wer Kunde? (Namen und Bezeichnungen)
2. Wer ist am Innovationsprozess beteiligt? In welchem institutionellen Setting entstehen Neuerungen? Was sind typische Kooperationsformen? Welche Rolle spielen darin die Hersteller, welche die Nutzer, welche andere Akteure? Woher kommen Innovationen? (aus der FuE-Abteilung, von Start-ups, von Nutzern/Kunden?) Welche Veränderungen gab es in den Hersteller-Kunden-Beziehungen in den letzten Jahren?
3. Wie wirkt sich die neue Rolle der Nutzerinnen und Nutzer im Innovationsprozess aus? Welche Dynamik ist zu beobachten? Welche Hinweise, Beispiele oder Überlegungen gibt es im Hinblick auf das Konzept der „ermächtigten User“ oder auch der „verführten“ Nutzer (durch automatisierte/ algorithmisierte Auswahl- und Entscheidungsprozesse)

Die ca. einstündigen Experteninterviews wurden aufgezeichnet, transkribiert und anschließend zusammengefasst. In einer zweiten Überarbeitung wurden die Aussagen mit Erkenntnissen und Belegen aus der Literatur ergänzt.

3.1 Informations- und Kommunikationstechniken

1. Wie sind Hersteller-Kunden-Beziehungen in diesem Bereich strukturiert?

Der Bereich der Informations- und Kommunikationstechniken gilt als Schrittmacher für die Digitalisierung und damit für die Öffnung von Innovationsprozessen in vielen anderen Branchen. Die Digitalisierung hat gravierende Veränderungen angestoßen, nicht zuletzt mit Auswirkungen auf das Anbieter-Nutzer-Verhältnis und die Frage, wodurch Innovationen getrieben werden.

Für eine genauere Analyse der Rolle der Nutzer und der vorherrschenden Innovationsmodi wurden drei Teilbereiche ausgewählt: Die Entwicklung von Software nach dem Open-Source-Prinzip, die Verlagerung von Information, Kommunikation und Handel auf digitale Plattformen und die Medienwirtschaft, die aufgrund der Digitalisierung einen grundlegenden Wandel durchläuft.

Im Bereich Open Source Software erscheint eine klare Unterscheidung zwischen Hersteller und Kunde zunächst schwierig, denn die Programmierer, die Open Source Software in verteilten Projekten entwickeln, tun dies oft nicht in kommerzieller Absicht. Grundsätzlich steht quelloffene Software der Entwickler-Community und allen Usern kostenlos zur Verfügung. Die Nutzerinnen und Nutzer sollen sie an ihre Bedürfnisse anpassen und weiterentwickeln können (Gassmann, Sandmeier, Wecht 2004, S. 23). Open Source Software steht damit im Gegensatz zu proprietärer Software, die von Firmen entwickelt, vermarktet und gepflegt wird.

Open Source wurde auch als ein Korrektiv für fehlende marktwirtschaftliche Anreize für die Erstellung kompatibler IT-Lösungen gesehen. Denn diese kommen aus Sicht der Produzenten oft weniger ihnen selbst als vielmehr der Verbraucherseite zugute (Egyedi 2001, zitiert in Kuhlmann 2004). Tatsächlich erfolgt die Entwicklung von Open Source Software oft unter Bedingungen, die frei vom unmittelbaren Druck sind, konkurrierende Anbieter kommerziell zu übertrumpfen. Zum Teil wird dadurch die Logik des marktwirtschaftlichen Wettbewerbs außer Kraft gesetzt. Das Ergebnis dieser Arbeitsweise ist ein hohes Maß an Kooperation zwischen Entwicklern, das auch nötig ist, um Code auf verschiedenen Plattformen zum Laufen zu bringen. In der Folge kommt es zu verbesserter Interoperabilität, Kompatibilität und Portabilität sowie einer Tendenz zur Anwendung von Standards (Kuhlmann 2004, S. 243)

Als idealistisches Projekt in den 1990er Jahren gestartet, hat sich Open Source Software zu einer breiten Initiative entwickelt und auch andere „Open“-Bewegungen inspiriert, u.a. den Open Innovation Ansatz, bei dem ein Unternehmen oder eine Organisation seine oder ihre Kunden, Mitglieder und andere Akteure zur Ideenfindung in den Innovationsprozess mit einbezieht (siehe z.B. Urbinati, Chiaroni, Chiesa, et al. 2020, p. 139f).

Als entscheidendes Moment für den Erfolg von Open Source Software benennt Tim O'Reilly, einer seiner frühen Protagonisten der Bewegung, den offenen Charakter der Gemeinschaften, die sich um sie bilden. Der Kerngedanke ist die Vision einer „Architektur der Partizipation“, Innovation komme im 21. Jahrhundert durch Überschneidung von offenen Protokollen, Gemeinschaften und Programmsourcen zustande (O'Reilly zitiert in Kuhlmann 2004, S. 241).

Open Source Software wird heute in vielen IT- und Internet-Umgebungen genutzt: Android, das Betriebssystem für viele Smartphones basiert ebenso auf Open Source Software wie die Datenbanksoftware MySQL von Oracle, der Internet-Browser Firefox oder das im Server-Bereich weitverbreitete Betriebssystem Linux.

Während die gesamte Softwarebranche stark von der technischen Offenheit von Open Source Software und von ihren Programmierern profitiert, die in verteilten Teams Softwareprogramme aus Technikbegeisterung verbessern, hat sich der Einsatz von Open Source Software zum „Big Business“ entwickelt. Große Softwarefirmen übernehmen oft populäre Projekte der Open-Source-Community, verändern sie geringfügig, benennen sie um und verkaufen sie ihren Kunden als proprietäre Software (vgl. Honsel 2020, 78). Ermöglicht wird dies durch verschiedene Lizenzmodelle, die Open Source zur Verfügung stellt. Dass beides möglich ist – technische Offenheit und Big Business – liegt auch daran, die Betriebssysteme zwar quelloffen sind, die darauf laufenden Anwendungen aber meist nicht.

Und auch der Kontext der Herstellung hat sich professionalisiert. Die meisten Programmierer arbeiten heute bei Microsoft, Google oder sind bei der zu IBM gehörenden Firma Red Hat angestellt (Honsel 2020, 77). Von den Firmen sind sie oft freigestellt, um sich an Open-Source-Software-Projekten beteiligen zu können.

Diese knappen Ausführungen zur Entwicklung von Open Source Software zeigen, dass Hersteller-Nutzer-Beziehungen in diesem Bereich nicht einfach bestimmt werden können. Vielmehr handelt es sich um komplexe Wechselbeziehungen zwischen der Open-Source-Community und Open-Source-Nutzern, die sowohl nicht-kommerzielle Entwickler-Communities als auch kommerzielle Unternehmen sein können.

Einfacher ist die Unterscheidung im Bereich der digitalen Plattformen: Hier sind die Hersteller bzw. Anbieter große Internet- und Software-Unternehmen, wie z. B. Apple, Google, Facebook, Amazon, AirBnB, Uber, aber auch Cloud-Anbieter wie Amazon und Microsoft, die die Infrastruktur für eine Vielzahl von Anwendungen zur Verfügung stellen. Nutzer sind die Endkunden, die die verschiedenen Angebote der Plattformbetreiber auf unterschiedlichen Endgeräten nutzen. Besonders relevant im Hinblick auf die Diskussion der Nutzerintegration sind die digitalen Plattformen deshalb, weil sie – basierend auf den Nutzerdaten, die sie erheben – hochgradig individualisierte Produkte und Dienstleistungen anbieten können.

Auch in der Medienbranche kann man von einer klassischen Anbieter-Nutzer-Konstellation sprechen: Während Medienunternehmen wie z. B. Zeitungs- und Zeitschriftenhäuser oder Fernsehsender digitale und z. T. konvergente Medienprodukte (Kombinationen von Text, Bild, Video) anbieten, stehen auf der anderen Seite die Konsumenten dieser Medienprodukte, d. h. Nutzer und Abonnenten von Medienformaten und -inhalten. Komplexer geworden ist diese Beziehung durch User-generated Content, d. h. durch Medieninhalte, die von den Usern selbst erstellt werden und über Youtube, Instagram, Facebook usw. mit anderen Nutzern geteilt werden.

Hier gibt es Überschneidungen mit dem Bereich der digitalen Plattformen, die zeigen, wie grundlegend sich der Content-Bereich durch die Digitalisierung gewandelt hat. Auch hier sind Spezialisierungs- und Individualisierungstendenzen zu beobachten, d. h. die digitale Technologie erlaubt es prinzipiell, für jede Nutzerin und jeden Nutzer ein eigenes Medienmenü zusammenzustellen, das den jeweiligen Interessen und Vorlieben entspricht. Ungeklärt ist allerdings die Frage, ob dies auch zu einer qualitativ besseren und vielfältigeren Versorgung führt, oder ob Interessensfilter lediglich einer besseren Adressierbarkeit von Seiten der Werbeindustrie dienen.

2. Wer ist am Innovationsprozess beteiligt?

Innovationstreiber im Open-Source-Bereich

Die Weiterentwicklung von Open Source Software geschieht in Projekten, an denen viele verschiedene Entwickler arbeiten, die dies entweder als Hobby, zur Qualifikation oder als Mitarbeiter von IT-Unternehmen tun. Die Hauptmotivation dieser Entwickler ist wie erwähnt nicht der kommerzielle Erfolg, sondern der Wunsch, den individuellen Nutzen eines Programms zu erhöhen bzw. eine Applikation zu schreiben, die besser ist als die Vorgängerversion. Fachliche Expertise und Engagement in der Open-Source-Community erhöhen die Reputation einzelner Entwicklerinnen und Entwickler in der Community.

Auch in Unternehmen ist die Nutzung von Open Source Software inzwischen weit verbreitet. Viele Unternehmen entwickeln Open Source Programme weiter und machen ihre eigenen Entwicklungen öffentlich verfügbar und erhoffen sich Weiterentwicklungen von Kunden oder Wettbewerbern. Der Innovationsforscher Joachim Henkel konnte am Beispiel von „Embedded Linux“ aufzeigen, dass eine selektive Freigabe von Entwicklungen offene, kollektive Innovationsprozesse ermöglicht, von denen unter bestimmten Bedingungen alle Beteiligten profitieren. Embedded Linux bezeichnet die Verwendung eines vereinfachten Linux-Betriebssystems mit dem Endgeräte wie z. B. Server, Terminals, Settop-Boxen oder Touchpads gesteuert werden können. Durch die kollaborative Arbeitsweise konnten kostspielige Parallelarbeiten vermieden werden. Henkel stellt fest, dass offene Innovationsprozesse dieser Art ein Umdenken gegenüber der überkommenen Haltung erfordern, geistiges Eigentum so umfassend wie möglich zu schützen (Henkel 2008).

Auch im Bereich des Internet of Things (IoT) spielt Open Source-Software eine wichtige Rolle, insbesondere aufgrund der hohen Anforderungen an die Interoperabilität von Sensorik und eingesetzten Geräten (vgl. z.B. Kienle 2019)

Die verteilte Projektstruktur und die Parallelität von Idealismus und Kommerzialisierung machen es schwierig zu entscheiden, welches die zentralen Innovationstreiber sind. Sicher ist, dass der Expertenkreis, der signifikante Innovationen in das System bringt, relativ groß ist. Die zentrale Anlaufstelle für viele Open-Source-Programmierer ist die Software-Entwicklungsplattform GitHub, die 2018 für 7,5 Milliarden US-Dollar von Microsoft übernommen wurde. Auf der Plattform waren 2020 rund 30 Millionen Programmierer registriert (Honsel 2020, S. 77).

Die zentralen Grundsätze der Open-Source-Softwareentwicklung - freie Nutzung, Anpassung an Nutzerbedürfnisse, verteiltes Arbeiten, freie Weiterverbreitung – werden in der Open-Source-Community weiter hochgehalten. Sie bestimmen aber nicht mehr alleine die Innovationsdynamik, weil sich der Herstellungs- und Vermarktungskontext vielfach kommerzialisiert hat. Von daher könnte man von einem teiloffenen Innovationsmodus sprechen, der zwar die Offenheit der technischen Entwicklung benötigt, aber nicht ohne Bindung zu einem Unternehmen oder einer Organisation funktioniert.

Innovationstreiber bei den digitalen Plattformen

Durch die vielfältige Einbindung von Nutzern auf digitalen Plattformen könnte man vermuten, dass Kunden die wesentlichen Treiber für Innovationen in diesem Bereich sind. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich allerdings, dass es sich um eine sehr spezifische Einbindung von Nutzerinnen und Nutzern handelt und, dass das Innovationsmodell der digitalen Plattformbetreiber weitgehend dem der herkömmlichen FuE entspricht.

Zunächst zeichnet sich die Plattformökonomie trotz unterschiedlicher Ausprägungen durch eine Gemeinsamkeit aus: Die Wertschöpfung entsteht durch die Vernetzung der Nutzerinnen und Nutzer und durch die Verwendung ihrer Daten für Online-Werbung und für automatisierte Kaufempfehlungen. Bei den Nutzerdaten handelt es sich um persönliche Daten (Geschlecht, Alter, Wohnort), die mit sozio-ökonomischen Daten (Bildung, Beruf, Einkommen), individuellen Bewegungsdaten, Präferenzen für Produkte und weitere Daten in unterschiedlicher Tiefe kombiniert werden können. Für die Nutzerinnen und Nutzer von Plattformdiensten stellen derartige Datenverknüpfungen Erleichterungen (Convenience) bei Konsumententscheidungen oder der Informationssuche dar, weil das Programm Kauf- und Informationsangebote auf der Basis früherer Entscheidungen vorschlägt.

Im Unterschied zu Unternehmen sind Endkunden sehr viel freigiebiger im Hinblick auf die Herausgabe ihrer Daten. Während viele Plattformdienste ohne die Angabe persönlicher Daten schlicht nicht nutzbar sind, gibt es auch Angebote, die individuelle Privacy-

Einstellungen erlauben. Privacy-Einstellungen sind vielen Nutzerinnen und Nutzern allerdings oft unbekannt oder sie werden ignoriert. Die Marktmacht der Plattformbetreiber und die große Bedeutung ihrer Services für das alltägliche Leben macht es Endnutzern zunehmend schwerer, sich der ungewollten oder unbemerkten Datenakquise und Datenverarbeitung zu entziehen.

In den letzten Jahren mehren sich die Stimmen, die vor einer Allmacht der Plattformanbieter und einer Fremdsteuerung durch immer mächtiger werdende Internet-Giganten warnen. Hauptkritikpunkt ist dabei, dass die Plattformbetreiber bestimmte Strategien verwenden, um die Aufmerksamkeit der Nutzer möglichst lange auf sich zu ziehen („Time-on-device“-Maximierung). Diese Strategien führen laut ihren Kritikern dazu, dass sich die Nutzer zunehmend in selbstreferenziellen Welten bewegen, so genannten Filterblasen.

Neue Technologien und Innovationen werden in einem solchen System dazu eingesetzt, diese Strategie zu vervollkommen. Ziel ist es letztlich, die Nutzer möglichst lange der Werbung auszusetzen, die meist die Haupteinnahmequelle für die Betreiber darstellt. Eine weitere Einnahmequelle stellen umfangreiche Nutzerprofile dar, die direkt an die Werbeindustrie verkauft werden. Im speziellen Fall von Amazon geht es ebenfalls darum, die Nutzer möglichst lange auf der Plattform zu halten, aber nicht, um sie mit Werbung zu konfrontieren, sondern, um sie zu möglichst vielen Einkäufen über die Plattform zu bewegen.

Obwohl die Kritiker einer derartigen Plattformökonomie auf aktuelle Bestrebungen von Politik und Regulierung verweisen können, die Macht der großen Player einzuschränken, ist unklar, ob man bereits von einer Gegenbewegung sprechen kann. Aus Innovationssicht ist die entscheidende Frage, ob die Plattformökonomie tatsächlich Neues generiert, oder ob sie lediglich dafür sorgt, dass sich die Machtbalance weiter zugunsten der großen Plattformbetreiber verschiebt.

Der disruptive Charakter der Plattformökonomie für etablierte Hersteller-Kunden-Beziehungen ist dabei nicht zu bezweifeln. Insbesondere die Rolle der Intermediäre verändert sich durch digitale Plattformen gravierend: Viele Intermediäre, wie z. B. Einzelhändler, Banken oder auch Bibliotheken, Zeitungen und Zeitschriften werden teilweise überflüssig oder verlieren zumindest ihre exklusive Stellung.

Ein weiterer Effekt der Plattformökonomie, bzw. generell der Digitalisierung ist, dass Kunden aktiviert werden und zunehmend Arbeiten und Funktionen übernehmen, die in der analogen Welt Aufgabe von spezialisierten Dienstleistern waren. So werden beispielsweise Überweisungen beim Online-Banking direkt von den Kunden ausgeführt

oder Reisebuchungen von den Nutzern online getätigt statt in Reisebüros oder am Bahnschalter. Die Konsequenzen für die ehemaligen Intermediäre sind weitreichend. Viele Dienstleister sind inzwischen in ein prekäres Abhängigkeitsverhältnis zu den Plattformbetreibern geraten, denn Angebote, die nicht über die großen digitalen Plattformen zugänglich sind, werden von den Nutzerinnen und Nutzern nicht mehr genutzt.

Andererseits bietet das Internet für den stationären Handel und für etablierte Medienangebote auch neue Absatzmöglichkeiten. So können spezialisierte Geschäfte, z. B. für Kletterausrüstung oder Berufskleidung, an Orten betrieben werden, in denen es prinzipiell nicht genügend Nachfrage gibt, weil sie einen großen Teil ihres Umsatzes online erwirtschaften. Und für Zeitungen und Zeitschriften ermöglicht die Digitalisierung prinzipiell eine Vergrößerung ihrer Leserschaft, wenngleich viele Anbieter derzeit Schwierigkeiten haben, den Umsatzrückgang im Bereich der analogen Produkte durch neue digitale Produkte zu kompensieren.

Im Hinblick auf das User Involvement der Plattformökonomie kann festgehalten werden, dass die User zwar stärker in die Erstellung der Angebote involviert sind: Mit ihren Präferenzen generieren sie ein individuelles, speziell auf sie zugeschnittenes Informations- und Konsumangebot. Allerdings hat diese Beteiligung nicht zu einer „Befreiung“ geführt, zu einer Emanzipation im Sinne einer stärkeren Beteiligung oder Berücksichtigung ihrer Interessen und Bedürfnisse. Denn die digitalen Plattformen sehen sich als reine Vermittler zwischen den Kunden, der Waren- und Dienstleistungswelt und der Werbewirtschaft. Sie garantieren nicht für die Qualität der Produkte, können Missbrauch nicht ausschließen und sie verfolgen eigene Strategien, um den Umsatz pro User zu erhöhen.

Betrachtet man die Innovationsprozesse *innerhalb* der dominierenden Plattformunternehmen genauer, so zeigt sich ein relativ traditionelles FuE-Modell. Zwar arbeiten Apple, Google, Facebook, Amazon, Microsoft usw. mit den Daten der Nutzerinnen und Nutzer, um diese auf der jeweiligen Plattform zu halten. Innovationen wie neue Algorithmen oder neue Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) bleiben jedoch weitgehend unter Verschluss, sie gelten als Geschäftsgeheimnisse (vgl. Dolata 2014, S. 25-27).

Ein Ziel der FuE der großen Plattformbetreiber ist es, ihr Modell auf andere Bereiche und Branchen auszuweiten, wie z. B. der Robotik, der Smart Homes, des autonomen Fahrens usw. Hierzu gehen die genannten Unternehmen zwar Kooperationen mit anderen Unternehmen ein, oftmals gründen sie aber eigene Unternehmen in diesen Bereichen oder kaufen vielversprechende Start-ups auf.

Innovationstreiber in der Medienwirtschaft/ im digitalen Content-Bereich

Innovationsprozesse in der Medienindustrie sind vielfach untersucht worden (siehe z.B. Köhler 2002, Dogruel 2013, Wellbrock; Buschow 2020). In den meisten Fällen basieren sie auf formalisierten und strukturierten Prozessen, die von internen FuE-Abteilungen der Medienunternehmen initiiert und moderiert werden. Da sich Medienprodukte direkt am Markt, d. h. bei den Mediennutzern und Konsumenten bewähren müssen, ist eine Nähe zu den Kunden seit jeher gegeben. Aber auch die Prozesse selbst sind – nicht zuletzt aufgrund der Digitalisierung – in jüngster Zeit stärker geöffnet worden für Kunden, externe Partner, Lead User usw. Eine frühzeitige Bewertung neuer Programme, Formate und Inhalte durch die Nutzer ebenso wie das aktive Einbeziehen von Nutzern in die Formatgestaltung werden inzwischen als Erfolgsfaktoren für Innovationen im Medienbereich angesehen.

