

Nachhaltigkeitsanforderungen und -bewertung in Living Labs: Konzeption eines Bewertungsmodells

Arbeitspapier im Arbeitspaket 2 (AS 2.1)

im INNOLAB Projekt: „Living Labs in der Green Economy: Realweltliche
Innovationsräume für Nutzerintegration und Nachhaltigkeit“

**Justus von Geibler, Laura Echternacht, Karin Stadler,
Christa Liedtke, Marco Hasselkuß, Monika Wirges, Julia
Führer, Ramona Rösch, Julius Piwowar (Wuppertal Institut)**

unter Mitarbeit von Eva Trier und Lisa Geringhoff (Wuppertal Institut)

INNOLAB

Kontakt zu den Autoren:

Dr. Justus von Geibler
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie GmbH
Tel.: 0202 2492-168
E-Mail: justus.geibler@wupperinst.org

Projektlaufzeit:

03/2015 - 02/2018

Projektkoordination:

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie GmbH
Forschungsgruppe Nachhaltiges Produzieren und Konsumieren
Dr. Justus von Geibler
42103 Wuppertal, Döppersberg 19
Tel.: 0202-2492 -183 /-168
E-Mail: justus.geibler@wupperinst.org

Weitere Informationen unter:

www.innolab-livinglabs.de

Vorschlag zur Zitation:

Geibler, J.v. / Echternacht, L. / Stadler, K. / Liedtke, C. / Hasselkuß, M. / Wirges, M. / Führer, J. / Rösch, R. / Piowar, J. (2016): Nachhaltigkeitsanforderungen und -bewertung in Living Labs: Konzeption eines Bewertungsmodells. Arbeitspapier im Arbeitspaket 2 (AS 2.1) des INNOLAB Projekts. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Wuppertal.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
Zusammenfassung	1
1 Einführung	6
1.1 Thema und Ziel der Analyse	6
1.2 Projekthintergrund.....	7
1.3 Aufbau des Dokuments.....	8
2 Theoretischer Hintergrund	9
2.1 Merkmale von unternehmerischen Innovationsprozessen.....	9
2.2 Modelle unternehmerischer Innovationsprozesse	11
2.2.1 Stage-Gate Modell nach Cooper.....	12
2.2.2 Technology Readiness Levels	14
2.2.3 Phasenmodell nach Thom	17
2.2.4 Diffusionspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen nach Clausen et al.....	17
2.3 Anwendung der Innovationsmodelle auf den Living Lab Ansatz	20
3 Nachhaltigkeitsanforderungen	25
3.1 Anforderungen von Stakeholdern	25
3.1.1 Passive Stakeholder innerhalb des Innovationsprozesses	28
3.1.2 Aktive Stakeholder innerhalb des Innovationsprozesses	28
3.2 Ziele entsprechend politischer Rahmung.....	35
3.3 Nachhaltigkeitsanforderungen für Innovationen in INNOLAB	36
3.4 Bestehende Standards zur Integration von Nachhaltigkeit in Innovationsprozesse	39
4 Methoden zur Bewertung der Nachhaltigkeitswirkung und im Innovationsprozess von Living Labs	41
4.1 Methodik der Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen	41
4.2 Bewertungsmethoden und -tools	44
4.2.1 Checklisten.....	46
4.2.1.1 Der SDG-Check (Stufe 1 und 2)	46
4.2.1.2 Weitere Checklisten	48
4.2.2 Indikatoren.....	49
4.2.3 Die Hotspot Analyse.....	52
4.2.4 Material-Input pro Serviceeinheit – MIPS.....	52

4.2.5	Ökobilanz	53
4.2.6	Soziale Lebenszyklusanalyse	53
5	Konzept und Ausblick zur Nachhaltigkeitsbewertung im INNOLAB Projekt.....	55
5.1	Konzept zur Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen	55
5.2	Ausblick: Methodischer Entwicklungsbedarf.....	62
6	Literaturverzeichnis	63

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Konzept und Anforderungen zur Erfassung und Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen im Living Lab Innovationsprozess.....	2
Abb. 2	Organisations- und Prozessintegration im Stage-Gate-Prozess.....	13
Abb. 3	Technology readiness level model	15
Abb. 4	Innovation Readiness Level im Living Lab	16
Abb. 5	Kippunkte im Diffusionspfad von Nachhaltigkeitsinnovationen.....	18
Abb. 6	Modell zur Untersuchung von Diffusionspfaden von Nachhaltigkeitsinnovationen.....	19
Abb. 7	Phasen der Innovationsmodelle im Vergleich.....	20
Abb. 8	Modell des unternehmerischen Innovationsprozesses im Living Lab.....	23
Abb. 9	Graphische Darstellung der für die Nachhaltigkeitsbewertung in Living Labs in INNOLAB relevanten Anforderungsbereiche	25
Abb. 10	Gestaltungs- und Veränderungspotential am Produktdesign durch frühzeitiges Prototyping (z.B. zugunsten der Integration von Nachhaltigkeitsaspekten).....	41
Abb. 11	Nachhaltigkeitswirkung und -veränderung einer Innovation	42
Abb. 12	Übersicht über Methoden zur Integration von Nachhaltigkeitsaspekten, die begleitend zum Designprozess angewandt werden können.....	43
Abb. 13	SDG-Check Stufe 1	47
Abb. 14	SDG-Check Stufe 2: Beispiel zur Betrachtung von SDG 12 „Verantwortliches Produzieren und Konsumieren“	48
Abb. 15	Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen im Living Lab Innovationsprozess	56

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Leitfragen für das Innovationssystem, das Referenzsystem und der Nachhaltigkeitsbewertung sowie Checklisten an den Entscheidungspunkten (Gates).....	3
Tab. 2	Beschreibung der Aktivitäten der jeweiligen Phasen im Innovationsprozess	22
Tab. 3	Übersicht über Stakeholder, ihre Rolle und Nachhaltigkeitsanforderungen im Innovationsprozess einer im Living Lab zu entwickelnden Innovation.	27
Tab. 4	Nutzerrollen im Herstellerinnovationsprozess.....	29
Tab. 5	Überblick zu Nachhaltigkeitsanforderungen an den Innovationsprozess des INNOLAB Projektes.....	38
Tab. 6	Übersicht über identifizierte DIN Normen und VDI Richtlinien zur Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in die Produktentwicklung.....	39
Tab. 7	Übersicht über Methoden und Tools zur Nachhaltigkeitsbewertung.....	45
Tab. 8	Tabelle zur Unterstützung der Indikatorenfindung für ausgewählte Nachhaltigkeitsziele (z.B. SDGs)....	51
Tab. 9	Leitfragen für das Innovationssystem, das Referenzsystem und der Nachhaltigkeitsbewertung sowie Checklisten an den Entscheidungspunkten (Gates).....	60