Ein spezieller Aspekt mit dramatischen Auswirkungen auf die etablierte Medienindustrie ist der so genannte User-generated Content, der sich bei YouTube, Wikipedia, Instagram und anderen Plattformen findet und der immer mehr Aufmerksamkeit beim Medienpublikum findet. Auf Überschneidungen zwischen der Plattformökonomie und der Medienbranche wurde bereits hingewiesen. Medienunternehmen reagieren auf diese neue Art der Mediengenerierung und -nutzung meist mit eigenem Engagement im Bereich der digitalen Plattformen, indem sie z. B. eigene Video-Plattformen aufbauen, vielversprechende digitale Start-ups aufkaufen oder sich im Bereich E-Commerce diversifizieren.

In gewisser Weise sind die traditionellen Medienunternehmen in diesem Bereich Getriebene – und zwar von der digitalen Technologie und von einem neuen Nutzerverhalten. Musik- und Video-Streaming-Plattformen, Lexikon-Artikel auf Wikipedia, News-Clippings auf Online-Portalen: In allen vier Beispielfeldern ermöglichte die digitale Technologie kostenlose (und z. T. illegale) Nutzungen und sorgte damit für Umsatzeinbußen der traditionellen Medienhäuser. Seither versuchen die Medienunternehmen, die „befreite“ Nutzung durch neuartige Geschäftsmodelle und Pay-walls wieder einzufangen. Dabei sind ihnen die digitalen Unternehmen oftmals einen Schritt voraus, wie sich bei Apples iTunes, bei Netflix und anderen gezeigt hat.

3. Wie wirkt sich die neue Rolle der Nutzerinnen und Nutzer im Innovationsprozess aus?

Open Source

Die „Ermächtigung“ der User im Sinne einer aktiven Beteiligung am Innovationsprozess ist im Bereich Open Source Software wohl am Stärksten ausgeprägt. Die Entwickler von

Open Source Software haben die herkömmliche Software-Entwicklung quasi auf den Kopf gestellt, indem sie das traditionelle Konzept der geschlossenen Entwicklung und exklusiven Vermarktung durchbrochen und neue Standards der Softwareentwicklung gesetzt haben, welche kollaboratives Programmieren von verteilt arbeitenden Experten ins Zentrum des Innovationsprozesses stellt. Nicht umsonst wurden Praktiken der Open-Source-Programmierung zum Modell für die Öffnung von Innovationsprozessen und zum Vorbild für ähnliche Prozesse in vielen anderen Bereichen (vgl. z. B. Bogers; Afuah; Bastian 2010 oder Schrape 2020).

Einschränkend muss jedoch festgestellt werden, dass diese Art der Ermächtigung auf die Gruppe hoch qualifizierter IT-Experten beschränkt ist. Diese arbeiten zwar z. T. weltweit in informellen verteilten Teams zusammen, besitzen aber in der Regel professionelle Zugehörigkeiten zu Unternehmen oder Forschungsinstitutionen. Die Übertragbarkeit des Konzepts gerät deshalb schnell an seine Grenzen, wenn andere Konstellationen vorliegen.

Darüber hinaus stellt sich die Frage der wirtschaftlichen Bedeutung insbesondere der Open-Source-Anwendersoftware (OpenOffice, Ghostscript, Ghostview usw.). Während Linux und Android als Open-Source-Betriebssysteme und Embedded Linux als Steuerungssoftware kommerziell erfolgreich sind, sind Open-Source-Programme für Endanwender derzeit noch wenig gefragt. Dies wird oft mit dem Verweis auf die Gewöhnung der Nutzer an Microsoft-Produkte begründet oder als Ergebnis der Markt- und Standardisierungsmacht des US-amerikanischen Software-Herstellers dargestellt. Allerdings bleibt die Beobachtung, dass die Entwicklung von Endanwendersoftware (Front-End-Software) Voraussetzungen besitzt (kontinuierlicher Support, ausreichend geschulte Softwareexperten, Kompatibilitätspflege usw.), die von der Open-Source-Bewegung bisher nicht überzeugend erfüllt werden konnten.

Digitale Plattformen

Durch die digitalen Plattformen von Apple, Google, Facebook, Amazon und Co. haben sich die Informations- und Konsummöglichkeiten für die Nutzerinnen und Nutzer enorm verbessert. Heute sind Informationen leichter zu erhalten, Organisationen sind transparenter geworden, Interessengruppen können sich schneller bilden und effizienter miteinander kommunizieren, Waren können weltweit verglichen und geordert werden usw. Ähnlich wie im Gesundheitsbereich, in dem Patienten durch die Möglichkeit der digitalen Information und Kommunikation „ermächtigt“ werden, sind auch die Nutzer digitaler Plattformen besser informiert und mit mehr Optionen zu Teilhabe ausgestattet als früher.

Allerdings bedeutet dies nicht zwangsläufig, dass auch die Innovationsprozesse im Bereich der digitalen Plattformen, der zunehmend synonym für den gesamten Internet-Bereich steht, von den Bedürfnissen oder Anforderungen der Nutzer geprägt ist. Denn bei genauer Betrachtung werden die digitalen Plattformen in genau der Art und Weise genutzt, wie dies von den Anbietern vorgesehen wurde.

Während das Internet generell als General Purpose Technology betrachtet wird, die jeweils entsprechend der Anforderungen der Anwendungskontexte eingesetzt wird (privat-professionell, zur Kommunikation, zur Überwachung, in Anwendungsbereichen wie z. B. Gesundheit, Energie, Produktion usw.) und so spezifische Neu- und Umnutzungen erfährt, scheint die Nutzungsweise der digitalen Plattformen weitgehend von den Betreibern vorbestimmt. Dies hängt ganz offensichtlich mit der Notwendigkeit der Datengenerierung und der Strategie der Betreiber zusammen, die Nutzungsdauer zu maximieren. Es ist eine offene Frage, inwieweit das Internet mit seiner ubiquitären Verfügbarkeit und den inhärenten Kommerzialisierungsentwicklungen seinen offenen Charakter und seine Fähigkeit, Nutzerinnovationen zu ermöglichen, inzwischen verloren hat (vgl. Z.B. Zittrain 2008; Bendrath, Mueller 2011).

Im Jahr 1999 konnte die amerikanische Technikforscherin Janet Abbate in ihrem Buch „Inventing the Internet“ noch feststellen, dass das Internet die traditionelle Grenze zwischen Produzenten und Nutzern aufgelöst hat. Und sie konnte zeigen, dass es die frühen Nutzer des Internets waren, die ihre eigenen Anwendungen, wie z. B. E-Mail oder das World Wide Web erfunden haben. Ihre damalige Einschätzung war, dass das Internet den generellen Trend zu dezentralen, nutzergetriebenen Entwicklungen weiter verstärken werde und dass Flexibilität und Vielfalt sowohl auf technischer als auch auf organisatorischer Seite weiterhin für den Erfolg des Internets kennzeichnend bleiben würden. Die Schließungsprozesse, die mit dem Ende des Internet-Booms um die Jahrtausendwende und dem Aufstieg der großen digitalen Plattformen begannen, hat sie dagegen noch nicht gesehen.

Inzwischen ist die Euphorie über neue Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten, über mehr Transparenz, individuelle Beteiligung und die Öffnung der Gesellschaft durch das Internet einer starken Skepsis gewichen, die mit den Datensammlungen und Geschäftsgebaren der großen Plattformbetreiber zu tun haben. Im 2018 erschienenen Buch „Das Zeitalter des Überwachungskapitalismus“ von Shoshana Zuboff gibt es keine Innovationen im Internet mehr. Innovationen haben sich ihr zufolge zu Pseudo-Innovationen gewandelt und dienen lediglich als rhetorisches Vehikel, das die Umstellung auf die neue Wirtschaftsform kaschieren soll (Zuboff 2018, siehe auch Lobo 2014). Statt „aufgeklärter“ Nutzer sieht die Forscherin hauptsächlich „verführte“ Nutzer, die Teil eines ökonomischen Systems geworden sind, das ihre Ausbeutung und Entmündigung forciert.

Medienwirtschaft/ digitaler Contentbereich

Im Medienbereich stellt sich die Situation ganz ähnlich dar, hier waren es vor allem die Versprechen auf die individuelle Zusammenstellung von Medieninhalten für jeden einzelnen Nutzer und jede einzelne Nutzerin, die weitgehend enttäuscht wurden. Die Individualisierungsoptionen, die prinzipiell existieren und technisch durchaus möglich sind, wurden durch Mainstreamtendenzen im Inhaltebereich weitgehend verdrängt. Im Bereich der News-Angebote und der politischen Willensbildung kommen Polarisierungs- und Radikalisierungstendenzen hinzu, die der Anonymität der Nutzer und den Strategien der Anbieter geschuldet sind, so viel User Traffic wie möglich auf ihren Seiten zu generieren.

Andererseits hat das Internet im Inhaltebereich für eine enorme Vielfalt gesorgt, die im Begriff des „Long Tail“ zum Ausdruck kommt: Im Internet sind im Unterschied zu Buchläden, TV-Sendern usw. Inhalte und Produkte verfügbar, die nur für ganz kleine Zielgruppen von Interesse sind (Anderson 2004). Da die entsprechenden Zielgruppen klein sind, vermischen sich hier Anbieter und Nutzer, viele Inhalte werden von Amateuren oder Experten auf hoch spezialisierten Gebieten produziert und zur Verfügung gestellt. Diese Nischenbereiche sind oftmals hoch innovativ, wenngleich die wirtschaftlichen Verwertungsaussichten eher begrenzt sind.

Zusammenfassung

In den drei betrachteten Bereichen Open-Source-Software, digitale Plattformen und Medienunternehmen/Content Provider ist die Öffnung der Innovationsprozesse für neue Akteure und insbesondere für die Nutzerinnen und Nutzer sehr unterschiedlich ausgeprägt. Während der Bereich der Open-Source-Software-Entwicklung als Vorbild für offene Innovationsprozesse schlechthin gelten kann, bei dem die späteren Nutzer nicht nur ihre Ideen einbringen, sondern diese auch selbst umsetzen, dominiert in den Bereichen digitale Plattformen und Medienunternehmen das klassische FuE-Modell.

Interessanterweise hat sich im Internetbereich eine Umdeutung der Rolle der Nutzer ereignet, welche eher mit Schließungs- als mit Öffnungsprozessen einhergeht. Denn in der Frühphase der Internetentwicklung waren die Nutzer die zentralen Treiber von Innovationen – sowohl in technischer als auch in inhaltlicher Sicht. In der heutigen Internetökonomie, in der die großen Plattformbetreiber die Innovationsprozesse dominieren, sind Nutzer zwar weiterhin von großer Bedeutung, allerdings treten sie vorwiegend als Konsumenten und Datenlieferanten in Erscheinung. Dabei existiert das frühe Innovationsmodell in einigen Nischen weiter – dominiert wird das Innovationsgeschehen aber von

den großen Plattformbetreibern und ihrem weitgehend geschlossenen Innovationsmodell. Öffnungsprozesse sind hier lediglich im Hinblick auf die Ausweitung ihres Daten- und Geschäftsmodells auf andere Anwendungsbereiche, wie z. B. Robotik, Smart Homes, Smart Health, autonomes Fahren usw. zu beobachten.

Kennzeichnend für das Innovationsgeschehen im Bereich der digitalen Plattformen ist darüber hinaus ein asymmetrisches Machtverhältnis zwischen Anbietern und Nutzern: Wegen der großen Verbreitung der digitalen Plattformen und ihrer zunehmenden Bedeutung für das alltägliche Leben ist eine Abkopplung faktisch nicht mehr möglich. In wie weit Politik und Regulierung in der Lage sind, diese Monopolisierungstendenzen einzufangen und z. B. Datenbestände in irgendeiner Form zu vergemeinschaften, damit in Zukunft wieder offenere Innovationsmodelle möglich werden, ist derzeit unklar.

Im Bereich der Medienunternehmen hat die Digitalisierung zu einem enormen Anpassungsdruck geführt, der nicht zuletzt von Nutzern getrieben wird, die eigene Inhalte erstellen oder hoch spezialisierte Medienangebote nachfragen. Hier hat die Digitalisierung zu einer Aktivierung der Nutzer und zu vielfältigen Format-Innovationen geführt. Entsprechend haben Medienunternehmen ihre FuE-Prozesse stärker für die Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer geöffnet und neue, nutzerzentrierte Modelle ausprobiert. Über all diesen Versuchen steht jedoch das Großthema der Medienunternehmen, nämlich die Frage, wie die Zahlungsbereitschaft für digitale Angebote erhöht werden kann.

3.2 Industrielle Produktion

1. Wie sind Hersteller-Kunden-Beziehungen in diesem Bereich strukturiert?

Im Bereich der produzierenden Industrie stehen die Business-to-Business-Beziehungen im Vordergrund: Unternehmen sind entlang der Wertschöpfungskette sowohl Kunden (z. B. von Materiallieferanten) als auch Produzenten (von weiteren Vorprodukten, z. B. Werkzeugmaschinen). Weil sich die Wertschöpfungskette im verarbeitenden Gewerbe in den letzten Jahren stark ausdifferenziert hat und auch Dienstleister Teil des Produktionsprozesses geworden sind, spricht man heute eher von Wertschöpfungsnetzen.

Kennzeichnend für den B2B-Bereich ist, dass Investitionsentscheidungen rationale Gruppenentscheidungen sind, d. h. Entscheidungen werden vom Führungsstab eines Unternehmens unter Berücksichtigung strategischer Vorgaben und mit Blick auf die zu-

künftige Refinanzierung getroffen. Neue Technologien oder Prozesse werden in der Regel dann eingeführt, wenn sie Kosten bei der Produktion einsparen, mehr Output ermöglichen oder Kundenwünsche besser befriedigen.

Aber auch Endkunden, d. h. Nutzerinnen und Nutzer von Endprodukten spielen im Bereich des verarbeitenden Gewerbes eine wichtige Rolle. Denn am Ende eines komplexen Wertschöpfungsprozesses steht letztlich der Käufer oder die Käuferin von Produkten wie z. B. Autos, elektrischer Geräte oder Verbrauchsgütern.

Der B2B-Bereich zeichnet sich durch eine KMU-Struktur aus, der Endkundenbereich dagegen wird von größeren Unternehmen, den so genannten OEMs (Original Equipment Manufacturer) dominiert. Technik- und Investitionsentscheidungen in KMU sind meist unmittelbar am bestehenden Produktions- und Logistikprozess ausgerichtet (z. B. Hebekräne in der Lagerhaltung), eher kleinteilig und mit kurz- bis mittelfristiger Perspektive. Große Unternehmen sind eher in der Lage, langfristig zu planen, neue Aktivitätsfelder über Unternehmensaufkäufe zu realisieren oder neue Fertigungsstätten mit der aktuellsten Technik auszurüsten.

Im Unterschied zu den anderen, hier betrachteten Branchen wie z. B. der Pharmaindustrie, der Bioökonomie oder der Materialforschung wird in der verarbeitenden Industrie nicht breit geforscht, um dann eine vielversprechende neue Erfindung voranzubringen. Innovationen im Bereich der produzierenden Unternehmen dienen vielmehr dazu, bestehende Produkte weiterzuentwickeln und Prozesse zu verbessern. Durch den hohen Wettbewerbsdruck steht die Unternehmens-FuE weitgehend im Dienst der Effizienzsteigerung und der Kosteneinsparung.

2. Wer ist am Innovationsprozess beteiligt?

Die Impulse für inkrementelle Innovationen im verarbeitenden Gewerbe kommen häufig aus der internen FuE, die oftmals sehr nah an den jeweiligen Produkten agiert. Ein Beispiel hierfür ist ein mittelständisches Unternehmen, das Anlagen für die Felgenlackierung herstellt. In diesem Segment ist das Unternehmen Weltmarktführer. Eine wichtige Innovation für dieses Unternehmen bestand darin, die Anordnung der Lackierpistolen in der Anlage zu verändern und sie in einem anderen Winkel zueinander einzustellen. Dadurch konnte der Lackauftrag verbessert werden und gleichzeitig 5% der Flüssigkeit eingespart werden. Eine weitere Innovation bestand darin, das Material für die Innenverkleidung der Lackieranlage zu verändern. Dort hatte sich im Laufe der Zeit der angetrocknete Lack gesammelt, was den Prozessdurchlauf stark behinderte. Die Techniker haben schließlich durch externe Recherche ein Material gefunden, bei dem der

Lack abperlt, wodurch sich die Maschine selbst reinigt. Das Resultat war eine deutlich längere Lebensdauer der Maschine und ein besserer, wartungsfreier Durchlauf.

Das Beispiel zeigt, dass es im verarbeitenden Gewerbe oftmals kleine Veränderungen sind, die den Unternehmen Wettbewerbsvorteile verschaffen. Und es zeigt, dass sowohl die interne FuE, als auch die externe Informationsrecherche bzw. die Zusammenarbeit mit branchenfremden Unternehmen ein gängiges Modell ist, Innovationen im Betrieb zu realisieren.

Viele Impulse für Innovationen kommen auch aus anderen Abteilungen des Unternehmens, insbesondere aus den Kundenservice-Abteilungen. Unternehmen, die die FuE und den Service organisatorisch zusammengelegt haben oder in denen ein personeller Überlapp besteht, sind innovativer als Unternehmen, in denen die FuE ohne direkten Bezug zu anderen Abteilungen arbeitet. Allein die Tatsache, dass die Mitarbeiter der verschiedenen Abteilungen miteinander sprechen und wissen, an welchen Stellen Verbesserungen wünschenswert wären, führt zu vielfältigen Produktinnovationen.

Eine stärkere Einbindung der Endkunden ist dagegen eher im B2C-Bereich, d. h. bei den OEMs zu beobachten. Diese hat unmittelbar mit der Digitalisierung zu tun. Ein Beispiel sind hier die Autohersteller: Über deren Webseiten lassen sich inzwischen Modelle individuell konfigurieren, so dass Kunden den Eindruck bekommen, am Ende ein Einzelstück zu bekommen. Die Individualisierung ist im Endkundenbereich ein starker Treiber. Und die Individualisierung muss in der Produktion entsprechend nachvollzogen werden, d. h. es muss modular gebaut werden, um die vielfältigen Ausstattungskombinationen realisieren zu können und es muss insgesamt flexibler agiert werden.

Die Käuferinnen und Käufer sind an die digitalen Plattformen gewöhnt und erwarten inzwischen, dass die Produkte individualisierbar, schnell verfügbar und einfach zu bezahlen sind. Entsprechend hat sich die Erwartungshaltung an die Hersteller im Zuge der Digitalisierung verändert. Und diese Erwartungen wirken zurück auf die Organisation des Produktionsablaufs und die Bereitstellung von Services, die mit dem Produkt verknüpft sind.

Die zunehmende Orientierung der Produzenten an den digitalen Präferenzen der Konsumenten bedeutet aber nicht, dass die Kunden automatisch mehr Markt- oder Gestaltungsmacht haben. Die digitale Konfigurierbarkeit, die zusätzlichen Services, die kürzeren Produktzyklen usw. sind zwar Maßnahmen, mit denen die Hersteller auf veränderte Kundenwünsche reagieren. Sie beziehen die Kunden aber nicht direkt in die Produktentwicklung mit ein. Kunden können letztlich nur jene Produkte kaufen, die ihnen von den Herstellern angeboten werden.

Und selbst der immer wieder zitierte aufgeklärte Konsument, der sich über das Internet schneller und individueller informieren kann als früher, bleibt oft eine Wunschvorstellung. Denn weiterhin werden meist die billigsten oder prestigeträchtigsten Produkte gekauft und nicht die, die als nachhaltig gelten oder die unter sozial verträglichen Bedingungen hergestellt werden (Bsp. Kleidung), obwohl sich hier eine Umorientierung andeutet.

Die Erwartung der Open-Innovation-Vertreter, dass sich durch eine neuartige Einbeziehung der Nutzer etablierte Marktverhältnisse verflüssigen, bleibt vor dem Hintergrund der geschilderten asymmetrischen Machtverhältnisse prekär.

Asymmetrische Machtverhältnisse sind auch für den B2B-Bereich kennzeichnend: Dort geben meist die großen Hersteller den kleineren Zulieferern vor, welche Komponenten oder Maschinen sie mit welchen Eigenschaften erwarten – und zu welchem Preis. Oftmals werden bei einem Modellwechsel Preisabschläge gefordert. Um diese zu realisieren, führen die Zulieferer Innovationen zur Kostensenkung ein. Damit wird der Innovationsdruck von den Herstellern an die Zulieferer weitergereicht.

3. Wie wirkt sich die neue Rolle der Nutzerinnen und Nutzer im Innovationsprozess aus?

Im Hinblick auf die Technologie und die Wertschöpfung lässt sich eine Steigerung der Komplexität feststellen: Weil die Produkte individualisierter sind, sind sie auch komplexer geworden und entsprechend ist auch der Produktionsprozess komplexer geworden. Die Wertschöpfungsketten werden immer stärker vernetzt, weil neue Materialien oder neue Technologien Einzug halten, die neue Kooperationen und Allianzen erfordern. Dadurch ist der Produktionsbereich in den letzten Jahren deutlich dynamischer geworden.

Zunehmend sind im Bereich des verarbeitenden Gewerbes auch Dienstleister tätig, die als ausgelagerte Entwicklungsabteilung, als Konstruktions- oder Ingenieurbüro oder als IT-Beratung fungieren. Diese externen Dienstleister zählen dann zum erweiterten Netzwerk eines produzierenden Unternehmens.

Durch die Digitalisierung sind Such- und Transaktionskosten weggefallen, so dass die genannten externen Partner fast wie In-House-Abteilungen eingesetzt werden können. Die Digitalisierung hat den Trend zum Outsourcing von FuE-Dienstleistungen extrem verstärkt. Die Unternehmen sind dadurch flexibler und sie können externes Know-how aufnehmen, auf das sie früher keinen Zugriff hatten. Wertschöpfungsanteil und Fertigungstiefe sinken dadurch zwar, erhöht wird dagegen die Variantenvielfalt und die Komplexität der Produkte. Darüber hinaus wirken die externen Kontakte als Innovationstreiber.

Weitere Innovationstreiber sind auch im B2B-Bereich die Endnutzer, obwohl diese gar keine direkten Abnehmer der Produkte sind. Aber in ähnlicher Weise wie im B2C-Bereich die Erwartungen der an digitale Plattformen gewöhnten Kunden auf die Angebote und letztlich auf die die Produktionsweise durchschlagen, so wirkt die Verbreitung digitaler Technologien im Consumer-Bereich indirekt auf die Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe zurück.

Tatsächlich lässt sich hier eine interessante Umkehrung beobachten: Während früher neue Technologien für das professionelle Umfeld entwickelt wurden (z. B. Faxgeräte, PCs) und diese dann in den Bereich der Privatnutzung diffundierten, scheint sich die Richtung umgekehrt zu haben: Viele neue Technologien werden zuerst für den Consumer-Bereich entwickelt und finden dann in einem zweiten Schritt auch Anwendung im professionellen Umfeld. Beispiele hierfür sind Virtual und Augmented Reality aus dem Spielbereich, die z. B. in den Handwerksbereich diffundieren oder bei der Fabrikplanung eingesetzt werden; Batterien für mobile Endgeräte, die nun auch in Autos eingesetzt werden; oder auch Plattformmodelle aus dem Konsumgüterbereich, die nun in ähnlicher Weise im Investitionsgüterbereich eingesetzt werden.

Dabei ist zu beobachten, dass der B2B-Bereich diese Innovationen erst langsam aufnimmt und vielfach noch Berührungängste bestehen. Insbesondere bei den Plattform-Modellen gibt es im verarbeitenden Gewerbe noch Bedenken. Dies hat mit der Datenhoheit zu tun, denn während Privatanutzer persönliche Daten oftmals ohne Bedenken zur Verwendung freigeben, sind Unternehmen darauf angewiesen, dass ihre Produkt- und Produktionsdaten nicht in falsche Hände geraten.

Zusammenfassung

Insgesamt lässt sich beobachten, dass Innovationsimpulse im Bereich des verarbeitenden Gewerbes zunehmend von externen Partnern, von Dienstleistern, Zulieferern oder Kunden kommen. Die Quellen für Innovationen sind vielfältiger geworden, neue Produkte und Dienstleistungen werden immer weniger ausschließlich Inhouse entwickelt. Die Digitalisierung spielt hier eine wichtige Rolle, weil sich die Such- und Transaktionskosten verringert haben und KMU externes Know-how aufnehmen können, auf das sie früher keinen Zugriff hatten.

Organisatorisch spielt die interne FuE jedoch weiterhin eine wichtige Rolle. Insbesondere bei Unternehmen, die ihre FuE mit anderen Abteilungen vernetzen sind mehr Innovationsaktivitäten zu beobachten als bei anderen Unternehmen.

Der Einfluss der Kunden auf den Innovationsprozess ist im Bereich der industriellen Produktion eingeschränkt. Endkundenpräferenzen wirken sich indirekt auf den Produktionsprozess aus, zum einen, weil der Wunsch nach individualisierten Produkten sich in einer höheren Variantenvielfalt niederschlägt, die entsprechend organisiert werden muss und zum anderen, weil die Erwartungen der Kunden im Hinblick auf Produktkonfiguration, Serviceunterstützung, einfacher Bestellung und schneller Verfügbarkeit gestiegen sind. Und obwohl es bereits eine Reihe innovativer Unternehmen gibt, die sich das digitale Paradigma zu eigen gemacht haben, befinden sich viele kleinere und mittlere Produktionsunternehmen bei der Einführung digitaler Technologien und Prozesse in einer frühen Phase.

Während die Öffnung von Innovationsprozessen im Sinne von Open Innovation im Produktionsbereich voranschreitet und insbesondere bei den Kooperationsbeziehungen zu sichtbaren Veränderungen geführt hat, zeigen sich gleichzeitig deutlich die Grenzen der Öffnung: Nämlich dort, wo sensibles Produktions- und Produktwissen mit Kooperationspartnern oder gar mit Wettbewerbern im Sinne einer Sharing Economy geteilt werden soll. Hier zeigt sich, dass Unternehmen ihre erarbeiteten Wettbewerbsvorteile nicht frei zur Verfügung stellen wollen, auch wenn aus dem geteilten Know-how letztlich ein besseres Produkt entwickelt werden könnte. Nach der Logik der Unternehmen verlieren diese ihren Wettbewerbsvorsprung, wenn sie ihr Know-how preisgeben. Entsprechend kann erwartet werden, dass das Modell einer Sharing Economy bei Unternehmen im produzierenden Gewerbe wenig Resonanz erhalten wird.

3.3 Gesundheit

1. Wie sind Hersteller-Kunden-Beziehungen in diesem Bereich strukturiert?

Das Gesundheitssystem zeichnet sich durch eine große Heterogenität sowohl auf Seiten der Anbieter als auch auf Seiten der Nachfrager aus. Hinzu kommt, dass im so genannten ersten Gesundheitsmarkt Patienten nur dann auf Produkte und Dienstleistungen zugreifen können, wenn diese von Ärzten verschrieben werden. Im zweiten Gesundheitsmarkt können Anbieter dagegen ihre Produkte und Dienstleistungen frei am Markt anbieten.

Die Hersteller- bzw. Anbieterseite umfasst im Gesundheitsbereich die Pharmaindustrie, die Medizintechnikhersteller und die IT-Anbieter, inkl. Gesundheitsapp-Anbieter.

Die Nachfrage- oder Nutzerseite besteht zum einen aus den Patienten und zum anderen aus Ärzten und Gesundheitseinrichtungen aller Art (Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen, Labore, Apotheken). Bei den Patienten handelt es sich gewissermaßen um „vermittelte Nutzer“, die Medizinprodukte und Dienstleistungen nur dann nutzen können, wenn sie von Ärzten verordnet werden (erster Gesundheitsmarkt). „Direkte Kunden“ von Pharma-, Medizintechnik- und IT-Produkten und Dienstleistungen sind dagegen die Ärzte und Gesundheitseinrichtungen; diese können im Rahmen der Vorgaben des deutschen Gesundheitssystems über Anschaffungen z. B. von MRT-Scannern, Laborbedarfen, Medikamenten oder IT-Ausstattungen eigenständig entscheiden.

Im zweiten Gesundheitsmarkt fällt die Vermittlerfunktion von Ärzten und Gesundheitseinrichtungen weg, der Patient oder Kunde kann Gesundheitsprodukte und -dienstleistungen direkt bei den Anbietern einkaufen – muss diese dann aber auch selbst bezahlen. Typische Produkte im zweiten Gesundheitsmarkt sind Over-the-counter-Arzneimittel, diagnostische Zusatzleistungen, Gesundheits-Apps oder Wellness-Produkte.

Diese Unterscheidung ist wichtig, weil Akteure, die neue Produkte und Dienstleistungen – und Innovationen im weitesten Sinne – in den Gesundheitsmarkt bringen wollen, meist in den ersten Gesundheitsmarkt streben, denn dort werden die Kosten von der Versicherungsgemeinschaft getragen und es besteht eine relativ gesicherte Nachfrage.

Was den Gesundheitsbereich grundsätzlich von anderen Sektoren unterscheidet, ist die Tatsache, dass alle Menschen direkt davon betroffen sind, da es um Gesundheit, Lebensqualität, Versorgung und Lebensdauer geht. Deshalb zeichnet sich dieser Bereich durch eine hohe Emotionalität aus. Und es geht um die Fragen, wer Zugang zu welchen Produkten hat, was erstattungsfähig ist, was unter welchen Bedingungen zugelassen wird usw.

2. Wer ist am Innovationsprozess beteiligt?

Im Hinblick auf die Frage, wie Innovationen in den Gesundheitsbereich kommen, wer diese treibt und woher neue Impulse kommen, ist eine separate Betrachtung der relevanten Akteursgruppen notwendig.

Innovationen in der Pharmaindustrie

Um neue Wirkstoffe zu entwickeln, bedarf es einer entsprechenden technischen Infrastruktur, einer gewissen Unternehmensgröße und wissenschaftlicher Expertise, die oft in langfristigen Kooperationen mit Universitäten, Unikliniken und Forschungseinrichtungen gepflegt und erweitert wird.

Auch die öffentliche Forschungsförderung hat eine gewisse Rolle bei Innovationen, wenn z. B. über Förderprogramme bestimmte Themen, wie z. B. die Forschung an Reserve-Antibiotika vorgegeben wird.

Darüber hinaus gibt es die so genannten Investigator Initiated Trials (IIT), Pharmastudien, die von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern von Universitäten initiiert werden. Diese machen jedoch nur einen kleinen Teil der Pharmastudien aus.

Meist kommen neue Wirkstoffe und Therapien in der Pharmaindustrie im Kontext klassischer FuE-Ergebnisse zustande. Dabei werden auch neue Wirkstoffkombinationen entwickelt, die keinen erwiesenen Zusatznutzen haben und trotzdem auf den Markt kommen. Die Krankenkassen erstatten für solche Medikamente nur geringe Kosten, sie fallen in die so genannte Festbetragsgruppe. Prinzipiell sind die Pharmaunternehmen deshalb an Neuentwicklungen interessiert, die einen Zusatznutzen für Patienten bieten, wodurch höhere Erstattungspreise erzielt werden können.

Prinzipiell orientieren sich Pharmaunternehmen bei der Frage, welchem medizinischen Bereich sich ihre Unternehmensforschung widmen soll, am Marktpotenzial, d. h. an der Frage, wie viele Patienten potenziell von der Einführung eines neuen Wirkstoffs betroffen wären.

Darüber hinaus spielen Patientinnen und Patienten eine zunehmend wichtige Rolle in den Überlegungen der Pharmaunternehmen. Wie weit dieser Prozess tatsächlich ist, ist unklar. Folgende Entwicklungen können beobachtet werden:

- Zunehmende Kollaborationen mit Patientinnen und Patienten sind z. B. im Bereich der klinischen Studien zu beobachten. Früher wurden die Patienten von den Initiatoren der Studien lediglich als Studienobjekte gesehen. Inzwischen spielen Patientinnen und Patienten in klinischen Studien eine aktivere Rolle, sie können über Studienprotokolle mitbestimmen und werden in gewisser Weise zu Mitgestaltern der Studien. Dies führt zu geringeren Abbruchquoten, weil die konkrete Lebenswelt der Patienten berücksichtigt wird und erhöht generell die Validität von Studien.
- Darüber hinaus suchen die Pharmaunternehmen zunehmend den Kontakt zu den Patienten über spezielle Gesundheits-Apps, mit denen Patienten-Feed-Back zu Präferenzen und Nutzungsgewohnheiten eingeholt wird. In die Apps können Patienten eintragen, wann sie bestimmte Medikamente eingenommen haben und wie sich ihr Allgemeinzustand entwickelt hat und erhalten daraufhin Erinnerungen und Auswertungen auf ihr Smart Phone.
- Auch Co-Creation-Prozesse mit Patienten sind zu beobachten, wie z. B. bei der Verbesserung eines Asthma-Inhalators, dessen Design mit Hilfe von Nutzerinnen und Nutzern so verbessert wurde, dass der Wirkstoff nicht mehr auf die Zunge gelangt, sondern tatsächlich inhaliert werden kann.

- Betroffene von seltenen Erkrankungen können sich durch soziale Medien besser koordinieren und mehr Gehör verschaffen und kommen als relevantere Stimme bei den Pharmaunternehmen an als früher. Diese reagieren auf seltene Erkrankungen oftmals über so genannte Off-Label-Uses. Eine Sonderregelung macht es möglich, dass bestimmte Wirkstoffe verwendet werden können, die für die konkrete Indikation zunächst nicht zugelassen sind. Dies macht es für Pharmaunternehmen wieder attraktiv und gleicht in gewisser Weise aus, dass die Zielgruppe sehr klein ist.
- Im Bereich der personalisierten Medizin wird vielfach mit genetischem Material und mit Daten von Patienten gearbeitet. Dies stellt sowohl Ärzte und Krankenhäuser als auch Unternehmen vor neue Herausforderungen, denn der Umgang mit den Daten ist nicht nur hoch sensibel, sondern auch die Rückmeldung von Diagnoseergebnissen an die Patientinnen und Patienten ist relevant für den Erfolg neuer Angebote. So dauerte es bei einem neu eingeführten kommerziellen Analyseverfahren Wochen, bis die Patienten das Ergebnis erfuhren. In dieser Zeit wurden die Patientinnen und Patienten nervös und beschwerten sich massiv über die verzögerte Information. Und die Ärzte wussten nicht, wie sie diesen Protest auffangen sollten, da sie nicht wussten, warum die Ergebnisse nicht früher kamen. Dies hat die Anbieterfirma zum Anlass genommen, ein so genanntes Patienten-Board einzurichten, das sie künftig bei der Einführung neuer Produkte und Angebote berät. Dieses Board soll dabei ein aktives Gremium sein und eine Art Co-Design betreiben, das von Anfang an den Innovationsprozess der Firma begleitet.

Innovationen in der Medizintechnik

Die Medizintechnikbranche ist stark von kleineren und mittleren Unternehmen geprägt, die oft aus der Feinmechanik kommen und sich diversifiziert haben. Vielfach handelt es sich um regional vernetzte, hoch innovative Unternehmen, die komplexe Design- und Herstellungsverfahren beherrschen und deren Produkte weltweit erfolgreich sind. Auch hier spielen Kooperationen mit Universitäten und Forschungseinrichtungen eine wichtige Rolle. Aber es gibt auch eine Reihe größerer Unternehmen in der Medizintechnik, wie z. B. Siemens, die hoch komplexe Großgeräte für Kliniken und Labore herstellen.

Sowohl bei den großen als auch bei den mittelständisch geprägten Medizintechnikunternehmen spielen Anregungen von Nutzern und gemeinsame Entwicklungen von Herstellern und Nutzern traditionell eine große Rolle. Nutzer sind hier zunächst nicht die Patienten, sondern Kliniken, Uni-Forscherinnen und Forscher und Labore. Insbesondere im Bereich von Messinstrumenten und in der Lasertechnik gibt es viele Beispiele von Kooperationen zwischen Herstellern und Nutzern. Vielfach gründen Forscher mit ihren Entwicklungen eigene Start-ups, welche später von etablierten Medizintechnikherstellern aufgekauft werden. Aber es gibt auch Beispiele für Mitentwicklungen, bei denen kein

finanzielles Interesse im Hintergrund steht, sondern der Wunsch nach Arbeitserleichterungen im Klinikalltag, nach weniger Materialverschleiß oder nach neuen Forschungsmethoden. Neben diesen traditionellen Kooperationsformen gibt es Entwicklungen, die auf eine zunehmend wichtiger werdende Rolle von Nutzern schließen lassen:

- Im Hinblick auf Mitentwicklungen von Patientinnen und Patienten sind Living-Lab-Plattformen von Relevanz. Hier wird z. B. versucht, zunächst spezielle Nutzergruppen zusammen zu bringen und deren Bedarfe systematisch zu erheben. In einer zweiten Phase werden dann Prototypen oder neue Produktdesigns von den Nutzern auf ihre Tauglichkeit überprüft und bewertet. Ein Beispiel für so eine Plattform ist das House of Living Labs in Karlsruhe, das an das FZI angekoppelt ist.
- Weiterhin spielen so genannte Patient Entrepreneurs eine zunehmend wichtige Rolle. Ausgehend von ihren eigenen Bedarfen entwickeln Patienten und Betroffene selbst Produkte oder Lösungen, die ihren Alltag erleichtern. Oftmals suchen sie dann Firmen, die ihre Erfindungen produzieren und vermarkten oder mit denen sie in anderen Konstellationen zusammenarbeiten. Beispiele hierfür sind die Zwillingsschwestern, die eine seltene Muskelerkrankung haben und seit Kindesbeinen im Rollstuhl sitzen. Sie haben Rollstühle weiterentwickelt und Sitzkissen erfunden, die das Wundsitzen verhindern. Ein weiteres Beispiel ist die Entwicklung eines Navis für Rollstuhlfahrer, das anzeigt, wo es in einer Stadt zu hohe Bordsteinkanten, schwer zu querende Straßenpflaster, Treppen, Türen, oder fehlende Behinderten-Toiletten gibt; ebenfalls eine Idee von Betroffenen, die dann in Kooperation mit einem Fraunhofer-Institut realisiert wurde. Betroffene können heute auch eigene Apps entwickeln, wie es z. B. der Vater zweier Kinder mit Mukoviszidose getan hat, um die Vernetzung und Koordination von Terminen der verschiedenen Beteiligten (Kinder, Eltern, Versorger) zu verbessern und der diese App dann anderen zur Verfügung gestellt hat.
- Ein weiteres Beispiel liefert der 3D-Druck von Prothesen: Für die Hersteller medizinischer Prothesen bedeutet die Einbindung von 3D-Druck-Verfahren in ihren Produktionsprozess, dass sie ihr etabliertes Ökosystem grundlegend verändern müssen. So haben sie es zum einen mit FabLabs zu tun, d. h. offenen Werkstätten, die den Zugang zu 3D-Druckverfahren ermöglichen, die aber völlig andere Abläufe und auch eine andere Innovationskultur aufweisen. Zum anderen müssen sie mit Programmierern kooperieren, die die entsprechende Software schreiben; ebenfalls ein Bereich, der sich stark von den etablierten Bereichen der meisten Medizintechnikhersteller unterscheidet. Das Unternehmen muss aufgrund der neuen Technologie die Konstellation der Akteure und die Prozesse neu gestalten.

Innovationen durch IT-Anbieter inkl. Gesundheits-App-Anbieter

Im Unterschied zu Innovationen in der Pharmabranche und der Medizintechnik können Gesundheits-Apps auch von sehr kleinen Unternehmen entwickelt werden; sie können in der sprichwörtlichen Garage programmiert oder designt werden. Entsprechend sind

hier viele Start-ups zu finden. Aber auch große IT-Unternehmen, wie z. B. Google oder Apple sind im Bereich der Gesundheits-Apps aktiv.

Wichtige Player bei der digitalen Bereitstellung von Informationen über gesundes Leben, Vorsorge und Krankheitsbilder sind die Krankenkassen. Die digitalen Angebote zielen auf eine stärkere Aktivierung der Bürger, auf Aufklärung und Selbstverantwortung. Und sie kommen dem Wunsch der Menschen entgegen, Informationen und Dienstleistungen digital und zuhause zu erhalten und zu nutzen. Auch die so genannten Teledoktoren, bei denen Kassenpatienten sich per App oder Videochat von Ärzten beraten lassen, sind ein Beispiel für diese Entwicklung.

Gesundheits-Apps, deren Nutzung von Krankenkassen finanziell incentiviert wird, dienen der Vorsorge (z. B. Rückensport-Empfehlungen mit Erinnerungs- und Dokumentationsfunktion), sie können aber auch die verschriebene Einnahme von Medikamenten überwachen (Therapie-Compliance). Nicht erlaubt ist es in Deutschland, Krankenkassenbeiträge an die Einhaltung von Bewegungs- und Fitnessübungen zu koppeln. Die Fitness-Apps der Krankenkassen funktionieren eher wie die Bonushefte für Zahnarztbehandlungen, oder sie „belohnen“ die Absolvierung von Fitness-Übungen mit einem separaten Punktesystem, bei dem die Kunden dann Bioprodukte billiger kaufen können (Generali Vitality-Programm). Trotzdem gibt es immer wieder Befürchtungen, diese Apps könnten zur Überwachung durch die Versicherungsträger führen und eine Vorstufe zum „gläsernen Patienten“ sein.