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
AS	Arbeitsschritt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
DL	Dienstleistung
EU	Europäische Union
HSA	Hotspot Analyse
IRL	Innovation Readiness Level
MIPS	Material-Input pro Serviceeinheit
SDG	Sustainable Development Goal
TRL	Technology Readiness Level
UN	United Nations
DSD	Division for Sustainable Development of the UN
IISD	International Institute for Sustainable Development

Zusammenfassung

Das Thema dieses Papiers ist die Integration von Nachhaltigkeitskriterien in den Innovationsprozess von Living Labs. Es wurde ein Bewertungsmodell entwickelt, welches den Innovationsprozess in Living Labs zu strukturieren hilft, indem die Anforderungen und Bewertungskriterien definiert werden, die den Innovationsprozess unter dem Nachhaltigkeitsvorzeichen leiten können. Das Modell „Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen im Living Lab Innovationsprozess“ stellt den Innovationsprozess in Living Labs dar und hilft dabei, konzeptionell Nachhaltigkeitskriterien auf Grundlage verschiedener Anforderungsgruppen abzuleiten.

Dieses Papier ist ein Ergebnis aus dem Arbeitspaket 2 "Operationalisierung" im Rahmen des Projektes "Living Labs in der Green Economy: Realweltliche Innovationsräume für Nutzerintegration und Nachhaltigkeit" (INNOLAB)", das im Rahmen der Sozial-ökologischen Forschung zum Themenschwerpunkt „Nachhaltiges Wirtschaften“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird. Insbesondere stellt dieses Arbeitspapier die Ergebnisse aus Arbeitsschritt 2.1 „Nachhaltigkeitsstandards und -kriterien“ dar.

Innovationsprozesse sind ihrer Natur nach offen. Deshalb sollten die Kriterien iterativ und parallel ablaufende interdisziplinäre Prozesse unterstützen können und ein differenziertes Ressourcenmanagement erlauben. Für Living Labs sollten außerdem Prozesse der aktiven Nutzereinbindung strukturiert werden. Es wurden fünf wichtige Entscheidungspunkte, an denen Nachhaltigkeitsaspekte unter Berücksichtigung der aktuell verfügbaren Informationen in den Prozess integriert werden können, identifiziert: Projektabschätzung, Projektentscheidung, Entscheidung zur Prototypentwicklung, Entscheidung zum Test, Entscheidung zur Markteinführung (siehe Abb. 1, „Prozessperspektive“). An den jeweiligen Entscheidungspunkten erfolgt eine Nachhaltigkeitsbewertung anhand der Gegenüberstellung und Vergleichs des Innovation- und Referenzsystems. Damit nimmt die Bewertungstiefe im Innovationsprozess vorlaufend zu (siehe Abb. 1, „Bewertungsperspektive“), sodass die verschiedenen Voraussetzungen an den unterschiedlichen Stationen berücksichtigt werden können.

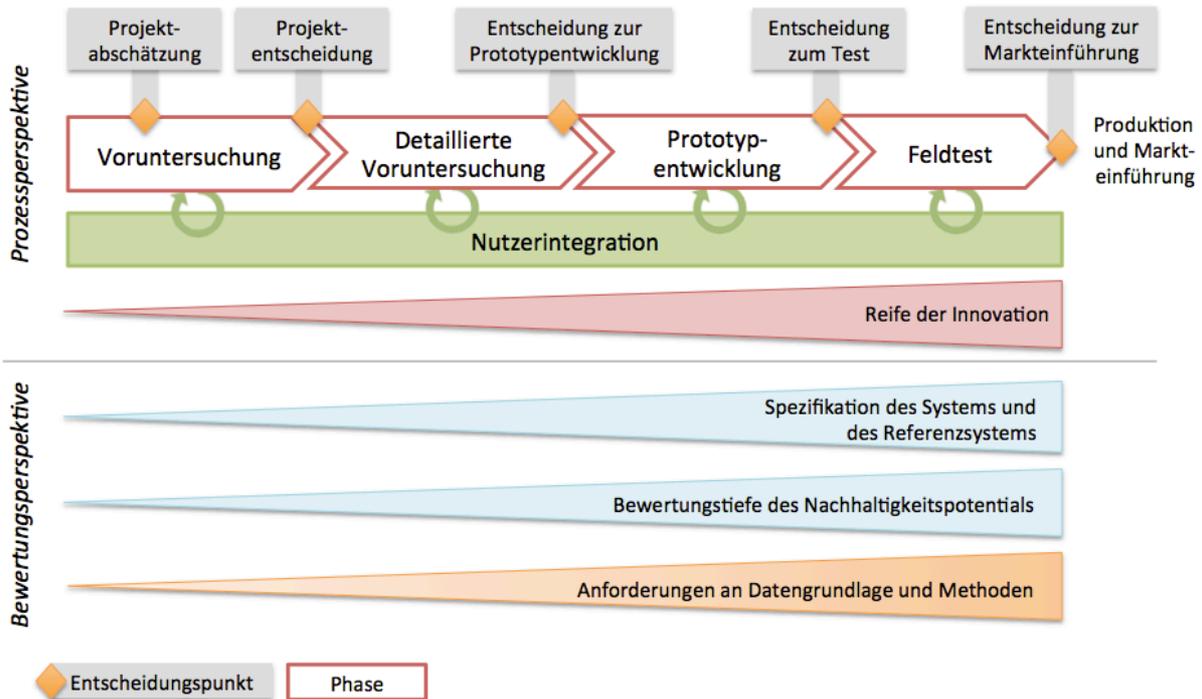


Abb. 1 Konzept und Anforderungen zur Erfassung und Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen im Living Lab Innovationsprozess. Quelle: Eigene Abbildung.

In der Definition der ökologischen, sozialen und ökonomischen Nachhaltigkeitsanforderungen sollten die folgenden Aspekte besonders berücksichtigt werden:

- Anforderungen aktiv und passiv am Innovationsprozess beteiligter Stakeholdergruppen;
- Anforderungen einer Green Economy (politische Rahmung, z.B. UN Sustainable Development Goals);
- Anforderungen aus dem INNOLAB Projekt (Obsoleszenz, Rebound Effekte, Mensch-Technik Verhältnis).

Die folgende Tabelle fasst das Konzept zur Nachhaltigkeitsbewertung über die verschiedenen Phasen und Entscheidungspunkte (Gates) des Innovationsprozesses hinweg zusammen, indem leitende Fragen und Checklisten dargestellt werden.