Mit den Gesundheits-Apps folgen die Krankenkassen dem aktuellen Trend des „Smart Coachings“ oder der „Selbstvermessung“: Immer mehr Menschen möchten mit einem Fitness-Tracker ihren Gesundheitszustand verbessern, ihr Training optimieren oder einfach ihre Vitaldaten während des Tages und der Nacht sammeln und analysieren – und mit anderen vergleichen. Inwieweit es sich hierbei um Innovationen handelt, die für das gesamte Gesundheitssystem relevant sind, ist noch ungeklärt. Der Trend zeigt aber, dass immer mehr Menschen bereit sind, Gesundheitsdaten digital zu speichern und auswerten zu lassen, wenn sie sich davon einen unmittelbaren Nutzen versprechen.

Neue Akteure im Gesundheitsbereich sind die großen amerikanischen Internet-Unternehmen. Und zwar nicht nur im Bereich Fitness-Tracking mit der Apple Watch oder mit Google Fit. Google investiert z. B. seit 2013 stark in die Medizinforschung, wozu das Unternehmen die Abteilung Google Life Sciences gegründet und führende Wissenschaftler rekrutiert hat. Geforscht wird z. B. zu folgenden Anwendungen:

- Nanopartikel, die in den Körper geschleust werden, um dort nach Krankheiten zu suchen. Dabei wird die Vision einer proaktiven Medizin verfolgt, bei der z. B. über ein Diagnostik-Armband rund um die Uhr den Gesundheitszustand des Trägers oder der Trägerin überwacht wird.

- Eine Kontaktlinse, die den Blutzucker über die Augenflüssigkeit misst.
- Verbesserung von medizinischer Diagnose und die Therapie durch Künstliche Intelligenz (KI). Die KI-Software „Google Medical Brain“ soll Ärzte und Klinikpersonal bei der Behandlung von Patienten unterstützen. Die Software nutzt Daten aus der elektronischen Gesundheitsakte sowie sonstigen elektronisch verfügbaren Gesundheitsdaten, prognostiziert den Krankheitsverlauf und macht auf mögliche Risiken für die Patienten aufmerksam.

Die Auflistung zeigt, dass Innovationen im Gesundheitsbereich durch datenbasierte Apps, die digitale Bereitstellung von gesundheitsrelevanten Informationen und die „intelligente“ Verknüpfung von Patientendaten entstehen können, wobei IT-Unternehmen eine immer größere Rolle spielen. Voraussetzung für die Nutzung digitaler Daten ist die Bereitschaft der Patienten, ihre Daten (anonymisiert) zur Verfügung zu stellen oder auch, aktiv bei der Erhebung von Daten mitzuwirken.

Tatsächlich scheint das etablierte Gesundheitssystem auf diese Art von Innovationen, die von außen an das System herangetragen werden, nur langsam zu reagieren. So hat es z. B. sehr lange gedauert, bis das Bundesgesundheitsministerium (BMG) einen Bewertungsprozess für Gesundheits-Apps entwickelt hatte, mit dem der Wildwuchs an Apps in diesem Bereich reduziert werden konnte. Auch für den Einsatz von KI-Systemen und für die digitale Verwertung von Patientendaten gibt es hier noch viele Herausforderungen.

3. Wie wirkt sich die neue Rolle der Nutzerinnen und Nutzer im Innovationsprozess aus?

User Empowerment zeigt sich im Gesundheitsbereich z. B. im Arzt-Patienten-Verhältnis. Die Patienten verfügen heute wegen der digitalen Medien über eine deutlich bessere Informationsbasis. Dadurch hat sich die Informationsasymmetrie zwischen Arzt und Patient verschoben: Patientinnen und Patienten kommen häufig schon mit Vermutungen und Therapieanschlüssen in die Sprechstunde und erwarten von den Ärzten eine eher kooperative Behandlung. Damit ändert sich auch das Selbstbild der Ärzte, die nicht mehr als Alleinwissende Diagnosen stellen können hin zu Experten, die an der gemeinsamen Entwicklung einer Lösung beteiligt sind. Die Digitalisierung führt idealerweise zur „health literacy“ bei den Patienten, auf die sich die Ärzte entsprechend einstellen müssen.

Auf der anderen Seite können Klinikärzte und niedergelassene Ärzte von neuartigen KI-Systemen unterstützt werden. KI-Systeme im Gesundheitswesen basieren auf der Auswertung und Verknüpfung von Patientendaten und Forschungsergebnissen. Im Unterschied zum Bereich des privaten Konsums, in dem KI-Systeme eingesetzt werden, um

Kaufentscheidungen zu beeinflussen, dient die KI im Gesundheitsbereich dazu, die Komplexität von Diagnose und Therapieempfehlungen zu reduzieren.

Gesundheits-KI-Systeme können dabei nicht nur diagnoseunterstützend eingesetzt werden, sondern auch auf Unverträglichkeiten von Medikamenten aufmerksam machen oder auf Erfolgswahrscheinlichkeiten bestimmter Therapien. KI-Systeme werden auch oft entscheidungsunterstützend eingesetzt, beispielsweise bei der Bildauswertung von Röntgenbildern. Diese geschieht überwiegend vollautomatisch mit Hilfe selbstlernender Systeme und nur dann, wenn die Algorithmen keine eindeutigen Ergebnisse liefern, überprüft eine Ärztin oder ein Arzt die Bilder persönlich.

Der Einsatz von KI im Gesundheitsbereich bedeutet allerdings derzeit, dass Ärzte einen Teil ihrer Entscheidungen an ein System abgeben, bei dem nicht vollständig transparent ist, wie die Entscheidungen zustande gekommen sind.

Zusammenfassung

In allen drei betrachteten Bereichen des Gesundheitssystems (Pharmaindustrie, Medizintechnik, Gesundheits-Apps) gibt es Hinweise auf die gestiegene Bedeutung von Nutzern im Innovationsprozess. Sowohl im Bereich der professionellen Nutzer als auch im Bereich der Laiennutzer spielen Bottom-up-Entwicklungen, d. h. Innovationsimpulse, Eigen- und Mitentwicklungen von Nutzern eine immer größere Rolle. Verantwortlich hierfür ist zum einen, dass die Nutzer durch digitale Technologien heute eher in der Lage sind, eigenes Know-how aufzubauen und eigene Anwendungen zu entwickeln und zum anderen, dass die Unternehmen sich Nutzern gegenüber stärker geöffnet haben, um passfähige Produkte in einem komplexer werdenden Markt- und Nutzungsumfeld zu entwickeln.

Durch die Digitalisierung können sich Nutzerinnen und Nutzer besser vernetzen und sie finden auch die passenden Hersteller leichter, mit denen sie ihre Produktidee umsetzen können.

Allerdings sind die Rahmenbedingungen für Nutzer-Innovationen und die Veränderungsimpulse, die sie auslösen können, in den drei Bereichen sehr unterschiedlich.

Die großen institutionellen Akteure (BMG, Selbstverwaltung, Pharmaunternehmen usw.) tun sich gegenwärtig noch schwer mit der Öffnung für User-Innovationen. Dies hängt unter anderem mit der auf Beständigkeit angelegten Versorgungsinfrastruktur, den Zulassungs- und Erstattungsverfahren und der aufwändigen Medikamentenentwicklung zu-

sammen. Die im Bereich Medizintechnik tätigen KMU können dagegen agiler auf Impulse von Nutzerinnen und Nutzern reagieren und sie können an eine Tradition der kooperativen Entwicklung von medizintechnischen Produkten anknüpfen. Das stärkste User Involvement ist im Bereich der Gesundheits-Apps zu verzeichnen, denn dort können Nutzer mit relativ geringem Aufwand eigene Ideen umsetzen und vermarkten.

In allen drei Bereichen spielt die Digitalisierung eine zentrale Rolle, wenngleich mit unterschiedlichen Stoßrichtungen. Diese reichen von der besseren Organisation von Patientengruppen über das Internet über die Verknüpfung digitaler Patienten- und Forschungsdaten für eine bessere Diagnose bis hin zum Empowerment von Patienten gegenüber ihren Ärzten. Auf der anderen Seite können z. B. Gesundheits-Apps als reine Marketingmaßnahmen für bestimmte Medikamente, Therapien oder zur Image-Verbesserung von Krankenkassen genutzt werden, welche das Innovationspotenzial digitaler Technologien entsprechend limitiert.

3.4 Bioökonomie

1. Wie sind Hersteller-Kunden-Beziehungen in diesem Bereich strukturiert?

Bei der Bioökonomie geht es darum, fossile Ressourcen durch nachwachsende Rohstoffe zu ersetzen. In der Bioökonomie steht der B2B-Bereich im Vordergrund, d. h. es geht um Wertschöpfungsketten der chemischen Industrie, die Vorprodukte für andere Industriezweige, wie z. B. die Verpackungsindustrie, den Automobilsektor oder Spielwarenhersteller herstellt. Endkunden kommen mit den bioökonomisch hergestellten oder angereicherten Produkten nur indirekt in Berührung. Sie kaufen Produkte oder Verpackungen, die mit Grundstoffen hergestellt wurden, die heute teilweise und in Zukunft möglicherweise komplett biobasiert hergestellt werden. Neben Verpackungen, wie z. B. Plastikflaschen mit Bio-PET-Anteil gehören Duft- und Aromastoffe zu den Anwendungen der Bioökonomie.

Biolebensmittel im engeren Sinne – d.h. solche Produkte, die als Bioprodukte im Lebensmittelhandel gekennzeichnet sind - sollen hier jedoch ausgeklammert werden, weil sie in einem anderen Innovations-Ökosystem entstehen. Dort geht es um eine alternative Herstellungsform von ohnehin pflanzlichen oder tierischen Ressourcen. Biolebensmittel sind prinzipiell näher am Kunden, die durch die bewusste Wahl von Bioprodukten nicht unerhebliche Marktmacht entwickeln können.

In dem hier betrachteten Teil der Bioökonomie geht es dagegen um neue Substanzen, die in bestehende Produkte und Produktionsprozesse eingeführt werden sollen oder existierende bio-basierte Produkte deutlich verändern. Für die Hersteller ist es dabei wichtig, dass die Funktionalität der biobasierten Produkte genau die selbe ist wie bei erdölbasierten Vorprodukten. Dies bedeutet jedoch nicht, dass biobasierte Produkte 1:1 in bestehende Produktionsprozesse eingepasst werden können. Die Hersteller müssen im Gegenteil ihre Prozesse z. T. deutlich umstellen, um die veränderten Vorprodukte zu integrieren. So hat z. B. der Getränkekarton-Hersteller Tetra Pak seine über 100 Produktionsstätten in einem aufwändigen und von der internen FuE begleiteten Prozess entsprechend umrüsten müssen, um einen höheren Bioanteil in seinen Produkten realisieren zu können. Dazu mussten neue Maschinen angeschafft und die Spezifikationen an vorhandenen Maschinen entsprechend verändert werden. Für die Getränkeabfüller selbst ändert sich durch den höheren Bioanteil in den Getränkekartons dagegen nichts: Sie verwenden die neuen Verpackungen so wie bisher.

Tatsächlich finden Umstellungen auf biobasierte Stoffe auch früher in der Wertschöpfungskette – und damit noch weiter vom Endkunden entfernt – statt: In der chemischen Industrie werden teilweise Grundchemikalien auf Biomasse umgestellt. Die Kunden der Grundchemikalien interessieren sich hierfür nicht im Detail, so lange die Funktionalität der Stoffe die gleiche ist.

Die Endkunden von biobasierten Produkten spielen bisher noch keine große Rolle, denn das Label „biobasiertes Produkt“ scheint bisher noch kein Kaufargument, mit dem die Hersteller im Verkauf punkten könnten. Allerdings gibt es inzwischen Verpackungen, die den Bioanteil explizit ausweisen, so z. B. die Verpackung von McCain's Chef Fries. Der Hinweis ähnelt dabei einem Öko-Siegel und soll auf die nachhaltige Produktionsweise der Verpackung hinweisen. Für die Kaufentscheidung relevant dürfte allerdings weiter der Inhalt der Packung sein. Die Verpackung spielt eine untergeordnete Rolle, insbesondere dann, wenn künftig alle Verpackungshersteller auf biobasierte Produkte setzen.

Umso wichtiger werden die Entscheidungen, die die Unternehmen im Bereich der Vorprodukte treffen, wie z. B. die Chemie- und Materialhersteller BASF oder Evonik. Deren Entscheidungen für oder gegen bestimmte biobasierte Produkte sind wiederum abhängig von Entscheidungen der so genannten Brandowner, d. h. von Unternehmen wie Coca-Cola, Unilever, Heinz Ketchup, IKEA oder Lego, die Verpackungen und Produkte herstellen, welche prinzipiell aus biobasierten Materialien bestehen können.

Beispiel Bioplastik: Große Chemiehersteller können einen Biorohstoff verwenden, diesen mit Enzymen behandeln oder fermentieren, um ein Plastik herzustellen, das sehr ähnliche Eigenschaften wie herkömmlich produziertes Plastik besitzt. Bioplastik kann

dann von anderen Unternehmen weiterverarbeitet werden, z. B. zu Plastikbesteck, zu Plastiktüten, zu Autointerieurs oder zu Plastikflaschen.

Dabei ist zu beachten, dass Bioplastik nicht gleichbedeutend ist mit „biologisch kompostierbar“. Beide Debatten, die biobasierte Herstellung von Produkten und die Entsorgung von Plastik bzw. die Vermeidung von Mikroplastikpartikeln in der Umwelt, sind derzeit noch getrennt. In der Bioökonomie geht es derzeit hauptsächlich darum, den Anteil biobasierter Materialien in Produkten zu erhöhen, um unabhängiger von Öl als Grundstoff zu werden. Auch diese Absicht trägt zur Nachhaltigkeit bei, sie ist aber heute noch nicht mit dem Komplex der Abfallentsorgung verknüpft. Weil sich viele Arten von Bioplastik nicht leichter abbauen als herkömmliches Plastik und weil nicht konsequent auf langlebigere Mehrwegverpackungen gesetzt wird, wurde der Verpackungsindustrie bereits „Greenwashing“ angekreidet.

Die Brandowner sind die Anwender im Bereich der Bioökonomie. Ihnen kommt eine große Bedeutung zu, denn sie entscheiden, in welchem Umfang sie biobasierte Produkte einsetzen. So ist es z. B. die Strategie von Coca-Cola, bis zum Jahr 2020 für ausgewählte Marken des Unternehmens (Vio Wasser, Lift usw.) so genannte PlantBottles einzusetzen, d. h. PET-Flaschen mit einem 30-prozentigem Bioanteil. Damit wird Coca-Cola zu einem wichtigen Abnehmer von Bioplastik. Aufwändig ist die Umstellung deshalb, weil die Hersteller großen Wert auf sichere Versorgungsketten legen. Es müssen also gleich zwei bis drei Plastikflaschen-Hersteller auf biobasierte Produkte umstellen, um Brandowner wie Coca-Cola dazu zu bewegen, solche Produkte einzusetzen. Innovationen erfordern in diesem Kontext intensive Koordinationsanstrengungen mit den Akteuren in den vorgelagerten Wertschöpfungsstufen.

2. Wer ist am Innovationsprozess beteiligt?

Die Innovationen im Bereich der Bioökonomie kommen hauptsächlich aus den Laboren und Anlagen großer Chemiehersteller, wie z. B. BASF, Evonik oder Bayer. Hier werden große Summen in die interne FuE investiert, die den Innovationsprozess organisiert. Dies trifft sowohl für die Herstellung biobasierter Grundstoffe, als auch für biobasierte Duft- und Aromastoffe zu, einem Bereich, in dem bereits alle großen Hersteller die neue Richtung eingeschlagen haben. Teilweise spielen auch Start-Ups und Ausgründungen aus Forschungseinrichtungen eine Rolle.

Kooperationen mit Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sind für die Chemieunternehmen im Bereich Bioökonomie sehr wichtig, insbesondere in frühen Phasen der Entwicklung. Die FuE-Abteilungen der Unternehmen sind sich bewusst,

dass sie nur einen kleinen Teil des Wissens selbst abdecken können. Deshalb setzen sie auf Impulse von außen und kooperieren mit entsprechenden Forschungseinrichtungen oder spezialisierten KMUs.

Die Produktion von biobasierten Stoffen ist ein komplexer Prozess, der die Forscherinnen und Forscher vor die Herausforderung stellt, dahinterzukommen, warum Prozesse, die im kleinen Maßstab reibungslos ablaufen, beim Hochskalieren plötzlich nicht mehr funktionieren. Da es sich um Stoffe aus der Natur handelt, die nie gleich beschaffen sind, kann es hier zu Schwankungen kommen, die schwer zu kontrollieren sind. Insbesondere die Extraktion von Stoffen aus Pflanzen, z. B. von reinem Zucker aus Zuckerrohr, erfordert komplexe Anlagen und ein vielfaches Testen, damit es im großen Maßstab funktioniert. Unternehmen der chemischen Industrie investieren in entsprechende Test- und Demonstrationsanlagen zweistellige Millionensummen.

Im Hinblick auf die Beteiligung der Nutzer am Innovationsprozess, d. h. hier der potenziellen Nutzer biobasierter Produkte in der Verpackungs-, Duft- und Aromastoffe-, Kosmetik-, Automobilindustrie usw., zeigt sich das für organisierte Innovationsprozesse bekannte Koordinationsproblem: Die Hersteller biobasierter Grundstoffe wissen oft nicht, welche Bedarfe und Einsatzfelder es bei den potenziellen Nutzern gibt und die potenziellen Nutzer wissen oft nicht, welche Lösungen die Vorlieferanten bereits entwickelt haben, die sie eventuell einsetzen könnten. Hersteller und Brandowner müssen deshalb verstärkte Anstrengungen unternehmen, die prinzipiellen Einsatzmöglichkeiten und die technischen Parameter untereinander abzustimmen. Dies ist auch deshalb notwendig, weil die Brandowner ihre Prozesse entsprechend umstellen müssen, wenn sie mit den neuartigen Materialien arbeiten wollen.

Innovationen kommen im Bereich der Bioökonomie also durch intensive Kooperationen zwischen Herstellern und Anwendern aus verschiedenen Branchen zustande, eine wirklich neuartige Öffnung des Innovationsprozesses ist jedoch nicht im breiten Stile zu erkennen. Und auch eine Beteiligung der professionellen Anwender am Innovationsprozess lässt sich hier nicht erkennen. Der Innovationsprozess wird im Wesentlichen von den FuE-Abteilungen der großen Chemieunternehmen initiiert, die anschließende Abstimmung mit Anwendern ist notwendig, es fehlt aber weiter an kooperativen Formaten für Anwender-integrierte Innovationsprozesse.

Einige Hinweise auf neuartige Öffnungen für Anwender und Endkunden finden sich jedoch im Duftstoffbereich. Dort beziehen die herstellenden Unternehmen frühzeitig ihre Kunden in die Produktentwicklung mit ein. Auch die Bio-Hacker-Szene kann als Beispiel angeführt werden für Prozesse der Öffnung einer Industrie, die ansonsten als nach außen hin abgeschlossen erscheint.

Auch im Bereich des Vertical Farming hat es in der jüngsten Vergangenheit Entwicklungen gegeben, die von einzelnen Personen und nicht von den FuE-Abteilungen großer Konzerne vorangetrieben wurden. Hobbyinsektenzüchter und Heimbrauereien können als weitere Beispiele angeführt werden, wobei unklar ist, welche Bedeutung diese Entwicklungen für die Bioökonomie insgesamt haben.

Im Unterschied zu den Informations- und Kommunikationstechniken gibt es im Bereich Bioökonomie keine Netzwerkeffekte und keine Mehrfachnutzungen. Im Gegenteil, die Skalierungseffekte, die im Bereich der digitalen Medien dafür sorgen, dass ab einer gewissen Schwelle automatisch neue Kundenkreise erschlossen werden, sind im Bereich Bioökonomie besonders schwierig zu erzielen und stoßen auf vielfältige technische Probleme. Darüber hinaus bedarf es für unterschiedliche Einsatzzwecke jeweils eigener Entwicklungsprozesse: Es wäre zwar wünschenswert, mit ein und demselben Grundstoff sowohl den Chemiemarkt als auch den Pharmamarkt zu bedienen, faktisch ist dies jedoch nur sehr selten möglich. Hinzu kommt, dass biobasierte Produkte derzeit teurer sind als Produkte, die auf Erdöl basieren.

Tatsächlich ist der wichtigste Innovationstreiber im Bereich Bioökonomie die Politik. Diese fordert seit einigen Jahren von den Herstellern größere Anteile an biobasierten Produkten und sucht dies mit entsprechenden Förderungen und Regulierungsvorgaben zu forcieren (siehe die „Nationale Politikstrategie Bioökonomie“ 2013, den „Fortschrittsbericht zur Nationalen Politikstrategie Bioökonomie“ 2016 und die „Nationale Bioökonomiestrategie“ 2020). Die Unternehmen richten sich an den Vorgaben aus und orientieren ihre FuE in die entsprechende Richtung. Allerdings handelt es sich um einen eher langfristig angelegten Transformationsprozess.

Interessanterweise sind es zwei externe Faktoren, die diesen Prozess beschleunigen könnten: Zum einen sind es die Endkunden, deren Kaufverhalten sich auf die Geschwindigkeit der Umstellung auf bioökonomische Verfahren und Produkte auswirken könnte. Und zum anderen ist es der Ölpreis, der biobasierte Produkte derzeit vergleichsweise teuer erscheinen lässt.

Unklar ist derzeit, wie sich die neue Vorgabe der Europäischen Kommission, ganz auf Plastik zu verzichten, auf die Umstellung auf biobasierte Produkte auswirken wird. Wie erwähnt, werden die Debatten um Herstellung und Entsorgung bisher getrennt voneinander geführt. Hier wird es Aufgabe der Politik sein, eine kohärente Strategie zu entwickeln, die beide Ziele miteinander in Einklang bringt. Wichtig wird es hierbei sein, dass die Bioökonomie zeigt, dass die Entsorgung von Bioplastik nachhaltig gelingt. Bisher hat die Bioökonomie ein grundlegendes Problem, weil sie noch nicht zeigen konnte, dass biobasierte Produkte per se nachhaltiger sind als herkömmliche Produkte.

3. Wie wirkt sich die neue Rolle der Nutzerinnen und Nutzer im Innovationsprozess aus?

Die Endnutzer treten im hier untersuchten Innovations-Ökosystem zwar nicht direkt auf, sie spielen aber indirekt auf zweifache Weise eine wichtige Rolle: Zum einen können sie prinzipiell über ihr Kaufverhalten dazu beitragen, dass die Unternehmen der Chemieindustrie, der Verpackungsmittelindustrie und vieler weiterer Industrien, in denen chemische Grundstoffe verarbeitet werden, ihren Anteil an biobasierten Produkten erhöhen. Zum anderen forciert die Politik mit ihrer Nachhaltigkeits-Agenda Transformationsprozesse in der Industrie und kann so ebenfalls zu einem höheren Bioanteil beitragen.

Allerdings finden sich im hier untersuchten Bereich der Bioökonomie keine Hinweise auf eine „Ermächtigung“ der Nutzer im Sinne einer substantiellen Beteiligung am Innovationsprozess oder im Sinne einer individualisierten Nutzung der Technologie. Es herrscht vielmehr die Einschätzung vor, dass es letztlich nicht die Endnutzer sind, die den Innovationsprozess treiben, sondern dass es die Brandowner sind, die die Umstellung forcieren. Dahinter stehen wiederum Forderungen der Politik an die Unternehmen, nachhaltiger zu produzieren.

Zusammenfassung

Biobasierte Produkte herzustellen, die ähnliche Funktionalitäten wie herkömmlich erzeugte Produkte haben, ist ein komplexer Prozess, der entsprechende FuE-Kapazitäten sowohl aufseiten der Grundstoffherzeuger als auch aufseiten der Anwenderunternehmen erfordert. Hier finden sich durchweg große bis sehr große Unternehmen, deren FuE weitgehend traditionell organisiert ist. Dies bedeutet, dass neue Produkte und Verfahren auf eigenen Versuchsanlagen und mit punktueller Unterstützung durch universitäre und außeruniversitäre Forschung entwickelt werden.

Wichtiger Innovationstreiber für die Bioökonomie ist die Politik, die von den Herstellern einen höheren Anteil an biobasierten Produkten fordert.

„Kunden“ in unserem Sinne sind die „Brandowner“, d. h. die Verpackungsindustrie, die Abfüller, die Hersteller von Plastikprodukten usw., die die chemische Industrie dazu bewegen können, neue, biobasierte Grundstoffe zu entwickeln. Die enge Kooperation zwischen Nutzern und Anbietern ist zwar Voraussetzung für die erfolgreiche Substitution in Einzelprojekten. Grundsätzlich lassen sich hier jedoch keine systematischen Öffnungen im Hinblick auf mehr Nutzerbeteiligung finden. Vielmehr ist das Innovationsgeschehen

durch bekannte Kooperationsdefizite zwischen den Akteuren auf verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette geprägt.

Obwohl die Bioökonomie im Wesentlichen ein B2B-Bereich ist, spielen auch Endkunden eine gewisse Rolle: Durch ihre Kaufentscheidungen und ihre Forderungen an die Politik nach mehr Nachhaltigkeit entscheiden sie mit darüber, ob sich bioökonomische Innovationen durchsetzen oder nicht.

3.5 Neue Materialien am Beispiel Graphen

1. Wie sind Hersteller-Kunden-Beziehungen in diesem Bereich strukturiert?

Graphen ist eine Materialinnovation, die potenziell Auswirkungen auf unterschiedlichste Technik- und Anwendungsbereiche hat. Die neuen Eigenschaften des Materials (hohe Stabilität bei gleichzeitiger Elastizität, hohe thermische und elektrische Leitfähigkeit, Transparenz, gute Bioverträglichkeit bei Implantaten usw.) sind bekannt, konkrete Anwendungsfelder gibt es bisher aber erst wenige und die Anforderungen für den industriellen Einsatz von Graphen werden derzeit erst genauer untersucht.

Es gibt nur wenige Hersteller von „echtem“, d.h. qualitativ hochwertigem Graphen. Interessant ist, dass es weltweit einige Firmen gibt, die behaupten, sie würde Graphen herstellen, in Wirklichkeit aber günstig produziertes Graphit, d. h. eine einfache Kohlenstoffform verkaufen.

Graphen dagegen ist relativ teuer in der Herstellung. Ein echter Graphen-Hersteller ist z. B. die Firma Graphenea S.A. aus San Sebastian in Spanien. Weiterhin gibt es eine Reihe von kleineren Spin-Offs, wie z. B. Be-Dimensional, ein Unternehmen, das aus dem Italian Institute of Technology heraus entstanden ist und das jüngst viel Venture Capital eingesammelt hat. Ähnliche Spin-offs gibt es auch in Deutschland, z. B. Sixonia Tech, eine Ausgründung aus der TU Dresden.

Bei der Graphen-Herstellung haben wir es mit einer sehr heterogenen Unternehmenslandschaft zu tun. Dies hat damit zu tun, dass es für Graphen völlig unterschiedliche Herstellungsmethoden gibt und dass das Material in sehr unterschiedlichen Bereichen eingesetzt werden kann. Wird es z. B. in elektronischen Komponenten eingesetzt, muss es in Silikon-Wafer-Prozesse integrierbar sein, d. h. es bedarf eines sehr reinen Materials, das in den Reinst-Räumen verarbeitet werden kann. Auf der anderen Seite gibt es

einfachere Beschichtungsverfahren, bei denen die Anforderungen nicht so hoch sind, hier kann Graphen als Pulver oder Tinte, d. h. als flüssiges Graphen verwendet werden. Entsprechend weniger anspruchsvoll sind die Herstellungsbedingungen.

Eine prinzipielle Schwierigkeit ist derzeit die Qualitätskontrolle und die Fähigkeit, hohe Qualität in großer Menge zu produzieren. Das „Upscaling“, bei dem es darum geht, Herstellungsprozesse, die unter Laborbedingungen funktioniert haben, in einen größeren, industriellen Maßstab zu übersetzen, stellt im Moment noch eine große Herausforderung dar. Aktuell könnten noch gar nicht die Mengen an Graphen in der erforderlichen Qualität hergestellt werden, die gebraucht würden, wenn es schon breite industrielle Anwendungen gäbe.

„Nutzer“ von Graphen in unserem Sinne sind andere Unternehmen, d. h. der B2B-Bereich steht klar im Vordergrund. Hier ist zu beachten, dass es sich nicht um eine simple Hersteller-Nutzer-Beziehung handelt, sondern dass wir es mit einem komplexen Nutzungskontext zu tun haben, der mehrere Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette umfasst: Zunächst wird das Material hergestellt, dieses wird in spezielle Komponenten eingebaut (z. B. optische Schalter, Kameramodule, PV-Module) und diese Komponenten werden schließlich in größere Geräte oder Produkte integriert. Es sind also mehrere Unternehmen involviert, von den Materialherstellern über die Komponentenhersteller und schließlich die Gerätehersteller bzw. die „Original Equipment Manufacturers“ (OEMs).

Je weiter man in der Wertschöpfungskette Richtung Endprodukt und Endnutzer voranschreitet, desto weniger wichtig erscheint der Ausgangsstoff. Im Endprodukt stehen Funktionalität, Performance und Kosten im Vordergrund. Wie dies jeweils erreicht wird, dafür interessieren sich die Kunden nicht im Detail. Ausgangspunkt einer Graphen-Wertschöpfungskette können z. B. Komponentenhersteller für Solarpanels sein. Mit Graphen beschichtete Solarpanels sind effizienter bei der Stromerzeugung als herkömmliche Panels. Anschließend werden die Komponenten zu fertigen Panels zusammengebaut, welche wiederum von einem Systemintegrator mit entsprechender Verkabelung und Elektronik versehen und dann an Endkunden verkauft werden.

Hier gibt es eine interessante Parallele zum Thema Bioökonomie. Auch in der Bioökonomie nimmt das Interesse am Ausgangsmaterial mit zunehmender Fertigungstiefe ab. Dennoch sind neue Materialien hoch relevant, da sie für bessere oder nachhaltigere Eigenschaften von Komponenten und Endprodukten sorgen.

Der komplexe Herstellungsprozess über viele Stufen hinweg erschwert Innovationen. Auch hier gibt es Parallelen zur Bioökonomie. Denn die Forscher in den Laboren und die Hersteller von Vorprodukten wissen oft nicht, welche konkreten Anforderungen die nachfolgenden Nutzer haben, welche Anwendungsbereiche es überhaupt gibt und wie eine

nachfragegetriebene Entwicklung aussehen könnte. Umgekehrt wissen die Endanwender oft nicht über die technischen Möglichkeiten des neuen Materials Bescheid.

In großen Unternehmen wird der Abgleich zwischen den Potenzialen einer neuen Technologie und bestehenden Produkten und Geschäftsbereichen meist von der zentralen FuE-Abteilung vorgenommen. Hier sind Innovations- oder Forschungsmanager damit beschäftigt, die technische Entwicklung zu beobachten und entsprechende Geschäftseinheiten des Unternehmens darüber zu informieren und umgekehrt, Anforderungen aus den Geschäftseinheiten aufzunehmen und Suchprozesse einzuleiten, um herauszufinden, welche neuen Technologien eingesetzt werden könnten (vgl. Häußermann et al. 2018, S. 60).

Im Bereich „Graphen“ funktioniert die Schließung der Wissenskette in der skizzierten ‚Art aber noch nicht: Zu weit weg erscheint derzeit noch die Forschung von konkreten Anwendungen. Allerdings ist dies nicht überall der Fall, denn es gibt erste Anwendungsgebiete. Diese werden aber noch zu wenig gesehen, der Übersetzungsprozess scheint erst langsam in Gang zu kommen.

2. Wer ist am Innovationsprozess beteiligt?

Bei Graphen handelt es sich um ein stark forschungsgetriebenes Thema. Hauptakteure sind derzeit renommierte Universitäten in Europa. Insbesondere die Universitäten Cambridge und Manchester in England spielen eine wichtige Rolle. In Manchester befinden sich auch die Institute der beiden Nobelpreisträger, die Graphen entdeckt haben. Die europäische Forschungspolitik unterstützt die Graphen-Entwicklung im Rahmen des Graphene-Flagship-Projekts, das 2013 gestartet wurde und in dem sich eine Vielzahl von Akteuren aus Forschung und Industrie zusammengeschlossen haben.

Das Graphen-Flagship ist mit einer Laufzeit von zehn Jahren und einer Fördersumme von insgesamt 1 Milliarde Euro die bisher größte Forschungsinitiative der Europäischen Union. Dabei steuert die Europäische Union 500 Millionen Euro bei, die anderen 500 Millionen Euro sollen von Mitgliedsstaaten und Unternehmen kommen. Im Graphen-Flagship werden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten über die gesamte Wertschöpfungskette – von der Materialherstellung über die Komponentenherstellung bis zu den Systemintegratoren – gefördert. Dabei stand die universitäre Forschung bisher klar im Vordergrund. Entscheidungskriterium für die Bewilligung des Mega-Projekts war die wissenschaftliche Exzellenz. Im Graphen-Projekt haben sich daher vor allem die besten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Europas versammelt.

Die Erwartung der europäischen Kommission ist es allerdings, dass aus der exzellenten Forschung mittelfristig auch Innovationen entstehen und dass Unternehmen einen konkreten Nutzen aus der Forschung an dem neuen Material ziehen können. Deshalb hat die Kommission zuletzt stark darauf gedrängt, noch mehr Industriepartner in das Projekt aufzunehmen und die Arbeitspakete insgesamt stärker auf Innovationen hin auszurichten. Diese Entwicklung spiegelt sich inzwischen auch in der Struktur des Graphen Flagship wider. Zu Beginn stammten rund 15 % der Partner aus der Industrie. In der im April 2020 begonnenen Projektphase „Core 3“ wird dieser Anteil auf fast 50 % steigen.

Dabei spielen auch die Roadmaps eine Rolle, die das Fraunhofer ISI entwickelt hat und in denen konkrete Anwendungsbereiche benannt, relevante Akteure identifiziert und mögliche Technologiepfade aufgezeigt werden. In der Folge wurden so genannte „Value Chain Workshops“ durchgeführt, um Anbieter und Nutzer zusammenzubringen. So wurde z. B. im Bereich Batterien für die Elektromobilität eine neue Wertschöpfungskette aufgebaut, die von der Materialherstellung bis zum OEM – in diesem Fall BMW – reicht. Graphen kann dazu beitragen, die Batterieleistung zu verbessern und damit die Reichweite von E-Fahrzeugen zu erhöhen. Ausgangspunkt waren dabei die Anforderungen des Autobauers, die in Spezifikationen für die Batterien übersetzt wurden, welche wiederum in Parameter für einzelne Batteriezellen mündeten und schließlich zu den Elektroden in den Zellen führte, denn dort kann Graphen eingesetzt werden, um die Leistungsparameter der Batterie zu erhöhen. Aus den Spezifikationen für eine Graphenbeschichtete Elektrode wurde dann festgelegt, wieviel Graphen in welcher Qualität benötigt wird; Informationen, die für die Materialhersteller entscheidend sind.

Auch die so genannten Spearhead-Projekte innerhalb des Flagships sollen dazu dienen, Forschungsergebnisse in die Anwendung zu bringen. Spearhead-Projekte müssen von Industriepartnern koordiniert werden, die gesamte Wissenskette von der Grundlagenforschung über die Komponentenhersteller und die OEM umfassen und innerhalb von zwei Jahren zu einem Ergebnis führen, das mit einem angestrebten Technology Readiness Level (TRL) von 7 bis 8 relativ marktnah ist.

Im Flagship versucht die europäische Forschungspolitik, einen Innovationsprozess in Gang zu bringen, der als klassischer Science-and-Technology-Push gestartet ist, der aber deshalb noch nicht zu einem Selbstläufer geworden ist, weil die Abstimmung zwischen Herstellern und Anwendern – und das heißt hier: zwischen Forschung und Industrie – noch nicht funktioniert. Die Politik übernimmt in gewisser Weise die Rolle der zentralen Unternehmens-FuE, welche normalerweise zwischen neuen Technologien und potenziellen Anwendungsfeldern vermittelt (s. o.). Weil das Thema Graphen relativ neu ist, können Unternehmen bei diesem Thema nicht wie bei anderen Themen auf etablierte

Forschungsnetzwerke zurückgreifen, um sich entsprechend zu informieren. Diese Lücke soll das europäische Flagship-Projekt schließen.

Neben der Grundlagenforschung und der europäischen Innovationspolitik sind Spin-offs, d. h. Ausgründungen aus Universitäten oder Forschungsprojekten wichtige Innovationstreiber im Bereich Graphen. Ein Beispiel hierfür ist die Firma Emberion, die 2016 als Spin-off der Universität Cambridge und des finnischen Elektronikherstellers Nokia gegründet wurde. Emberion nutzt die Sensorikeigenschaften von Graphen und setzt das neue Material in Kamerasensoren ein, die einen viel größeren Spektralbereich abdecken als herkömmliche Sensoren. Dies ist derzeit insbesondere für selbstfahrende LKW von Bedeutung, damit diese auch nachts fahren können.

Ein weiteres Beispiel ist Sixonia Tech GmbH, die bereits erwähnte Ausgründung aus der TU Dresden. Sixonia hat eine besondere Herstellungsmethode entwickelt und patentieren lassen, mit der eine spezifische Graphen-Art hergestellt werden kann, die sich z. B. für Anwendungen im medizinischen Bereich, aber auch darüber hinaus, eignet. Ein fertiges Produkt hat sich daraus noch nicht entwickelt, das Unternehmen strebt aber Kooperationen mit Komponenten- und Instrumentenherstellern an, um den praktischen Nutzen zu demonstrieren.

So unterschiedlich die Innovationspfade im Bereich Graphen jeweils sind, eine Gemeinsamkeit ist offensichtlich: Innovationen entstehen dort, wo Hersteller und Nutzer, Forschung und Industrie zusammengebracht werden, wo neue Kooperationen entstehen und neue Wertschöpfungsketten etabliert werden können.

3. Wie wirkt sich die neue Rolle der Nutzerinnen und Nutzer im Innovationsprozess aus?

Eine Öffnung von traditionellen Innovationsprozessen für neue Arten der Nutzerbeteiligung lässt sich im Bereich Graphen derzeit nicht ausmachen. Die Herausforderung im Bereich Graphen besteht vielmehr darin, Innovationsprozesse erst in Gang zu setzen und die vielfältigen potenziellen Anwendungen des neuen Materials in verschiedenen Kontexten zu testen und weiterzuentwickeln. Da es noch keine etablierten Innovationsprozesse gibt, geht es zunächst darum, die potenziellen Nutzer von Graphen, d. h. die Komponenten-, Instrumente- und Gerätehersteller mit der Forschung in Kontakt zu bringen, um die Vorteile des neuen Materials zu demonstrieren und um Weiterentwicklungen anzustoßen.

Obwohl Graphen ein forschungsgetriebener Technologieansatz ist, handelt es sich nicht um einen linearen Innovationsprozess. Vielmehr kommt es – vermittelt durch die Aktivitäten des Graphene-Flagships – zu neuartigen Kooperationen, in deren Verlauf Produkte und Verfahren an spezifische Gegebenheiten angepasst werden und sich damit an Bedarfen orientieren, die von den Akteuren auf verschiedenen Stufen der Wertschöpfung eingebracht werden.

Der Grund, warum dieser Prozess noch nicht von alleine läuft, liegt in der oftmals abwartenden Haltung der Großunternehmen, vor allem aber sind es die fehlenden Kooperationsnetzwerke und die neu aufzubauenden Wertschöpfungsketten, die einen größeren Erfolg von graphenbasierten Produkten und Lösungen derzeit verhindern.

Interessanterweise sind es nicht die großen Materialhersteller, wie z. B. BASF oder Solvay, die sich derzeit stark im Graphen-Bereich engagieren, sondern Telekommunikationsausrüster wie Ericson oder Nokia, die Graphen einsetzen wollen, um die Schaltzeiten von optisch-elektronischen Wandlern zu verkürzen. Dadurch versprechen sie sich eine innovative Lösung eines bekannten technischen Problems, das mit der zunehmenden Verbreitung von Glasfaseranschlüssen sowie als „Backbone“-Technologie für 5G-Mobilfunk immer virulenter wird.

Zusammenfassung

Endnutzer, die eigene Entwicklungen, Anforderungen oder Bedarfe in den Innovationsprozess einbringen und ihn damit spezifisch umgestalten, existieren im Bereich Graphen derzeit nicht. Graphen ist eine Materialinnovation, die sich in einer frühen Phase befindet. Zwar sind vielfältige Hoffnungen und Erwartungen mit dem neuen Material verbunden und die Liste potenzieller Anwendungsfelder ist lang. Allerdings konnten sich bisher noch keine industriellen Wissens- und Wertschöpfungsketten etablieren.