Tab. 1 Leitfragen für das Innovationssystem, das Referenzsystem und der Nachhaltigkeitsbewertung sowie Checklisten an den Entscheidungspunkten (Gates)

Phase	Leitfragen und Checklisten		
	Beschreibung des Innovationssystem (<i>Innovationsobjekt</i>)	Beschreibung des Referenzsystems (<i>Vergleichsobjekt</i>)	Nachhaltigkeitsbewertung
Voruntersuchung / Nutzerbeobachtung	Innovationsideen / Bedarfsfeldkonturen der Innovation: <ul style="list-style-type: none"> • Wie werden die Innovationsideen skizziert? • Welches Nutzergruppen und welche Bedürfnisse werden angesprochen? • Welche Nutzen (für den Verbraucher) ergeben sich? 	Bedarfsfeldkonturen der Referenz (optional*): <ul style="list-style-type: none"> • Welches Nutzergruppe und welche Bedürfnisse werden angesprochen? <p><small>* Dieser Schritt ist in dieser Phase des Innovationsprozesses optional und kann alternativ nach Gate 1 erfolgen.</small></p>	Einschätzung zur Nachhaltigkeitsbewertung: <ul style="list-style-type: none"> • Welche Ressourcen (Zeit, Geld) für die Nachhaltigkeitsbewertung stehen zur Verfügung? • Welche Chancen und Risiken bzgl. der Nachhaltigkeitsziele birgt die Idee / das Bedarfsfeld? • Wer sind die relevanten Stakeholder und welche Anforderung stellen diese?
	◆ Gate 1: Projektabschätzung		
	<ul style="list-style-type: none"> • Die Grundlagen der Innovationsideen und Bedarfsfeldkonturen wurden erfasst. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bedarfsfeldkonturen der Referenz sind erfasst. 	<ul style="list-style-type: none"> • Chancen und Risiken wurden ermittelt und relevante Stakeholder identifiziert.
	Innovationskonzepte und Geschäftsmodell: <ul style="list-style-type: none"> • Wie ist der Markt zu beurteilen (Marktgröße, Marktpotential, Marktakzeptanz)? • Welcher konkrete Bedarf/ Bedürfnis wird adressiert? • Wie ist die (technische) Machbarkeit zu beurteilen? • Wie sind die zeitlichen und finanziellen Ressourcen zu beurteilen? 	Bedarfsfeld der Referenz: <ul style="list-style-type: none"> • Welches Nutzergruppe und welche konkreten Bedürfnisse werden angesprochen? • Welcher Nutzen (für den Verbraucher) ergibt sich? • Wie ist der Markt beschaffen? • Wie groß ist die Nachfrage? 	Priorisierung relevanter Nachhaltigkeitsaspekte: <ul style="list-style-type: none"> • Welche Nachhaltigkeitsaspekte stehen in Verbindung mit den Innovationskonzepten und den Bedarfsfeldern? • Welche Chancen und Risiken bzgl. der Unterziele der SDG bergen die Innovationskonzepte bzw. die Bedarfsfelder? • Welche Interessen von Stakeholdern unterstützen die Innovationskonzepte?
	◆ Gate 2: Projektentscheidung		
<ul style="list-style-type: none"> • Das Innovationskonzept (anhand der Bedarfe) und / oder die Innovationsanwendung wurden festgelegt. • Das Projekt erfüllt relevante Kriterien bezüglich strategischer Ausrichtung, (technischer) Machbarkeit, Wettbewerbsvorteile und Attraktivität. • Synergien mit Kernkompetenz des Unternehmens sind erfüllt, damit das Projekt zur Entwicklung frei gegeben werden kann. 	<ul style="list-style-type: none"> • Das Bedarfsfeld der Referenz wurde erfasst. 	<ul style="list-style-type: none"> • Potentiale wurden ermittelt und Innovationskonzepte priorisiert. 	

Phase	Leitfragen		
	Beschreibung des Innovationssystem (<i>Innovationsobjekt</i>)	Beschreibung des Referenzsystems (<i>Vergleichsobjekt</i>)	Nachhaltigkeitsbewertung
Prototypentwicklung	Anwendungsfeld und Prototyp: <ul style="list-style-type: none"> • Wie sieht die Entwicklung des Prototypens und der konkrete Anwendungskontext aus? • Wie sieht der Markt aus (Potential, Größe, Akzeptanz, Nutzergruppen)? • Wie sind die finanziellen und technischen Anforderungen an die Prototypentwicklung einzuschätzen? 	Anwendungsfeld der Referenz: <ul style="list-style-type: none"> • Wie sieht das Geschäftsmodell der Referenz aus? • Welcher konkrete Bedarf/Bedürfnis wird adressiert? • Wie ist der Markt zu beurteilen (Marktgröße, Marktentwicklung)? 	Methoden zur Nachhaltigkeitsbewertung: <ul style="list-style-type: none"> • Worauf bezieht sich die Potentialabschätzung konkret? (Produktlebenszyklus, funktionelle Einheit, Nutzungssystem, Region, Ökosystem des Systems und des Referenzsystems) • Welche Indikatoren sind relevant, um Daten über relevante Nachhaltigkeitsaspekte des Prototypen / Anwendungsfeldes zu messen?
	◆ Entscheidung zur Prototypentwicklung		
	<ul style="list-style-type: none"> • Alle relevanten Kriterien werden unter Berücksichtigung der neu gewonnenen Informationen erfüllt. • Ein Nachweiskonzept der Funktion der Innovation/ des Innovationssystems ist erfolgt • Verifizierung der Innovation im Laborumfeld. 	<ul style="list-style-type: none"> • Das Anwendungsfeld der Referenz wurde erfasst. 	<ul style="list-style-type: none"> • Geeignete Methoden zu Bewertung relevanter Nachhaltigkeitsaspekte wurden identifiziert und konkretisiert.
	Konkretisierung des Anwendungsfeldes und Prototypentwicklung: <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Konkretisierung der vorherigen Phase • Was sind die Unternehmensziele, mögliche Geschäftsmodelle, Wettbewerber für die Innovation / -system (Businessplan)? 	Konkretisierung des Anwendungsfeldes der Referenz: <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Konkretisierung der vorherigen Phase 	Nachhaltigkeitsbewertung: <ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund welcher Kausalität wirkt das Innovationssystem in Bezug auf die identifizierten Nachhaltigkeitswirkungen? • In welcher gesellschaftlichen Dimension wirkt das Innovationssystem? (Kultur, Technik) • Wie unmittelbar wirkt das Innovationssystem? Direkt (quantifiziert durch MIPS, Indikatoren, etc.) oder indirekt (Lerneffekte, Synergien, Verhaltensänderungen, Eigendynamik)?
	◆ Gate 4: Entscheidung zum Test		
<ul style="list-style-type: none"> • Verifizierung der Innovation in relevanter Umgebung. • Modelldemonstration 	<ul style="list-style-type: none"> • Das Anwendungsfeld der Referenz wurde erfasst. 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Nachhaltigkeitswirkung der Innovation / des -systems wurde abgeschätzt. • Die Nachhaltigkeitswirkung des Prototyps wurde bewertet. • Die Ergebnisse sind in das Produkt-Service System (Lösung) eingeflossen. 	

Phase	Leitfragen		
	Beschreibung des Innovationssystem (Innovationssystem)	Beschreibung des Referenzsystems (Vergleichsobjekt)	Nachhaltigkeitsbewertung
Feldtest	Produkttest & Rentabilität <ul style="list-style-type: none"> • Welche Ergebnisse gibt es durch innerbetriebliche Tests, Nutzer- oder Feldstudien und finanzielle Analysen? • Welche konkrete Wirkung hat die Innovation? • Welche Nutzererfahrungen gibt es? • Kann das Projekt in den Markt eingeführt werden (Rentabilität, Wettbewerber, Markt)? • Welche Strategien zur Markteinführung (Marketing, etc) gibt es? 	-	Nachhaltigkeitsbewertung: <ul style="list-style-type: none"> • Was sind die abgeschätzten Ressourcenverbräuche und Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft entlang des Lebenszyklus nach der Anpassung? • Wie sicher ist der Erfolg und die Zielrichtung, hinsichtlich Rebound- und Obsoleszenzeffekten? • Wie sicher ist die Wirkungsbewertung? (Welche Bewertungstiefe umgreift die Bewertung?)
	 Gate 5: Entscheidung zur Markteinführung		
	<ul style="list-style-type: none"> • Feldtests wurden durchgeführt und zeigten die Erfüllung der relevanten Kriterien. • Die Innovation ist marktreif und erprobt. 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltigkeitswirkungen wurden ermittelt und sind in die Produkt-Service System (Lösung) eingeflossen.

Das entwickelte INNOLAB Konzept zur Integration von Methoden und Tools erlaubt die Integration von bestehenden Ansätzen auf der Mikro-, Meso- und Makroebene der Green Economy. Fünf Methoden, bzw. Tools sind für Innovationsprozesse im Rahmen des INNOLAB Projektes besonders geeignet und werden mit Blick auf die benötigte Datengrundlage, den Aufwand und jeweiligen Nutzen näher erläutert. Diese sind: Checklisten, Einzelindikatoren, Hotspot Analyse, MIPS-Ansatz und Ökobilanz. Eine gestaffelte Nutzung dieser Methoden erlaubt es, den Umfang der Bewertung im zeitlichen Verlauf entsprechend der zur Verfügung stehenden Daten und der Reife der Innovation zunehmen zu lassen sowie den Bezug zu einem jeweils angemessenen Referenzsystem herzustellen.

Der Bewertungsansatz soll in den Praxisprojekten des INNOLAB Projektes getestet werden und anschließend zu einem Model weiter ausgearbeitet werden. Für das Projekt besteht zudem weiterer methodischer Entwicklungsbedarf in Bezug auf die Spezifizierung einzelner Bewertungsmethoden, u.a. einen Obsoleszenzcheck, einen Rebound Check, und den Ansatz des Innovation Readiness Level.

1 Einführung

Im Folgenden werden das Thema und Ziel der Analyse, der Projekthintergrund und der Aufbau des Dokuments dargestellt.

1.1 Thema und Ziel der Analyse

Innovationen werden eine große Bedeutung beigemessen, wenn es darum geht, die globalen Herausforderungen unserer Gesellschaft zu meistern. Sie sollen zu den Veränderungen des Produktions- und Konsumsystems beitragen, die in Anbetracht der deutlich werdenden planetaren Grenzen (Rockström et al. 2009) von verschiedenen Akteuren gefordert werden (Jacob et al., 2016). Die Entstehung solcher der nachhaltigen Entwicklung dienlichen Innovationen lässt sich nur durch das Zusammenspiel interner und externer Einflussfaktoren sowie das Zusammenspiel nachhaltigkeitspezifischer Einflussfaktoren (z.B. Nachhaltigkeitsorientierung von Akteuren, Umweltgesetzgebung etc.) und nachhaltigkeitsunspezifischer Faktoren (Verfügbarkeit neuer Technologien, Gewinninteressen, Wettbewerbsstrategien etc.) erlangen (Fichter/ Antes, 2007). Dies erfordert die Einbeziehung von Stakeholdergruppen und die methodische Unterstützung der Interaktion in transdisziplinären Prozessen. Auch die Aktionsforschung nimmt in diesem Bezug an, dass wissenschaftliche Erkenntnisse nur erlangt werden können, wenn sich professionelle Forscher konkreten sozialen Problemen in der Realität widmen und dabei aktiv ‚Laien‘ in ihre Forschung involvieren, um so zu versuchen, bestehende soziale Strukturen gestalten zu können (Talwar et al. 2011).

Nachhaltige Visionen zu entwickeln und Innovationen umzusetzen, erfordert daher eine partizipative Modellierung von Innovationsprozessen in Co-Produktion von Experten und Interessengruppen (Iwaniec et al., 2014). Die enge Zusammenarbeit mit Nutzern sowie die frühzeitige Einbindung besonders qualifizierter, fortschrittlicher Kunden in den Innovationsprozess kann bei grundlegenden Neuerungen oder hoher Markt- und Technologieunsicherheit maßgeblich zum Erfolg neuer Marktangebote beitragen (Clausen et al., 2011). Möglichkeiten solcher Methoden und Ansätze werden u.a. durch den Trend zur Industrie 4.0, den Transformationsprozess der Energiewende (vgl. Wuppertal Institut, 2016), das WBGU Gutachten (2011) sowie das VDI Foresight (VDI 2015) illustriert. Auch das Open Innovation Book "Open Innovation, open science, open to the world" der Europäischen Kommission stellt die besondere Bedeutung von "user Innovation" und "user-centric" innovation dar (Europäische Kommission, 2016: 13). Auch die nationalen Strategien und insbesondere die High Tech Strategie des BMBF verdeutlichen zudem die Notwendigkeit nachhaltiger interaktiver Innovationen. Darüber hinaus werden Innovationen auch als Motor für Wachstum betrachtet (Bundesregierung, 2015). Dieser makroökonomische Faktor kann direkt in die Relevanz von Innovationen im betriebswirtschaftlichen, mikroökonomischen Kontext übersetzt werden. Aus Unternehmensperspektive sind Innovatio-

nen unerlässlich, um veränderten Rahmenbedingungen wie beispielsweise Kundenbedürfnissen und technologischen Trends gerecht zu werden und um die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen langfristig zu sichern bzw. neue Geschäftsfelder zu entwickeln (Haller, 2003).