Dabei handelt es sich bei Graphen um einen reinen B2B-Bereich, „Hersteller“ sind Unternehmen, die Graphen in unterschiedlichen Ausführungen produzieren. Potenzielle „Nutzer“ sind Komponentenhersteller, Teileproduzenten, Zulieferer, Integratoren bzw. OEMs, wobei die Funktionalität des Produkts im Vordergrund steht und die Tatsache, dass an bestimmten Stellen Graphen zum Einsatz kommt, an Bedeutung verliert, je weiter der komplexe Produktionsprozess voranschreitet.

„Graphen“ ist ein stark forschungsgetriebenes Thema, das seine wesentliche Dynamik aus der Forschung an Universitäten und Forschungseinrichtungen bezieht. Damit aus der Spitzenforschung auch Anwendungen entstehen, hat die Europäische Kommission

2013 das Graphen-Flagship gestartet und finanziell entsprechend ausgestattet. Im Flagship wird sowohl wissenschaftliche Exzellenz als auch wirtschaftliche Verwertbarkeit gefordert, ein Zielkonflikt, der durch verschiedene neue Formate, wie z. B. Roadmaps, „Value Chain Workshops“ oder „Spearhead-Projekte“ unter Führung von Industriepartnern aufgelöst werden soll.

Das Flagship-Projekt übernimmt die Rolle einer zentralen Plattform, über die die komplexen Transferprozesse von der Forschung in die industrielle Anwendung angestoßen und koordiniert werden sollen. Diese Prozesse funktionieren deshalb noch nicht von selbst, weil das Thema Graphen neu, komplex und äußerst wissensintensiv ist und Unternehmen bei diesem Thema nicht auf vorhandene Forschungs- und Transfernetzwerke zurückgreifen können.

Das klassische Koordinationsproblem, das entsteht, weil Forscher nicht wissen, welche Anforderungen die Unternehmen haben und umgekehrt, die Unkenntnis der Unternehmen über neue technischen Möglichkeiten, existiert im Bereich Graphen in besonders prägnanter Weise. Normalerweise ist die unternehmensinterne FuE dafür zuständig, neue Technologien mit Relevanz für das eigene Unternehmen zu identifizieren und Prozesse einzuleiten, wie diese in existierende Geschäftsbereiche und Produktionsverfahren integriert werden können. Im Falle von Graphen fehlt es jedoch an entsprechenden Prozessen. Deshalb sind im Flagship-Projekt die großen Unternehmen Hauptadressaten von Formaten wie z. B. den „Value Chain Workshops“, in denen die Anforderungen von Nutzern und Herstellern abgeglichen werden sollen. Die Innovationspolitik übernimmt damit eine zentrale Funktion der Unternehmens-FuE.

Und während „User Involvement“ in unserem Sinne hier nicht stattfindet, könnte man von einem moderierten Beteiligungsprozess potenziell betroffener Nutzer, d. h. von Unternehmen auf den unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen sprechen. Denn um Graphen erfolgreich in Komponenten zu integrieren, müssen die Materialhersteller von den Komponentenherstellern wissen, welche Spezifikationen das Material haben muss und umgekehrt müssen die Komponentenhersteller die Anforderungen der Integratoren kennen. Am Ende steht ein angestrebter Zusatznutzen, der durch Graphen-unterstützte Komponenten und Produkte erzielt werden kann. Dies kann eine höhere Reichweite bei Elektrofahrzeugen sein, eine schnelle Energiebereitstellung für Gabelstapler, eine effizientere Wasserreinigung, ultra-schnelle Schalter für die Datenkommunikation oder eine größere Spektralbreite bei Kameras und Sensoren.

3.6 Innovationssystem sowie Forschungs- und Innovationspolitik

In diesem Abschnitt geht es nicht um neue Technologien und deren Diffusion in wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Kontexten, sondern um den größeren Zusammenhang, in dem Innovationen erst ermöglicht, verhandelt und gestaltet werden. Die Befassung mit den Themen „Innovationssystem“ bzw. „Forschungs- und Innovationspolitik“ scheinen zwar zunächst der inneren Logik dieses Berichts zu widersprechen, ging es doch bisher vor allem um Technologien und deren Gestaltung. In den analysierten Technologiefeldern und -sektoren (Informations- und Kommunikationstechnologien, industrielle Produktion, Gesundheitswesen, Bioökonomie und Graphen) zeigte sich auf jeweils spezifische Weise die Bedeutung von politischen Rahmenbedingungen, Regulierung und Forschungs- und Innovationspolitik. Von daher könnte das Zusammenspiel dieser Elemente auch als konzeptionelle Richtschnur fungieren. Dies ist hier jedoch ausdrücklich nicht beabsichtigt. Ausgangspunkt für die Behandlung des Themas ist vielmehr – neben der langen Liste von Referenzprojekten des Fraunhofer ISI zu diesem Thema – die Beobachtung, dass das Innovationssystem und die Forschungs- und Innovationspolitik in den letzten Jahren selbst Gegenstand von Öffnungen geworden sind.

Diese Öffnungsprozesse betreffen zum einen das Innovationssystem als Ganzes und zum anderen die Forschungs- und Innovationspolitik als Teilmenge des Innovationssystems. Die Bereiche überlappen sich, bilden aber zwei unterschiedliche Analyseeinheiten, denn im ersten Fall geht es um Veränderungen im Innovationssystem als solchem und im zweiten Fall geht es um die politische Steuerung von Innovationsprozessen im Zusammenhang mit einem Katalog gesellschaftlich relevanter Ziele. In den beiden Bereichen sind die Hersteller-Nutzer-Beziehungen unterschiedlich konzeptualisiert und auch die Treiber der Entwicklung unterscheiden sich.

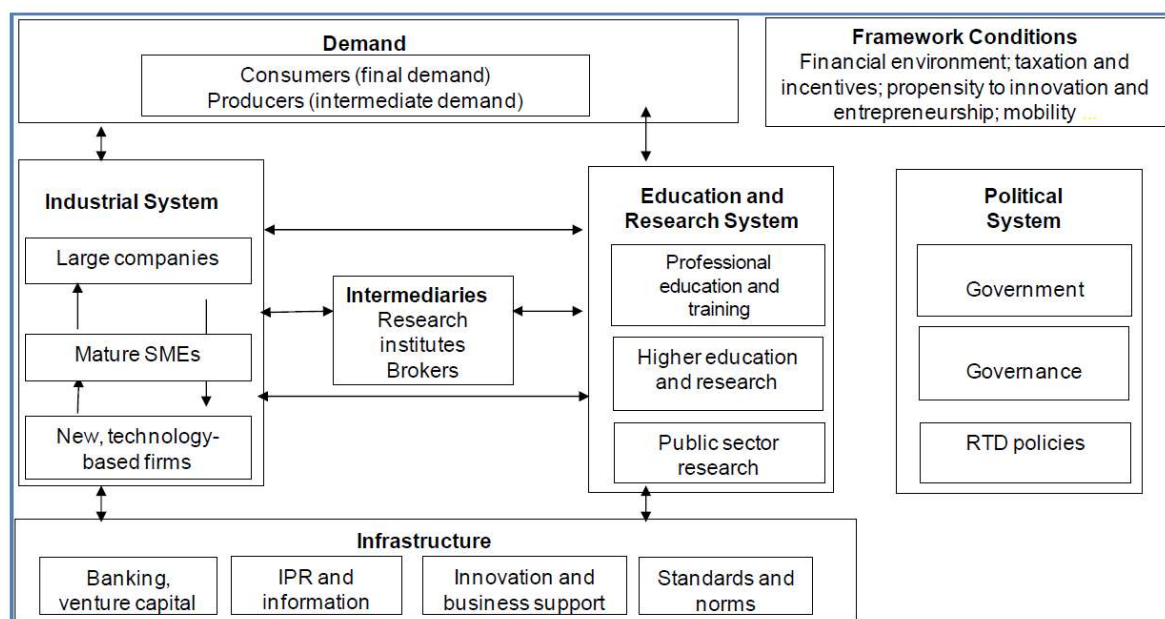
1. Hersteller-Nutzer-Beziehungen im „Systems-of-Innovation“-Konzept

Im „Systems-of-Innovation“-Modell von Kuhlmann und Arnold (2001), das in vielen Projekten im Fraunhofer ISI als Heuristik verwendet wird, sind „Hersteller“ von Innovationen zunächst die Unternehmen („Industrial System“), das Forschungssystem („Education and Research System“) und die Intermediäre („Intermediaries“), d. h. außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, Forschungs-Dienstleister, Transferpartner u. Ä. (siehe Abb. 3).

Der Bereich der „Nutzer“ ist unterteilt in „Consumers (final demand)“ und „Producers (intermediate demand)“, was der Unterscheidung von B2C und B2B entspricht. Das Mo-

dell benennt die relevanten Akteure, es beschreibt zunächst keine Innovationsdynamiken oder Wertschöpfungsverläufe. Durch die Platzierung der Akteure und die Verwendung von Pfeilen legt das Modell allerdings nahe, dass Innovationen aus dem Zusammenwirken von Unternehmen, Forschung, Intermediären und Nutzern entstehen. Einen wichtigen Bereich stellt darüber hinaus die Infrastruktur dar, d. h. die Finanzierungsbedingungen, die Rechteverwaltung, Unterstützungsleistungen usw. Etwas abseits und ohne Pfeilverbindungen zum Kern des Innovationsgeschehens stehen im Modell die Rahmenbedingungen und die politischen Akteure.

Abbildung 3: Systems-of-Innovation-Modell nach Kuhlmann und Arnold (2001)



Quelle: Kuhlmann, Arnold 2001, S. 2

In diesem System hat es nun in den letzten Jahren verschiedene Öffnungsprozesse gegeben, wie sich in Forschungsprojekten des Competence Center Neue Technologien, die z. T. in Zusammenarbeit mit anderen Competence Center im Fraunhofer ISI durchgeführt wurden, gezeigt hat.

2. Welche Veränderungen in den Hersteller-Nutzer-Beziehungen sind im Innovationssystem zu beobachten?

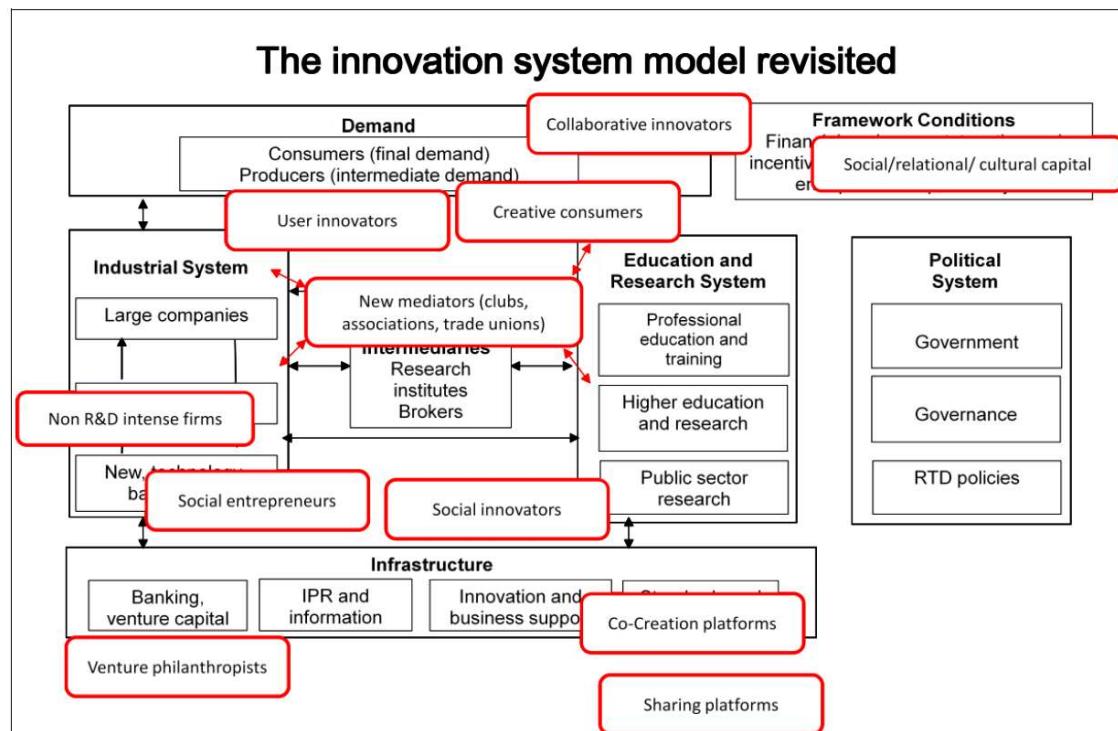
Die Veränderung im Innovationssystem bezieht sich zunächst auf den Unternehmensbereich („Industrial System“), der im Modell von Kuhlmann und Arnold ein relativ ge-

schlossenes System darstellt. Dieses ist zwar über Intermediäre mit dem Forschungssystem gekoppelt ist und weist auch Wechselwirkungen zum Bereich der Nachfrage („Demand“) auf. Allerdings kann das Modell in dieser Form nicht jene Entwicklungen abbilden, die im Mittelpunkt dieses Berichts standen, nämlich die Öffnungsprozesse der klassischen Unternehmens-FuE für Kundenwünsche, für Anforderungen von Bürgern, spezifischer Nutzergruppen, Patientenvereinigungen, NGOs usw. Insbesondere Unternehmen mit einem starken Technologiefokus versprechen sich viel von Kooperationen mit anderen Akteuren, auch wenn dies bedeutet, mit Akteuren in Kontakt zu treten, die zuvor nicht zur etablierten Innovationskette gehört haben.

Treiber dieser Öffnungsprozesse sind wie dargestellt die Unternehmen selbst, deren Interesse es ist, Produkte und Angebote passgenauer an den Bedarfen der professionellen Nutzer oder der Endnutzer auszurichten. Dabei ist auch zu beobachten, dass sich die Nutzer nicht nur als Konsumenten begreifen, sondern auch als Bürger, was eine spezifische Werthaltung impliziert. Als Bürgerin oder Bürger achten Konsumenten beim Kauf eines Produkts auch auf nachhaltige Herstellungsprozesse, auf CO₂-schonende Produktionsverfahren, auf Vermeidung von Kinderarbeit und Ähnlichem. Die zunehmende Sensibilität der Bürger kann direkt auf den Erfolg oder Misserfolg eines neuen Produkts durchschlagen. Für Unternehmen wird es deshalb immer wichtiger, sich wandelnde Kundeneinstellungen im Blick zu behalten, sich zu öffnen für die Bedarfe der Nutzerinnen und Nutzer und eine Art Rundumschau zu installieren, mit der neue Entwicklungen möglichst frühzeitig erkannt werden können.

Weitere Öffnungsprozesse im Innovationssystem, die über die beschriebenen hinausgehen, wurden auf einer konzeptionellen Ebene von Warnke et al. (2016) in ihrem Aufsatz „Opening up the innovation system framework towards new actors and institutions“ beschrieben. Die Modifikationen wurden in das Modell von Kuhlmann und Arnold eingefügt (siehe Abb. 4).

Abbildung 4: Das klassische Innovationssystem-Modell ergänzt um neue Akteure und Elemente der Öffnung



Quelle: Warnke; Koschatzky, Dönitz et al. 2016, S. 31.

An dieser Stelle soll der Hinweis auf weitere Öffnungsprozesse (rot in Abbildung 4) genügen. In der Gesamtheit bedeutet die Entwicklung, dass das Innovationssystem-Modell von Kuhlmann und Arnold aus dem Jahr 2001 weiter gefasst werden muss und dass dieses heute Nutzerinnen und Nutzer, Bürgerinnen und Bürger sowie neue Akteure, wie z. B. Stiftungen, private Geldgeber oder auch digitale Plattformen als Akteure im Innovationsprozess berücksichtigen muss.

3. Wie zeigt sich die Öffnungsdynamik in der Forschungs- und Innovationspolitik?

Die Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik ist die zweite Analyseeinheit, um die es hier gehen soll. Im Modell von Kuhlmann und Arnold (2001) gehört sie in gewisser Weise nicht zum Maschinenraum des Innovationsgeschehens. Aus politikwissenschaftlicher Perspektive stellt sich die Situation allerdings anders dar. Hier kommt der Innovationspolitik eine zentrale Rolle zu, weil sie über Forschungsfinanzierung und Transferprogramme entsprechende Anreize setzen und das Innovationsgeschehen über Regulierungsvorgaben entscheidend mitbeeinflussen kann.

Übersetzt man die Hersteller-Kunden-Terminologie auf den Bereich der Innovationspolitik, so wären die „Hersteller“ die Regierungsressorts, die entsprechende Programme und Projekte konzipieren und die Regulierungsbehörden, die entsprechende Rahmenbedingungen setzen. „Kunden“ in diesem Sinne wären Unternehmen, Bürger und Intermediäre, wie z. B. Universitäten, Forschungsinstitute und Transferorganisationen. Allerdings zeigen sich hier die Grenzen der Analogie. Besser wäre es, von „Adressaten“ der Innovationspolitik zu sprechen als von „Kunden“. Denn staatliche Vorgaben haben einen höheren Verbindlichkeitscharakter als Konsumententscheidungen.

4. Welche Veränderungen in den Hersteller-Nutzer-Beziehungen sind im Bereich der Innovationspolitik zu beobachten? Wer oder was sind die Treiber?

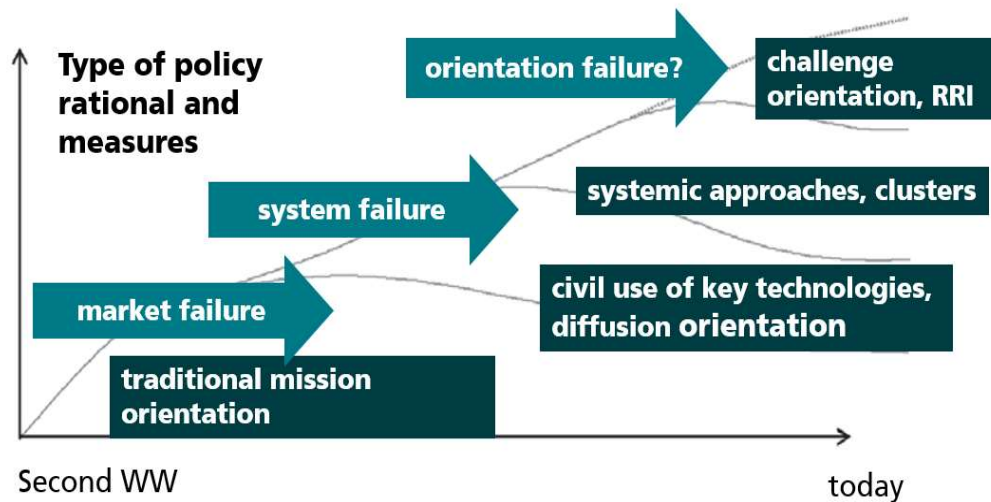
Ähnlich den oben beschriebenen Öffnungsprozessen in den Teilsystemen Unternehmen, Konsumenten und Bürger lassen sich auch im Bereich der Forschungs- und Innovationspolitik selbst in den letzten Jahren Öffnungs- und neue Beteiligungsprozesse beobachten.

So ist z. B. zu beobachten, dass die verschiedenen Beratungsgremien der Ministerien ein verändertes Akteursverständnis der politischen Entscheidungsträger widerspiegeln: Auch in der Politik ist angekommen, dass Innovationsprozesse komplexer geworden sind und dass sich diese Komplexität nur mit einem erweiterten Kreis von Akteuren bewältigen lässt. Ein Beispiel hierfür ist die Hightech-Strategie der Bundesregierung, in der seit 2006 Forschungsschwerpunkte festgelegt werden: Zu Beginn waren dort lediglich Forschungseinrichtungen und Industrieverbände vertreten. Dann kamen Gewerkschaften und andere gesellschaftliche Gruppen dazu und inzwischen sind alle relevanten zivilgesellschaftlichen Organisationen vertreten, d. h. der Prozess der Strategiefindung ist im Laufe der Zeit auf eine wesentlich breitere Basis gestellt worden. Dies hängt sicherlich mit einem höheren Legitimationsbedarf zusammen, denn die Forschungsausgaben sind insgesamt stark gestiegen. Es reflektiert aber auch die gestiegene Relevanz von Forschung und Innovation für andere Teilbereiche der Gesellschaft (vgl. Bradke, Edler, Frietsch et al. 2018).

Die Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik öffnet sich aber nicht nur für neue Akteure, sondern auch für neue Zielstellungen, die unter den Begriffen „Missionsorientierung“ und „Responsible Research and Innovation“ (RRI) zusammengefasst werden.