Das Potential, eine nachhaltige Entwicklung durch nutzer-integrierte Innovationsentwicklung voranzutreiben, haben Nachhaltige Living Labs zum Ziel. Living Labs entwickeln und implementieren konkrete soziotechnische Lösungen in realen Produktions- und Konsumnetzen (Wertschöpfungsnetzen) und beteiligen dazu die notwendigen Akteure aus Produktion, Konsum, Wissenschaft, Kommune, um Akzeptanz zu schaffen und Deutungssysteme zu verändern (Liedtke et al., 2015). Gerade durch die Integration von Stakeholderbedürfnissen in den Innovationsprozess können für die spätere Diffusion (Fichter & Clausen, 2013) relevante Aspekte in den Entwicklungsprozess integriert werden.

Um Nachhaltigkeitspotentiale in einem Innovationsprozess zu erschließen, ist es notwendig, entsprechende Anforderungen zu definieren, welche den Innovationsprozess leiten können und somit Risiken für eine nachhaltigen Entwicklung (u.a. auch Rebound-Effekte) minimiert, bzw. ausgeschlossen werden können (Weiner, 2010). Das entwickelte Modell „Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen im Living Lab Innovationsprozess“ dient dazu den Innovationsprozess in Living Labs zu strukturieren und zeigt Entscheidungspunkte auf, an denen Nachhaltigkeitskriterien aufgegriffen und anhand derer der Prozess und das Ergebnis bewertet werden können. Anhand der Analyse von Stakeholderanforderungen u.a. zu Klima- und Ressourcenschutz, sozialen Aspekten in Forschungs- und Entwicklungsprozessen, sowie der Berücksichtigung der Ergebnisse aus den Basisstudien und weiteren Vorarbeiten aus AP 1, wird ein Prozess zur Integration von Nachhaltigkeitskriterien in den Innovationsprozess zur Anwendung in den Living Labs der Praxisprojekten des INNOLAB-Projekts vorgeschlagen.

1.2 Projekthintergrund

Der vorliegende Bericht ist innerhalb des vom BMBF geförderten Projekt „Living Labs in der Green Economy: Realweltliche Innovationsräume für Nutzerintegration und Nachhaltigkeit“ (kurz „INNOLAB“) entstanden.

Das Projekt zielt auf die Demonstration der Leistungskraft von Living Labs in der Green Economy ab. Im INNOLAB-Projekt werden Assistenzsysteme für eine verbesserte Mensch-Technik-Interaktion in drei Handlungsfeldern (Mobilität, Wohnen und Einkaufen) mit dem Living Lab Ansatz entwickelt und entsprechende Geschäftsmodelle konzipiert. In drei Living Labs (dem Fraunhofer-inHaus-Zentrum in Duisburg, dem Innovative Retail Laboratory in St. Wendel und den Praxilabs in Siegen) entwickeln und testen Unternehmen und Forschungseinrichtungen neue Produkte und

Dienstleistungen unter besonderem Einbezug von Nutzern¹. Dieser Ansatz ermöglicht eine frühzeitige Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in Innovationsprozesse. Zudem bauen die Projektpartner das nationale und internationale Netzwerk aus und entwickeln eine Roadmap zur Stärkung des Living Lab Ansatzes im Forschungs- und Innovationssystem.

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen der Sozial-ökologischen Forschung zum Themenschwerpunkt „Nachhaltiges Wirtschaften“ gefördert. Das Verbundprojekt wird vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (Verbundkoordination), dem Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, dem Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS, der Universität Siegen, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien und vom Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH gemeinsam mit den vier Praxispartnern – GS1 Germany, ARGE REGIO Stadt- und Regionalentwicklung GmbH, infoware GmbH und SODA GmbH – durchgeführt.

1.3 Aufbau des Dokuments

Der theoretische Hintergrund (Kapitel 2) dient der Beleuchtung von Innovationsprozessen und deren Modellen in Vorbereitung auf die Erstellung eines Modells, das den Innovationsprozess in einem Living Lab konzeptionell widerspiegelt. Von diesem Modell ausgehend werden Entscheidungspunkte im Living Lab definiert. In Kapitel 3 werden die Nachhaltigkeitsanforderungen an Living Labs mit Bezug zu Nachhaltigkeitszielen in der Green Economy und dem INNOLAB Projekt abgeleitet. Neben den Anforderungen, die diese Rahmenbedingungen vorgeben, werden auch Stakeholderanforderungen berücksichtigt. Standards, die bereits zur Integration von Nachhaltigkeit im Unternehmens- und Innovationskontext existieren und gegebenenfalls als Vorbild dienen können, werden in Kapitel 3.4 analysiert. Anschließend werden Indikatoren und Bewertungsmethoden von Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitspotentialen, die in Living Labs Anwendung finden könnten, vorgestellt in Kapitel 4. In Kapitel 5 wird ein Vorschlag für die Integration von Nachhaltigkeit im Living Labs präsentiert. Dies beinhaltet ein Konzept, das die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsanforderungen im gesamten Innovationsprozess fördert und durch den modularen Aufbau für Akteure mit unterschiedlichem Vorwissen geeignet ist. Außerdem wird diskutiert, wo für die Bewertung noch methodischer Entwicklungsbedarf besteht.

¹ Aus Gründen der sprachlichen Vereinfachung wird in diesem Dokument nur die männliche Form verwendet. Es sind jedoch stets Personen weiblichen und männlich Geschlechts gleichermaßen gemeint.

2 Theoretischer Hintergrund

In der Literatur gibt es keine allgemein gültige Definition für den Begriff Innovation. Nach Clausen (2011) ist eine Innovation „die Entwicklung und Durchsetzung einer technischen, organisationalen, institutionellen oder sozialen Problemlösung, die zu sprunghaften Veränderungen führt, von relevanten Anwendern akzeptiert und von Innovatoren in der Erwartung eines Erfolgs betrieben wird“. Je nach Neuartigkeitsgrad wird zwischen radikaler oder inkrementeller Innovation unterschieden. Erfüllt das Produkt oder die entwickelte Dienstleistung mit neu eingesetzten Methoden und Mitteln einen neuen Zweck, so handelt es sich dabei um eine radikale Innovation. Sie generiert ein neues Kundenbedürfnis und schafft einen neuen Markt (Noé, 2013). Bei der inkrementellen Innovation wird dagegen ein bereits bestehendes Produkt oder eine bestehende Dienstleistung weiterentwickelt und in einzelnen Entwicklungsschritten und Produktvariationen am Markt eingeführt.

In diesem Kapitel werden zunächst die Merkmale von unternehmerischen Innovationsprozessen vorgestellt (Kapitel 2.1). Anschließend werden vier Modelle von Innovationsprozessen skizziert und auf ihre Anwendbarkeit in der Living Lab Forschung diskutiert (Kapitel 2.2). Auf dieser Grundlage werden Entscheidungspunkte abgeleitet, an denen eine Nachhaltigkeitsbewertung durchgeführt werden kann (2.3).