Was in früheren Phasen der Innovationspolitik das Marktversagen („market failure“) oder das Systemversagen („system failure“) war, scheint heute das Orientierungsversagen („orientation failure“) zu sein (siehe Abb. 5).

Abbildung 5: Science-, technology- and innovation-policy paradigms since 1945



Quelle: Lindner 2019, basierend auf Daimer, Hufnagl, Warnke 2012

Auf alle drei Krisendiagnosen antwortete die Innovationspolitik mit spezifischen Maßnahmen, die heutige Innovationspolitik orientiert sich zunehmend an den großen gesellschaftlichen Herausforderungen („challenge orientation“) und an RRI.

Bei der „orientation-failure“ geht es um die Frage, wie man eine Richtung bzw. Orientierung in das Innovationssystem bringen kann. Diese Frage beschäftigt vor allem Innovationsforscher, aber auch in der Politik gibt es Hinweise darauf, dass Politikstrategien zunehmend als unzureichend betrachtet werden, die sich damit begnügen, Rahmenbedingungen für Innovationen aller Art und Richtung zu schaffen.

Denn während es in den 1990er-Jahren noch hauptsächlich darum ging, wie man vorhandene Transferinstrumente, wie z. B. Cluster oder Transferzentren, möglichst effizient ausgestaltet („getting the structures right“), geht es heute zunehmend um die Frage, was mit den Innovationsaufwendungen letztlich erreicht werden soll und wie man es erreichen kann („getting the right structures“).

Die virulenten Problemlagen wurden in den letzten Jahren in den so genannten Grand Societal Challenges (z. B. den sieben gesellschaftlichen Herausforderungen der EU²)

² Gesundheit, demographischer Wandel, Nahrungssicherheit, nachhaltige Landwirtschaft, maritime Ökosysteme und Bioökonomie.

oder den Sustainability Development Goals (zehn STGs der Vereinten Nationen³) konkretisiert.

Die Forschungspolitik hat sich in letzter Zeit zunehmend damit beschäftigt, wie man Forschungsergebnisse und Innovationsprozesse stärker auf die Adressierung dieser Problemlagen hin organisieren kann. Dabei handelt es sich um eine nicht triviale Aufgabe, denn Forschung braucht Freiheit und lässt sich nicht im Voraus auf politische Zielvorgaben oder wünschenswerte Impacts festlegen. Aber man kann bestimmte Anreize und Governance-Strukturen schaffen, um das Innovationssystem als Ganzes stärker in Richtung einer Problemlösung hin auszurichten. Dies impliziert, dass die Innovationspolitik generell einen größeren Akteurskreis integrieren und adressieren muss (vgl. z.B. Botthof, Edler, Hahn et al. 2020 oder Polt, Berger, Gassler et al. 2014).

Im Kontext der beiden älteren Paradigmen musste im Grunde nur der Kernbereich der klassischen Forschungs- und Innovationsakteure beachtet werden. Die Universitäten, die Forschungsinstitute und die forschungstreibende Industrie. Diese waren die Adressaten für die Clusterpolitik, für Förderprogramme, Mittelstandsförderung usw.

Aber wenn heute z. B. die Elektromobilität gefördert werden soll, um dem Klimawandel entgegenzuwirken, hat es die Innovationspolitik mit einer ganzen Reihe neuer Akteure zu tun. Diese reichen von den Auto- und Batterieherstellern über Tankstellenbetreiber, Autoverleiher, Autowerkstätten, die Stromversorger, die auf erneuerbare Energien umstellen müssen bis zur Bauwirtschaft, die leistungsfähige Stromanschlüsse in Garagen und Gebäuden vorsehen oder nachrüsten müssen. Und die Innovationspolitik muss sich mit Verhaltensänderungen der Konsumenten auseinandersetzen und Anreize für den Umstieg setzen.

Soziale Innovationen, Governance-Fragen, Anreizsysteme, Integration heterogener Akteure: dies sind wichtige Elemente einer auf die Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen ausgerichteten Innovationspolitik. Da diese über die klassische Forschungs- und Innovationspolitik hinausgeht, wird die Innovationspolitik insgesamt politischer, d. h. gesellschaftlich umkämpfter und zu einem gewissen Grad auch zu einem Gegenstand gesellschaftspolitischer Auseinandersetzungen.

Im Kontext der stärkeren Orientierung der Innovationspolitik an gesellschaftlichen Herausforderungen und der damit zusammenhängenden Transformationsnotwendigkeiten erscheint es wahrscheinlich, dass Regulierung als Instrument der politischen Steuerung wiederentdeckt wird. Ein Beispiel ist hier die Agrarwende: Während früher versucht

³ Frieden, Ernährungssicherheit und nachhaltige Landwirtschaft, Wasser und Verbesserung der Hygiene, Energie, Bildung, Armutsbekämpfung, Gesundheit, Klimawandel, Umwelt/Management natürlicher Ressourcen, Beschäftigung.

wurde, Systemdefizite durch eine bessere Organisation von Austausch- und Koordinationsprozessen zu beheben, erfordert die Wende zu einer nachhaltigen, ökologischen Landwirtschaft spezifische Regulierungsvorgaben und konkrete Fördermaßnahmen für die betroffenen Landwirte.

Zusammenfassung

In diesem Abschnitt wurden zunächst Innovationsprozesse aus der übergreifenden Perspektive eines nationalen Innovationssystems betrachtet. An vielen Stellen des Innovationssystems zeigen sich Öffnungs- und Rekonfigurationsprozesse. Neue Akteure und neue Innovationsimpulse machen eine konzeptionelle Erweiterung des Modells des Innovationssystems notwendig.

Ausgangspunkt der Öffnungs- und Beteiligungsprozesse ist der Unternehmenskontext: Unternehmen beteiligen neue Akteure, um neue, komplexe Technologien aufzunehmen oder um Kundenbedürfnisse besser bedienen zu können. Interessanterweise kommen hier aber auch Nachhaltigkeitsaspekte zum Tragen. Denn die Konsumentinnen und Konsumenten sind sensibler geworden z.B. im Hinblick auf CO₂-reduzierte Produktionsverfahren, im Hinblick auf umweltverträgliche Verpackungen oder auch im Hinblick auf die Vermeidung von Kinderarbeit. Unternehmen brauchen deshalb neben Instrumenten des Technologiemonitorings zunehmend auch Instrumente, um sich ändernde Kundeneinstellungen zu erkennen.

Neben den beschriebenen Öffnungsprozessen wurden in diesem Kapitel auch Anleihen bei Warnke, Koschatzky, Dönitz et al. (2016) gemacht. Diese haben die Rolle bisher nicht ausreichend beleuchteter Akteure wie z. B. „user innovators“, „creative consumers“, „new mediators“, oder auch neuer Instrumente wie z. B. von Co-creation-Plattformen oder Sharing-Plattformen im Innovationssystem hervorgehoben. Übereinstimmend mit den hier präsentierten Befunden ergibt sich die Notwendigkeit, das Innovationssystem-Modell von Kuhlmann und Arnold von 2001 zu erweitern, um die Öffnungsbewegungen konzeptionell abbilden zu können.

Wie stark die neuen Akteure und Entwicklungen das Innovationsgeschehen dann tatsächlich prägen, ist eine offene Frage. Eine empirische Überprüfung – insbesondere in Abgrenzung zu eher traditionellen Innovationsprozessen – kann nur jeweils spezifisch für ausgewählte Technologien, Themenkomplexe oder für spezielle Anwendungsfelder erfolgen.

Der zweite, in diesem Kapitel untersuchte Bereich ist die Forschungs- und Innovationspolitik. Diese unterscheidet sich von den anderen in diesem Bericht adressierten Bereichen (IuK, produzierende Industrie, Gesundheitswesen, Bioökonomie und Graphen) dadurch, dass der direkte Technikbezug fehlt. Gemeinsamkeiten gibt es allerdings bei der Strategie, auf ein komplexer gewordenes Umfeld zu reagieren: Beide Akteure – der Staat bzw. die Forschungs- und Innovationspolitik als auch die Unternehmens-FuE – reagieren auf die Schwierigkeit, Steuerungswirkungen ohne direkten Zugriff auf das Steuerungsobjekt zu erzielen, indem sie sich für neue Akteure und Beteiligungsformen öffnen. So hat die staatliche Forschungs- und Innovationspolitik in den letzten Jahren mehr gesellschaftliche Expertise in den Prozess integriert und z.B. über Roadmapping und andere Foresight-Prozesse Beobachtungsinstrumentarien etabliert, die analog zur stärkeren Nutzerorientierung bei den Unternehmen gesehen werden können.

Gleichzeitig versucht die Forschungs- und Innovationspolitik, dem Innovationsprozess eine Richtung vorzugeben, welche auf die Bewältigung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen abzielt. Der generellen Öffnung der Innovationspolitik steht also auf der konzeptionellen Ebene eine Fokussierung intendierter Wirkungen auf gesellschaftspolitische Ziele gegenüber. Wie weit diese Entwicklung tatsächlich vorangeschritten ist und wie handlungsleitend Konzepte wie Missionsorientierung und RRI bei den politischen Entscheidungsträgern inzwischen sind, kann nicht abschließend beurteilt werden. Neben den neuen Kooperationsmodellen und neuen Wertorientierungen in der Innovationspolitik werden auch die traditionellen Ansätze weiter verfolgt, bei denen neue Technologien und deren wirtschaftliche Potenziale im Vordergrund stehen.

4 Analyse der Ergebnisse: Gleichzeitigkeit unterschiedlicher Öffnungs- und Beteiligungsprozesse

Die Fallstudien haben eine Vielzahl von Hinweisen auf Öffnungsprozesse und neue Beteiligungsformen ergeben. In vielen Bereichen spielen Nutzerinnen und Nutzer inzwischen eine wichtige Rolle im Innovationsprozess. Ausgangspunkt der Analyse war die Beobachtung, dass offene Innovationsprozesse unter Beteiligung neuer Akteure und insbesondere von Nutzerinnen und Nutzern durchweg an Bedeutung gewinnen. Die Analyse der Bereiche Informations- und Kommunikationstechnologien, industrielle Produktion, Gesundheit, Bioökonomie, Neue Materialien am Beispiel von Graphen sowie der Konzeption des Innovationssystems und der Forschungs- und Innovationspolitik war als eine Art Reality Check für die These angelegt, dass es eine durchgängige und für alle Bereiche gültige Entwicklung in Richtung Open Innovation gäbe.

Tatsächlich hat sich in allen Bereichen gezeigt, dass Innovationsprozesse in den letzten Jahren komplexer geworden sind – z. T., weil komplexe neue Technologien eingeführt wurden, z. T., weil zunehmende Vernetzungen der Akteure vielfältige Abstimmungsprozesse erfordern. Entsprechend wurden in allen untersuchten Bereichen Hinweise für neue Nutzerbeteiligungen gefunden (siehe Tabelle 1).

Allerdings zeigt sich ein uneinheitliches Bild: Nicht in allen Bereichen zeigen sich die neuen Beteiligungsformen in gleicher Weise und Stärke. Und nicht überall spielen heute Nutzer eine wichtige Rolle - unabhängig davon, wie man den oder die Nutzer letztlich konzipiert: als Zulieferer im B2B-Bereich, als Patientin oder Patient, als Bürger, als Akteursgruppe oder als Endnutzer.

Die am stärksten vom „User Empowerment“ betroffenen Innovationsprozesse finden sich in den Bereichen Open Source Software und bei den Gesundheits-Apps. Bei der Bioökonomie und bei Graphen sind die Hinweise auf Nutzerbeteiligungen im Sinne von Open Innovation dagegen eher spärlich und in der Forschungs- und Innovationspolitik gibt es neben Hinweisen auf eine Öffnung für neue Akteure weiterhin Innovationsstrategien, die eher dem Technology-Push-Modell folgen.

Tabelle 1: Hinweise auf Öffnungsprozesse und Nutzerbeteiligungen in den untersuchten Bereichen

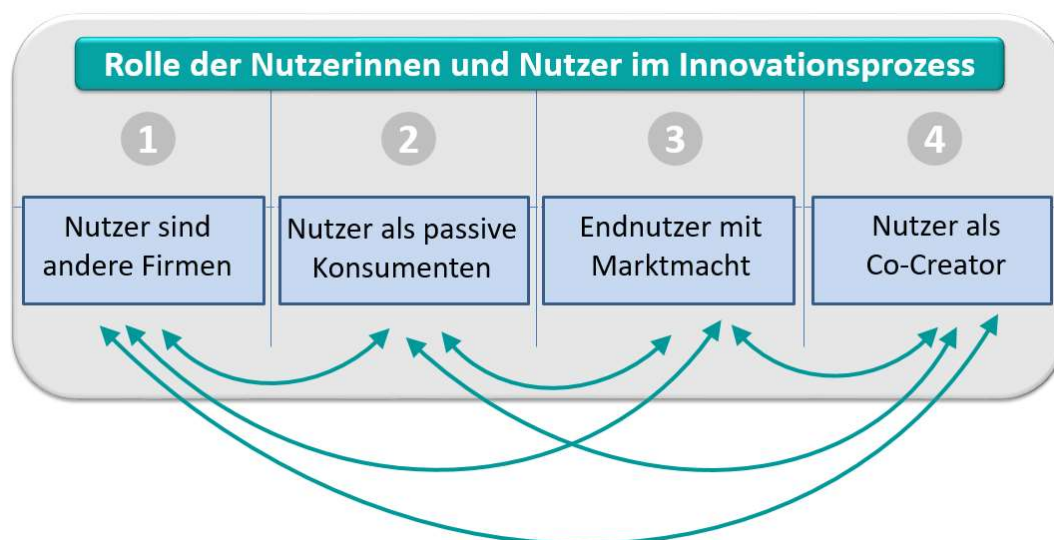
Untersuchte Bereiche	Hinweise auf Öffnungsprozesse und Nutzerbeteiligungen
Informations- und Kommunikationstechniken Open-Source-Software Digitale Plattformen Content Provider	 +++ ++ ++
Industrielle Produktion B2B B2C	 + ++
Gesundheit Pharmaindustrie Medizintechnik Gesundheits-Apps	 + ++ +++
Bioökonomie B2B B2C	 + ++
Graphen Forschungsförderung Anwenderbranchen	 ++ +
Innovationssystem Forschungs- und Innovationspolitik	 + +

Tatsächlich ist die Entwicklung in den einzelnen Bereichen sehr heterogen und von Gleichzeitigkeiten geprägt. Die Analyse der Entwicklungen in den ausgewählten Bereichen legt die Schlussfolgerung nahe, dass es sich bei Open Innovation nicht um ein einheitliches und alle Branchen und Bereiche überformendes Entwicklungsmodell handelt, sondern dass Nutzerbeteiligungs- und Öffnungsprozesse sehr unterschiedlich gelagert sein können und dass sie keineswegs zwangsläufig sind. In Anlehnung an Schlögel (2003) könnte man von einer simultanen „Kopräsenz des Differenten“ sprechen (Schlögel 2003, S. 49). Denn während sich etablierte Innovationsplayer unterschiedlich

stark für User-Innovationen öffnen, können User-generierte Innovationen wieder in etablierte Kontexte zurückfinden, indem z. B. Start-ups gegründet oder innovative Akteure in bestehende Unternehmen integriert werden. Das heißt, es können auch Schließungsprozesse beobachtet werden, insbesondere dort, wo es um Innovationen mit hoher Marktrelevanz und um die Kommerzialisierung von geistigem Eigentum geht.

Vor diesem Hintergrund erscheint das Stufenmodell, wie es in Kapitel 2 dargestellt ist, als unangemessen: Statt mit einer einheitlichen Aufwärtsbewegung haben wir es eher mit Stadien der Beteiligung und Kooperation zu tun, die sich in beide Richtungen entwickeln können und die in unterschiedlichen Konfigurationen auftreten können (siehe Abb. 6).

Abbildung 6: Rolle der Nutzerinnen und Nutzer im Innovationsprozess: Gleichzeitigkeit statt Aufwärtsbewegung

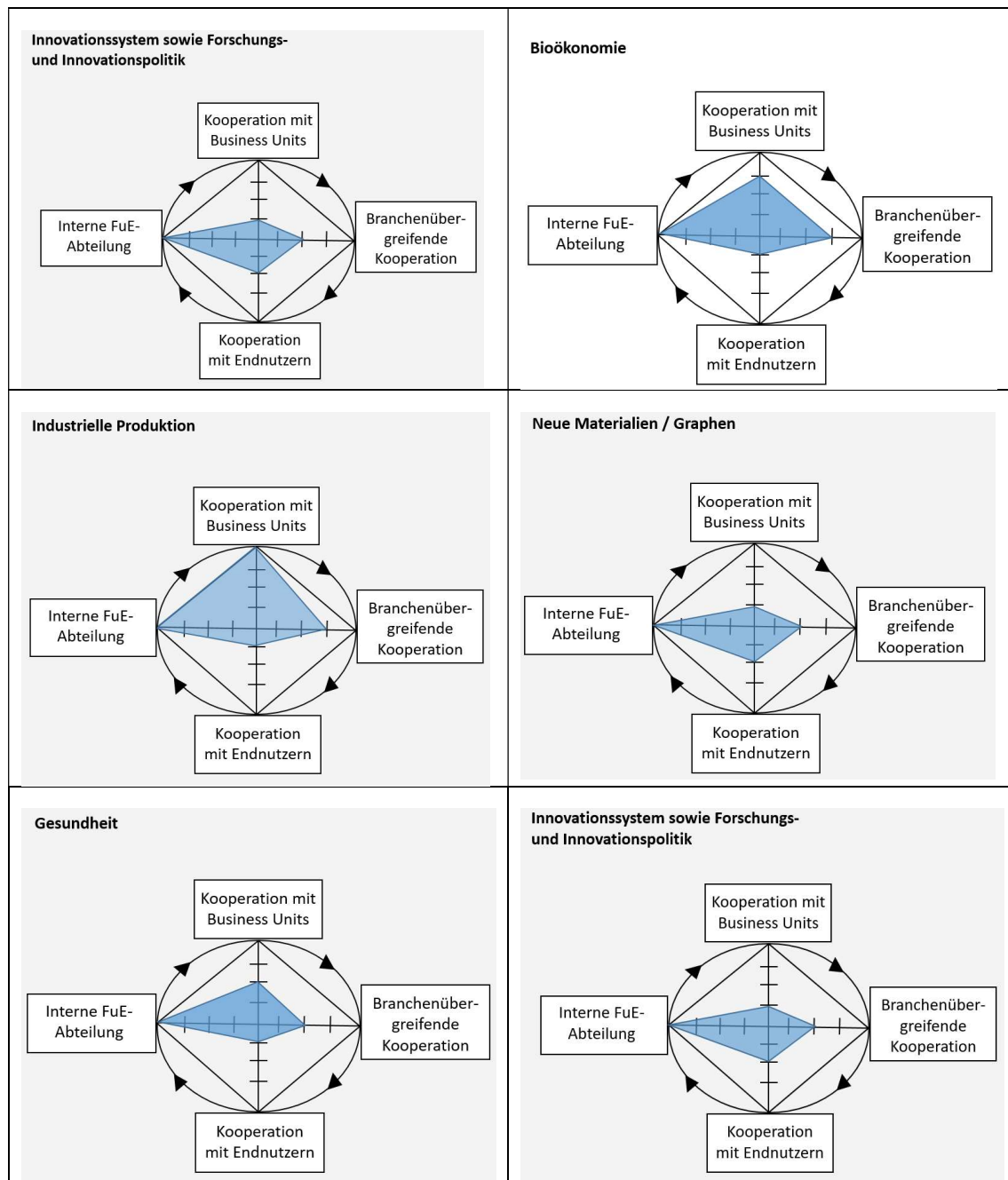


Quelle: Eigene Darstellung

Ganz ähnlich verhält es sich bei der Frage, welches die dominanten Innovationsmodi in den jeweiligen Bereichen sind. Hier wurde ebenfalls von einer aufsteigenden Bewegung ausgegangen, nämlich von der internen FuE über die Kooperation mit anderen Unternehmensbereichen über die branchenübergreifende Kooperation bis hin zur Kooperation mit den Endnutzern (siehe das Stufenmodell in Abschnitt 2.2). Dieses Entwicklungsmodell impliziert, dass am Ende die Nutzerinnen und Nutzer die zentralen Impulsgeber für Innovationen sind und die anderen Innovationsmodi überflüssig werden.