2.1 Merkmale von unternehmerischen Innovationsprozessen

Innovationsprozesse von Unternehmen unterliegen derzeit einer Öffnungstendenz hin zur Gesellschaft (vgl. z.B. Howaldt/Schwarz 2010). Stakeholder, andere Unternehmen (externe Partner) sowie End-Verbraucher werden zunehmend in den Prozess der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen integriert und dies sogar bereits in frühen Stadien. Stakeholdergruppen einzubeziehen, erfordert in jedem Fall Methoden der Interaktion in transdisziplinären Prozessen. Konzepte interaktiver Innovationsentwicklung, wie das ‚interaktive Mehrebenenmodell‘ nach Fichter (2007), ‚Open Innovation‘ von Chesbrough (2003), ‚Wisdom of Crowds‘ (Surowiecki, 2004) oder das ‚lead-user‘ Konzept (von Hippel 1986) sowie das ‚Transformations- und Transitionsdesign‘ (Schmidt-Bleek/Tischner, 1995; Irwin, 2015; Liedtke et al., 2016; Sommer et al., 2014) haben in jüngerer Zeit die Forschung zu ‚co-creation‘ vorangebracht und zu einer Reihe neuer Geschäftsmodelle und Managementwerkzeuge geführt, welche Nutzer in den Innovationsprozess einbeziehen. Hier sind auch Methoden der Aktionsforschung zu benennen, die auf unterschiedlichen Ebenen und Tiefegraden die Integration von Stakeholdern ermöglichen (Talwar et al., 2011). ‚Open Innovation‘ bedeutet die gezielte Nutzbarmachung von ein- und ausgehenden Wissensflüssen über die Unternehmensgrenzen hinweg, um interne Innovationen zu beschleunigen (Chesbrough, 2003). Dies hat besondere Relevanz wenn es um die nutzer- und stakeholderintegrierte Entwicklung von Produkt-Dienstleistungssystemen geht (Liedtke et al. 2015). Ergebnisse belegen, dass diese Konzepte das

Risiko von Innovationen, am Markt zu versagen, signifikant verringern können. Das gilt vor allem für radikale Innovationen unter unsicheren Marktbedingungen oder technologischen Unsicherheiten (Clausen et al. 2011: 35). Dazu wurden verschiedene Methoden der Interaktion mit Nutzern und Stakeholdern entwickelt, z.B. zur Beteiligung von Non-/Lead-Usern im Rahmen von Innovationsworkshops für Nachhaltigkeitsinnovationen im Themenfeld Wohnen (Diehl, 2011) oder Web 2.0 Werkzeuge zur Nutzung von kollektiver Intelligenz (Leimeister, 2010). Cooper (2014) schlägt dazu vor in Anlehnung an Agile Manifesto (einer Methode für Softwareentwicklung mit kleinen Stufen, wenig Planung und einer starken Nutzerintegration) ebenfalls verstärkt mit Nutzerintegration zu arbeiten (vgl. dazu Kapitel 2.2.1). Allerdings hat die Open Innovation-Forschung den Potenzialen für die Entwicklung von Nachhaltigkeitsinnovationen bislang noch verhältnismäßig wenig Beachtung geschenkt.

Neben dem Co-Creation-Prozess sind Neuartigkeit, Komplexität, Unsicherheit und Konfliktpotentiale Charakteristika, die den Innovationsprozess, der zur Entwicklung neuer Produkte, Dienstleistungen oder Systemlösungen im Living Lab führt, beschreiben (Haller, 2003; Fichter, 2007). Da Innovationen per Definition neuartig sind, ist der jeweilige Innovationsprozess erstmalig, einmalig und weitgehend offen. Es kann nur begrenzt auf Erfahrungswissen aufgebaut werden und es liegen nie alle Informationen vor, um Wechselwirkungen zwischen den unterschiedlichen Systemelementen im Vorhinein erkennen und verstehen zu können (Haller, 2003; Scholl et al., 2014). Erfolge, Hemmnisse und Widerstände sind zu Beginn des Innovationsprozesses daher nicht absehbar. Erst im Nachhinein werden aufgetretene Probleme und unerwünschte Effekte erkennbar (Böhle, 2012.). Vor allem bei ökologischen Innovationen kann es zu Problemverlagerungen und Rebound-Effekten kommen, die im Vorhinein nur schwer abschätzbar sind (Santarius, 2012; Buhl, 2014; Buhl et al., 2015; Buhl, 2016; Ebinger, 2005). Mit zunehmendem Innovations-/ Neuartigkeitsgrad steigt zudem die Gefahr, dass die Einbettung einer Neuerung sowohl in individuelle als auch soziale und kulturelle Verwendungskontexte nicht selbstverständlich gewährleistet ist (Clausen et al., 2011).

Die Komplexität des unternehmerischen Innovationsprozesses wird maßgeblich durch den Innovationsgrad bestimmt. Je höher der Grad an Neuartigkeit, desto unklarer sind z. B. die Kontur und Struktur des Innovationsproblems und desto höher die Unsicherheit der Erwartungen auf Seiten potenzieller Anwender, desto schwieriger die Informationsbeschaffung und Wissensgenerierung und desto höher die Zahl und Intensität der zu erwartenden Konflikte und Widerstände (Hauschildt, 2004). Dies umgreift ebenso, dass die Prozessschritte nicht linear, sondern iterativ und teilweise parallel ablaufen sowie Feedbackschleifen beinhalten. Außerdem sind Innovationsprozesse meist interdisziplinär ausgerichtet, mit einer Vielzahl an Akteuren und einer hohen Arbeitsteilung und Spezialisierung (Haller, 2003). Vor allem die ständige Verbesserung der Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglichen niedrigere Transaktionskosten und die Vernetzung von verschiedenen Unternehmen. Das Innovationsmanagement kann an mehreren Standorten stattfinden, wodurch der Innovationsprozess zunehmend durch Arbeitsteilung und Spezialisierung geprägt