Die Befunde deuten jedoch auf einen komplexeren Zusammenhang hin. Nutzerinnen und Nutzer sind zwar dominante Impulsgeber für Innovationen z.B. im Bereich der Open Source Softwareentwicklung. In der Bioökonomie und bei Graphen ebenso wie in Teilen der Informations- und Kommunikationstechnologie dominiert aber weiter die klassische FuE. Und in der industriellen Produktion und im Gesundheitsbereich sind es vor allem branchenübergreifende Kooperationen, die für viele Innovationen maßgeblich sind.

Abbildung 7: Konfigurationen statt dominanter Innovationsmodi



Tatsächlich fällt die eindeutige Bestimmung eines dominanten Innovationsmodus schwer, denn in allen untersuchten Bereichen können auch Beispiele angeführt werden, die gegen eine bestimmte Zuordnung zu einem Innovationsmodus sprechen. Statt eines dominanten Innovationsmodus findet man unterschiedliche Mischungsverhältnisse, d.h. spezifische Zusammensetzungen einzelner Innovationsmodi. Abbildung 7 zeigt den Versuch, diese Konfigurationen für die sechs ausgewählten Bereiche zu bestimmen.

Im Überblick zeigt sich, dass in manchen Bereichen die vermeintlich älteren klassischen Innovationsprozesse weiterhin prägend sind, während in anderen Bereichen das Open-Innovation-Konzept die angemessene Beschreibungsform für die untersuchten Innovationsprozesse ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es sich bei der Open Innovation-Entwicklung ebenso wie bei der Digitalisierung nicht um einen Automatismus handelt. Die Vorteile, die offene Beteiligungsprozesse bieten, können von Unternehmen, Verwaltungen und der Gesellschaft insgesamt nur genutzt werden, wenn sich die Akteure auf den neuen Innovationsmodus einlassen, wenn sie sich öffnen für neue Kooperationen und Akteure und wenn sie sich noch stärker vernetzen, auf digitalen Plattformen präsent sind usw.

Zum anderen lässt sich schließen, dass die klassische FuE keineswegs ausgedient hat. Sie bleibt auch weiterhin relevant im industriellen wie auch im Dienstleistungskontext. Hier gilt es insgesamt, genauer hinzuschauen, sorgfältig zu analysieren und die Veränderung von Innovationsprozessen langfristig und insbesondere in ihrem jeweiligen Bezug zur Digitalisierung zu betrachten.

Öffnungsprozesse und neuartige Beteiligungsformen zeigen sich aber nicht nur bei den Hersteller-Nutzer-Beziehungen, sondern betreffen das Innovationssystem als Ganzes. Dies bedeutet, dass eine angemessene Beschreibung des Innovationssystems ergänzt werden muss um neue Innovationsformen (wie z.B. soziale Innovationen), neue Akteure (wie z.B. Dienstleister in der Sharing-Economy) und neue Intermediäre (wie z.B. Technologie-Cluster oder Wissens-Netzwerke).

Auch die Forschungs- und Innovationspolitik hat bereits Teile ihrer Strategiefindungsprozesse auf eine breitere Basis gestellt, indem sie den Kreis der an der Formulierung und Umsetzung innovationspolitischer Maßnahmen Beteiligten entsprechend erweitert hat. Dies hat u.a. mit der zunehmenden Orientierung der Politik an gesellschaftlichen Herausforderungen zu tun („Missionsorientierung“, „Responsible Research and Innovation“), was sich als ein laufender Prozess darstellt.

5 Ausblick

Die Auswahl der sechs Untersuchungsbereiche (Informations- und Kommunikationstechniken, industrielle Produktion, Gesundheit, Bioökonomie, Graphen, Forschungspolitik) orientierte sich an den Themenbereichen, die in den drei beteiligten Competence Center des Fraunhofer ISI bearbeitet werden. Um generalisierbare Aussagen zur neuen Rolle der Nutzer im Innovationsprozess machen zu können, müssten weitere Themenbereiche und Branchen in die Analyse einbezogen werden.

Dennoch erlaubte der Vergleich der untersuchten Bereiche interessante Aussagen zu Gemeinsamkeiten und Unterschieden im Hinblick auf die neue Nutzerrolle. Zu den Befunden gehört z. B. die Feststellung, dass Nutzer in allen Bereichen eine wichtigere Rolle im Innovationsprozess spielen als früher. Die Formulierung von der „increasing user sophistication“ (Bogers, Afuah, Bastian 2010, S.872) trifft diese Veränderung sehr gut, denn Nutzer wie FuE-Abteilungen befinden sich heute in einem komplexeren Umfeld, haben durch die Digitalisierung und durch Öffnungsprozesse heute aber auch mehr Möglichkeiten, eigene Innovationsimpulse zu setzen, eigene oder kollaborativ entwickelte Ideen zu verwirklichen und „smarter“ mit der komplexen Umwelt zu interagieren.

Die Unterschiede, die in den jeweiligen Bereichen gefunden wurden, führten zu einer Infragestellung der Entwicklungslogiken, die von vielen Open-Innovation-Vertretern behauptet werden. Statt von Entwicklungsstufen zu sprechen – so die Empfehlung dieser Studie – sollte eher von verschiedenen Stadien und Konfigurationen der Beteiligung und Öffnung des Innovationsprozesses gesprochen werden. Dabei blieb die Frage offen, welche Gründe letztlich dafür verantwortlich sind, dass die Innovationsmodi zwischen den untersuchten Bereichen so erheblich variieren. Möglicherweise stellt der Reifegrad einer Technologie oder einer neuen Anwendung eine Determinante dar. Die Klärung dieses Zusammenhangs stellt ein weiteres Forschungsdesiderat dar.

Wie insbesondere die Fallstudie zur Forschungs- und Innovationspolitik gezeigt hat, haben neue Beteiligungs- und Öffnungsprozesse Auswirkungen auf das Innovationssystem als Ganzes. Forscherinnen und Forscher, die die Innovationssystemebene im Blick haben, bestätigen diesen Befund und heben hervor, dass das gestiegene Nutzerinvolvement zu engeren Beziehungen und intensiveren Austauschprozessen im Gesamtsystem führt (Warnke, Koschatzky, Dönitz et al. 2016 und Wang, Vanhaverbeke, Roijackers 2012). Wie diese Beziehungen tatsächlich gelagert sind, welche Varianten es gibt und was dies für die Dynamik des Gesamtsystems bedeutet, könnte in einer weiterführenden Studie untersucht werden.

Über die eigentliche Fragestellung hinaus haben sich in den Fallstudien Hinweise auf Zusammenhänge ergeben, die weiterverfolgt werden können. So z. B. die Frage, welche Rolle Politik und Regulierung in den untersuchten Bereichen spielen und wie diese mit Innovationen und der neuen Nutzerrolle verknüpft sind. In der folgenden Tabelle sind die unterschiedlichen Rollen von Politik und Regulierung in den untersuchten Bereichen aufgeführt.

Tabelle 2: Die Rolle von Politik und Regulierung in den untersuchten Bereichen

Informations- und Kommunikationstechniken	Regulierung der Plattformbetreiber, Datenschutzvorgaben
Industrielle Produktion	Staatlich finanzierte Transferprojekte zur Anwendung von digitalen Technologien, auch Systemwechsel zur Elektromobilität
Gesundheit	Einfluss des Gesetzgebers auf Zulassung, Erstattung, Finanzierung, Versorgung im Gesundheitswesen
Bioökonomie	Staatliche Vorgaben zur Erhöhung des Anteils bioanaloger Stoffe, Recycling-Vorgaben, Plastikvermeidung
Graphen	Europäische Forschungsförderung unterstützt Strategien zur Anwendung der neuen Technologie
Forschungs- und Innovationspolitik	Fordert die Akteure im Innovationssystem auf, Innovationen in den Kontext der großen gesellschaftlichen Herausforderungen zu stellen

Möglicherweise sind Politik und Regulierung stärkere Treiber im Innovationsprozess als dies in dieser Studie zum Ausdruck gekommen ist. Insbesondere vor dem Hintergrund aktuell laufender Studien im Fraunhofer ISI zu Transformationsprozessen wäre eine interessante weitergehende Frage, inwieweit Nutzerbeteiligungen von der Politik eingefordert oder gesteuert werden können oder sollen, um die aktuellen gesellschaftlichen Herausforderungen zu adressieren.

6 Literatur

- Abbate, Janet (1999): *Inventing the Internet*. Boston, MIT Press.
- Anderson, Chris (2004): *The Long Tail*. The future of entertainment is in the millions of niche markets at the shallow end of the bitstream. In: *Wired Magazine* 12(10), S. 170-177.
- Argyres, Nicholas; Silverman, Brian (2004): *R&D, Organization Structure, and the Development of Corporate Technological Knowledge*. In: *Strategic Management Journal* 25(8-9), S. 929-958.
- Bendrath, Ralf; Mueller, Milton (2011): *The end of the net as we know it? Deep packet inspection and internet governance*. In: *new media and society* 13 (7), p. 1142-1160.
- Berker, Thomas; Hartmann, Maren; Punie, Yves, Ward, Katie J. (eds.) (2006): *Domestication of Media and Technology*. Berkshire, England: Open University Press.
- Berthon; Pierre R.; Pitt, Leyland F.; McCarthy, Ian; et al. (2007): *When customers get clever: Managerial approaches to dealing with creative consumers*. In: *Business Horizons* 50, S. 39-47.
- Bogers, Marcel; Afuah, Allen; Bastian, Bettina (2010): *Users as Innovators: A Review, Critique, and Future Research Directions*. In: *Journal of Management* 36(4), S. 57-875.
- Botthof, Alfons; Edler, Jakob, Hahn, Katrin; Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Weber, Matthias, Wessels, Jan (2020): *Transformation des Innovationssystems: Neue Anforderungen an die Innovationspolitik*. Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis Nr. 67. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Bradke, Harald; Edler, Jakob; Frietsch, Rainer; Kimpeler, Simone; Koschatzky, Knut, Kulicke, Marianne Lerch, Christian Lindner, Ralf; Ragwitz, Mario; Walz, Rainer; Warnke, Philine (2018): *Kritische Reflektionen zur Umsetzung der Hightech-Strategie 2025*. ISI Policy Brief. Karlsruhe: Fraunhofer ISI. November.
- Breschi, Rafaele; Freundt, Tjark; Orebäck, Malin et al. (2017): *The expanding role of design in creating an end-to-end customer experience*. McKinsey&Company Operations.
- Chesbrough, Henry; Vanhaverbeke, Wim; West, Joel (Hrsg.) (2006) *Open Innovation: Re-searching a New Paradigm*. Oxford: Oxford University Press.

- Dahlander, L. and Gann, D.M. (2010): How open is innovation? In: *Research Policy* 39, S. 699-709.
- Daimer, Stephanie; Hufnagl, Miriam; Warnke, Philine (2012): Challenge-oriented policy-making and innovation systems theory. Reconsidering systemic instruments. In: Koschatzky, Knut (Hrsg.) (2012): *Innovation system revisited: Experiences from 40 years of Fraunhofer ISI research*. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Deloitte (2019): Verantwortung als Chance: das Transformationsthema Sustainability. Vom Nebenschauplatz zum Unternehmensziel: warum nachhaltiges Wirtschaften heute so dringlich ist – und wie die Umsetzung am besten gelingt. Abrufbar unter <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/risk/articles/sustainability-transformation.html> (zuletzt geprüft am 19.09.2019).
- Dogrueel, Leyla (2013): *Eine kommunikationswissenschaftliche Konzeption von Medieninnovationen: Begriffsverständnis und theoretische Zugänge*. Wiesbaden: Springer VS.
- Dolata, Ulrich (2014): Märkte und Macht der Internetkonzerne. Konzentration, Konkurrenz, Innovationsstrategien. SOI Discussion Paper 2014-04. Stuttgart: Institut für Sozialwissenschaften, Organisations- und Innovationssoziologie.
- Douthwaite, B.; Keatinge, J.D.H.; Park, J.R. (2001): Why promising technologies fail: the neglected role of user innovation during adoption. In: *Research Policy* 30(5), S. 819-836.
- Edquist, Charles (2005): Systems of Innovation. Perspectives and Challenges. In: Fagerberg, J.; Mowery, D.C.; Nelson, R.R. (Hrsg.): *The Oxford Handbook of Innovation*. New York: Oxford University Press, S. 181-208.
- Egyedi, Tineke (2001): *Beyond Consortia, Beyond Standardisation? New Case Material and Policy Threads*. Final Report for the European Commission. DG Growth Brussels; Delft: https://ec.europa.eu/growth/content/beyond-consortia-beyond-standardisation-new-case-material-and-policy-threads-0_de
- Enkel, Ellen; Gassmann, Oliver (2009): Neue Ideenquellen erschließen. Die Chancen von Open Innovation. In: *Marketing Review* St. Gallen 2/2009, S. 6-11.
- Fritzsche, Albrecht; Jonas, Julia M.; Roth, Angela; Möslin, Kathrin M. (Hrsg.) (2020): *Innovating in the Open Lab. The new potential for interactive value creation across organizational boundaries*. Reihe: De Gruyter Studies in Innovation and Entrepreneurship.

- Gassmann, Oliver; Sandmeier, Patricia; Wecht, Christoph H. (2004): Innovationsprozesse: Öffnung statt Alleingang. Radikale Produktinnovationen können nur noch selten von einem Anbieter alleine realisiert werden – wer mit externen Partnern zusammenarbeitet, hat mehr Erfolg. In: *io new management*, 1-2, S. 22-27.
- Greschuchna, Larissa; Braun, Sebastian (2020): Konsumentenintegration in den Innovationsprozess im Zeitalter der Digitalisierung. In: Müller A., Graumann M., Weiß HJ. (Hrsg.) *Innovationen für eine digitale Wirtschaft. Business - Innovation - High Tech*. Springer Gabler, Wiesbaden, S. 89-106.
- Häußermann, Johann Jakob et al. (2018): *Open Transfer: Ergebnisse des BMBF-geförderten Verbundprojektes zu Wissenschaft-Wirtschaft-Kooperationen in den Branchen Mikroelektronik, Optik sowie Mobilität und Verkehr*. Berlin: Fraunhofer Center for Responsible Research and Innovation und WZB.
- Henkel, Joachim (2008): *Offene Innovationsprozesse. Die kommerzielle Entwicklung von Open-Source-Software*. Heidelberg, New York: Springer.
- Hess, Thomas (2019): *Digitale Transformation strategisch steuern. Vom Zufallstreffer zum systematischen Vorgehen*. Wiesbaden: Springer.
- Honsel, Gregor (2020): Einmal Utopia und zurück. Fast das gesamte Internet läuft auf offener Software. Trotzdem haben einige wenige Konzerne so viel Macht wie nie. Wie passt das zusammen? In: *Technology Review* Mai, S. 77-80.
- Iferd, Younes; Schubert, Torben (2017): *Governing Innovation Projects in Firms. The Role of Competition between Innovation Projects and Interdepartmental Collaboration*. Karlsruhe: Fraunhofer ISI, Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis, Nr. 56.
- Kienle, Michael (2019): *Warum das Internet of Things von Open Source profitiert*. In: *IT&Production Online*, 7. Mai, www.it-production.com/industrie-4-0-iot/warum-das-internet-of-things-von-open-source-profitiert/
- Kinkel, Steffen; Lay, Gunter; Wengel, Jürgen (2004): *Innovation: Mehr als Forschung und Entwicklung. Wachstumschancen auf anderen Innovationspfaden*. In: *Mitteilungen aus der Produktionserhebung* 33, Karlsruhe.
- Köhler, Lutz (2002): *Organisation der Produktinnovation in Medienunternehmen – Eine Analyse des Forschungsstandes zur Ablauforganisation der Innovation von Online-Produkten*. Arbeitsbericht Nr. 2/2002, hrsg. Thomas Hess, Seminar für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien der Ludwig-Maximilians-Universität München.

- Koschatzky, Knut (2017): A theoretical view on public-private partnerships in research and innovation in Germany. Working Papers Firms and Region No. R2/2017, Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Krüger Wolfgang, von Schubert Bernhadrd, Wittberg Volker (2010): Unternehmerische Nachhaltigkeit als Leitmotiv in einer neuen Wirtschaftsordnung. In: Krüger W., von Schubert B., Wittberg V. (Hrsg.): Die Zukunft gibt es nur einmal! Wiesbaden: Gabler.
- Kuhlmann, Dirk (2004): Open Source und offene Standards. In: Robert A. Gehring und Bernd Lutterbeck (Hrsg.) (2004): Open Source Jahrbuch 2004. Zwischen Softwareentwicklung und Gesellschaftsmodell. Berlin: Lehmanns Media, S. 237-247, <http://www.opensourcejahrbuch.de/download/jb2004/OpenSourceJahrbuch2004.pdf>
- Kuhlmann, S.; Arnold, E. (2001): RCN in the Norwegian Research and Innovation System. Background Report No. 12 in the evaluation of the Research Council of Norway. Karlsruhe, Brighton: Fraunhofer ISI, Technopolis.
- Lindner, Ralf (2019): TA, RRI and Paradigm-shifts in European STI-Policy. Presentation at Fraunhofer ISI, January.
- Lobo, Sascha (2014): Abschied von der Utopie. Die digitale Kränkung des Menschen. In: FAZ, 11. Januar.
- Luca, Luigi M. De; Atuahene-Gima, Kwaku (2007): Market knowledge dimensions and cross-functional collaboration: Examining the different routes to product innovation performance. In: Journal of Marketing 71, S. 95-112.
- Lundvall, Bengt-Åke (1988): Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to national systems of innovation. In: G. Dosi; C. Freeman, R. Nelson; G. Silverberg and L. Soete (Hrsg.): Technology and Economic Theory, London: Pinter, S. 349-369.
- Lundvall, Bengt-Åke (1993): User-producer relationships, national systems of innovation and internationalisation. In: Foray, D.; Freeman, C. (Hrsg.): Technology and the Wealth of Nations. London: Pinter, S. 277-300.
- Mulder, Ingrid; Van Doorn Fenne; Stappers Pieter Jan (2015): Co-creation in Context: The User as Co-creator Approach. In: Streitz N., Markopoulos P. (Hrsg.): Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions. DAPI 2015. In: Computer Science 9189 (Lecture Notes). Springer: Cham

- Neef, Andreas; Glockner, Holger (2015): Cross Industry Innovation. Whitepaper. Köln: Z-Punkt.
- Oudshoorn, Nelly; Pinch, Trevor (eds.) (2003): How Users Matter. The Co-Construction of Users and Technologies. Cambridge, Massachusetts; London, England: MIT Press.
- Polt, Wolfgang; Berger, Martin; Gassler, Helmut; Schiffbänker, Helene; Reidl, Sybille (2014): Breites Innovationsverständnis und seine Bedeutung für die Innovationspolitik, Begründung, Messung, Umsetzung, Schweizerischer Wissenschafts- und Innovationsrat, Bern.
- Robers, Diane et al. (2013): Innovationstreiber Kooperation. Chancen für den Mittelstand. Köln: European Business School und DLR.
- Schlögel, Karl (2003): Im Raume lesen wir die Zeit: Über Zivilisationsgeschichte und Geopolitik. München: Hanser.
- Schrabe, Jan-Felix (2020): Neue Formen kollaborativer Herstellung und Entwicklung – eine orientierende Typologie. In: Bader V., Kaiser S. (Hrsg.): Arbeit in der Data Society. Zukunftsfähige Unternehmensführung in Forschung und Praxis. Springer Gabler, Wiesbaden.
- Urbinati, Andrea; Chiaroni, Davide; Chiesa, Vittorio; Frattini, Federico (2020): The role of digital technologies in open innovation processes: an exploratory multiple case study analysis. In: R&D Management Volume 50, Issue 1. Special Issue: Open Innovation in the Digital Age, January 2020, p. 136-160.
- von Hippel, Eric (2005): Democratizing Innovation. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wang, Yuandi; Vanhaverbeke, Wim; Roijakkers, Nadine (2012): Exploring the impact of open innovation on national systems of innovation – A theoretical analysis. In: Technological Forecasting & Social Change 79, S. 419-428.
- Warnke, Philine; Koschatzky, Knut; Dönitz, Ewa; Zenker, Andrea; Stahlecker, Thomas; Som, Oliver; Cuhls, Kerstin; Güth, Sandra (2016): Opening up the innovation system framework towards new actors and institutions. Karlsruhe: Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis No. 49.
- Wellbrock, Christian-Mathias; Buschow, Christopher (2020): Money for nothing, content for free? Paid Content, Plattformen und Zahlungsbereitschaft im digitalen Journalismus. Baden-Baden: Nomos.
- Williams, James (2018): Stand out of our Light. Cambridge: University Printing House.

Zittrain, Jonathan (2008): The Future of the Internet and How to Stop It. Yale University Press.

Zuboff, Shoshana (2018): Das Zeitalter des Überwachungskapitalismus. Frankfurt/M., New York: Campus.