wird. Aus dem Neuartigkeitsgrad und der Komplexität ergeben sich Unsicherheiten, mit denen die Entscheidungsträger konfrontiert sind. Diese beziehen sich einerseits auf wirtschaftliche Risiken, welche nur schwer abgeschätzt werden können. Unsicherheiten in diesem Bezug bestehen darin, ob sich die Innovation bei den Kunden durchsetzen kann. Entscheidende Einflussgrößen für die Höhe des wirtschaftlichen Risikos sind der Erfüllungsgrad der Kundenanforderungen und die Höhe des Innovationsgrads (Schmeisser, 2010). Andererseits ergeben sich Unsicherheiten in Bezug auf die Innovationsfolgen und die Frage, ob ein erfolgreich umgesetztes Innovationsvorhaben am Ende auch tatsächlich zu den intendierten Zielsetzungen beiträgt (Clausen et al., 2011). Zwar nimmt die Unsicherheit mit Fortschreiten des Innovationsprozesses ab, doch bleibt sie immer zu einem gewissen Grad bestehen (Haller, 2003). Aus Neuartigkeit, Komplexität und Unsicherheit resultieren Konfliktpotentiale, die sachlich-intellektuell, sozio-emotional oder wertmäßig-kulturell sind (Ebinger, 2005). Sie können zwischen Mitarbeitern, Vorgesetzten, Unternehmen, Öffentlichkeit und Staat entstehen (Haller, 2003). Während Komplexität ein Merkmal ist, das besonders bei der Entwicklung eines Modells für den Innovationsprozess diskutiert werden muss, ist die Unsicherheit eine Eigenschaft, die besonders bei der Bewertung von Innovationen hervortritt und bei der Diskussion von Bewertungsmethoden beachtet werden muss.

2.2 Modelle unternehmerischer Innovationsprozesse

Die Vielzahl an Modellen von Innovationsprozessen in der Literatur zeigt, dass es nicht ein einzelnes Modell gibt, das für alle Anwendungsbereiche übertragbar ist (Verworn & Herstatt, 2000). Wichtige Entwicklungen einer interaktiven Innovationstheorie gehen auf Fichter (2005) zurück, hierbei wird ein Innovationssystem in fünf Elementen unterteilt und mittels einem interaktiven Mehrebenenmodell modelliert. Lühring (2006) unterteilt Innovationsprozesse in vier Grundtypen, entsprechend der Informationsverteilung, welche die Verknüpfung und Koordination beteiligter Akteure mit sich bringt und unterscheidet davon ausgehend vier verschiedene Innovationsmodelle. Neben funktional-arbeitsteiligen Innovationsmodellen, die auf der Spezialisierung unterschiedlicher Abteilungen beruhen, nennt er weiter das Stage-Gate Modell für den Grundtyp der Stage-Gate Prozesse. Dieses Modell (ursprünglich von Cooper (1990) beschrieben) besteht aus mehreren Arbeitsphasen, die über Entscheidungspunkte miteinander verbunden werden, an denen über die weitere Durchführung des Innovationsprozesses bestimmt wird. Dabei laufen die Innovationsphasen weitgehend sequentiell ab. In dem dritten Grundtyp können die Phasen auch in Teilen parallel liegen. Diese Parallelität wird in Parallelisierungsmodellen weiter ausgeführt. Cooper (1994) entwickelte hierfür den ursprüngliche Stage-Gate Prozess weiter, um mehr Flexibilität einzuräumen (Unabhängigkeit von Phasen sowie variables, situationsabhängiges Setzen von Entscheidungstoren), um der zeitlichen Unabhängigkeit von Prozessen gerecht zu werden. Als viertes führt Lühring (2006) das Modell integrierter Produktentwicklung auf, welches explizit Lebenszyklusinformatio-

nen mitberücksichtigt, wodurch Kunden oder Lieferanten in den Innovationsprozess integriert und verschiedene Unternehmensfunktionen an dem Prozess beteiligt werden können. Durch den hohen Interaktionsgrad sind ein gutes Informationsmanagement und eine gute Koordination für diese Prozesse unerlässlich.

Aufgrund der definierten Entscheidungspunkte erscheint das Stage-Gate-Modell bzw. die Parallelisierungsmodelle (Cooper 1990, 1994, 2001) als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines strukturierten Ansatzes zur Integration von Nachhaltigkeitsbewertung in Living Labs gut geeignet. Aus diesem Grund wird das Modell im Folgenden kurz skizziert und bestehende Kritik und Ansätze zur Weiterentwicklung, die eine aktive Beteiligung von Nutzern ermöglichen, aufgezeigt.

Zudem wird das Modell „Technology Readiness Levels“, kurz TRL, (Mankins 1995; Mankins 2009) aufgegriffen, um den Reifegrad nachhaltiger Technologieentwicklungen, beispielsweise im Flugverkehr (Nakamura et al. 2013), zu beurteilen. In dem Modell werden neun Stufen der Reife einer Technologie definiert, die den Innovationsprozess gleichsam in Phasen unterteilen. Dieser Ansatz ist aufgrund seiner Bekanntheit und Akzeptanz eine interessante Grundlage für die Konzeption nachhaltigkeitsorientierter Innovationsprozesse im INNOLAB-Projekt und wird daher ebenfalls im Folgenden vorgestellt.

Ein weiteres Modell, das in der deutschsprachigen Literatur häufig zitiert wird (Haller, 2003; Lühring, 2006; Rüggeberg & Burmeister, 2008; Verworn & Herstatt, 2000) ist das Phasenmodell von Thoms (1980), welches auch in der konzeptionellen Zusammenstellung von Innovationsmodellen von Kristof (2010) aufgegriffen wird. Es teilt den Innovationsprozess in drei große Phasen ein: Ideengenerierung, Ideenakzeptierung und Ideenrealisierung (Verworn & Herstatt, 2000). Diese drei Phasen lassen sich auf die meisten Innovationsprozesse übertragen (Rüggeberg & Burmeister, 2008) – so auch auf Living Labs, sodass es ebenfalls im Folgenden vorgestellt wird.

2.2.1 Stage-Gate Modell nach Cooper

Das ursprüngliche Modell besteht aus fünf aufeinander folgenden Toren und Arbeitsphasen (vgl. Abb. 2). Die Tore stellen jeweils Go-, Kill-, Hold- oder Recycle-Entscheidungen dar. Dies bedeutet entweder, dass der Prozess weiterlaufen kann, da relevante Kriterien erfüllt sind („go“), der Innovationsprozess an dieser Stelle gestoppt wird, da die Innovation kein Erfolg oder Umsetzungsmöglichkeiten in Aussicht stellt („kill“), erst weitere Kriterien erfüllt werden müssen („hold“), oder dass unvollständige Aufgaben nachgearbeitet werden müssen („recycle“). Da nach jedem Tor die darauffolgende Phase teurer wird, werden die Kriterien zunehmend strenger (Cooper & Kleinschmidt, 2001, Cooper 2002).

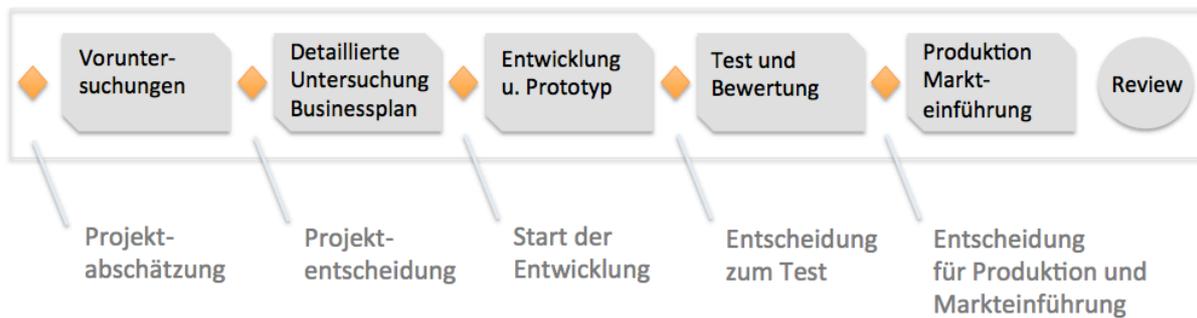


Abb. 2 Organisations- und Prozessintegration im Stage-Gate-Prozess. Quelle: Cooper (2002).

Das erste Tor „Projektabschätzung“ prüft in zuvor definierten Muss- und Soll-Kriterien die strategische Ausrichtung, technische Machbarkeit, Wettbewerbsvorteile und Attraktivität sowie Synergien mit Kernkompetenz des Unternehmens und resultiert bei einem positiven Urteil in der Freigabe der Ressourcen für das Projekt. In der darauf folgenden 1. Phase „Voruntersuchungen“ wird eine Marktbeurteilung (Marktgröße, Marktpotential und mögliche Marktakzeptanz) und eine technische Bewertung zur Abschätzung von Machbarkeit sowie benötigten zeitlichen und finanziellen Ressourcen durchgeführt (Cooper, 1990; Cooper & Kleinschmidt, 2001). Als Methoden werden Literaturrecherchen, Informationen von Hauptnutzern, Fokusgruppen und Konzepttests unter Beteiligung der Nutzer eingesetzt (Cooper, 1990).

In der anschließenden „Projektentscheidung“ werden erneut die Kriterien des 1. Screenings unter Berücksichtigung der gewonnenen Informationen aus Phase 1 geprüft und um zusätzliche Sollkriterien erweitert (z.B.: Profitpotential, Verkaufskraft, Rendite und Kundenreaktion). Hierzu werden häufig Checklisten und Bewertungen über Punktemodelle eingesetzt (Cooper, 1990; Cooper & Kleinschmidt, 2001). In der sich anschließenden 2. Phase „Detaillierte Untersuchung“ wird das Produkt definiert und ein Business Case entwickelt. Hier werden unter anderem Nutzerstudien, Wettbewerbsanalysen, Produktvorführungen, technische Machbarkeitsbewertungen und Finanzanalysen durchgeführt.

Das dritte Tor „Start der Entwicklung“ ist ein finanziell wichtiger Entscheidungspunkt, da in der folgenden Phase aufgrund von Prototypenentwicklung hohe Kosten anfallen. Auch bei diesem Tor werden die Soll- und Musskriterien unter Berücksichtigung der neu gewonnenen Informationen überprüft. Ein Fokus liegt hier auf dem Business Case. Außerdem wird die Produktdefinition abschließend festgelegt. In Phase 3 „Entwicklung und Prototyp“ findet die eigentliche Produktentwicklung statt, sodass am Ende der Phase ein getesteter Prototyp des Produktes vorliegt. Neben der technischen Entwicklung des Prototypens finden bereits parallel dazu Tätigkeiten in den Bereichen Marketing und Produktion statt. Darunter fallen Markt-, Rechts- und Wirtschaftlichkeitsanalysen, die kontinuierlich weiter geführt werden. Außerdem werden Pläne für die Markteinführung bereits vorbereitet (Cooper & Kleinschmidt, 2001).

In Tor 4 „Entscheidung zum Test“ wird geprüft, ob das Produkt weiterhin der Definition aus Tor 3 entspricht und wie sich seine Attraktivität entwickelt hat (Cooper & Kleinschmidt, 2001). Das gesamte Projekt (Produkt, Produktionsprozess, Kundenakzeptanz, wirtschaftliche Betrachtungen) wird in Phase 4 „Test und Bewertung“ durch innerbetriebliche Produkttests, Nutzer- oder Feldstudien, Pilotproduktion, Testmärkte und finanziellen Analysen getestet und validiert. Die eigentliche Entwicklung ist in dieser Phase bereits abgeschlossen.

Bevor die Innovation in den Markt eingeführt wird, muss es noch Tor 5 „Entscheidung für Produktion und Markteinführung“ durchlaufen. Hier besteht eine letzte Möglichkeit, das Projekt zu stoppen. Die zu prüfenden Kriterien adressieren die Produktion, den Markteinführungsplan und die Rentabilität. Fällt das Urteil in Tor 5 positiv aus, kommt es in Phase 5 zur Produktion und Markteinführung.

Unter den heutigen globalen, sich rasch ändernden Marktbedingungen kritisiert Cooper (2014) den Stage-Gate Prozess als zu linear, unflexibel und bürokratisch. Er würde das Experimentieren einschränken, die Tore seien zu stark strukturiert und die Entscheidungskriterien zu finanzbasiert. Als Weiterentwicklung des ursprünglichen Konzeptes schlägt er daraufhin das Triple A System vor (Adaptive & Flexible, Agile und Accelerated) (Cooper, 2014). In diesem System schlägt er eine spiralförmige Entwicklung vor, die zukünftige Nutzer bereits ab der Ideengenerierung iterativ in den Prozess einbezieht. Jede Phase soll von neuem die Stufen „Build“, „Test“, „Feedback“ und „Revise“ durchlaufen und das Experimentieren im Vordergrund stehen. Die Tore und Phasen im Triple A System sind kontextbasiert und können in Abhängigkeit von Risiko und Ausmaß der Entwicklung gewählt werden (*risk-based contingency model*). Bezüglich der zu prüfenden Kriterien schlägt Cooper (2014) vor, den Fokus nicht mehr auf finanzielle Kriterien zu legen, da der ökonomische Einfluss einer Technologie schwer vorherzusagen ist, sondern strategische Kriterien in den Vordergrund zu stellen (Synergien im Unternehmen, Wettbewerbsvorteile und Marktpotential). Diese sollen für die verschiedenen Tore unterschiedlich sein. Zur weiteren Flexibilisierung des Modells schlägt er in Anlehnung an Agile Manifesto (einer Methode für Softwareentwicklung mit kleinen Stufen, wenig Planung und einer starken Nutzerintegration) ebenfalls verstärkt mit Nutzerintegration zu arbeiten und Meilensteine zwischen den Toren festzulegen, an denen das Projekt abgebrochen werden kann. Zur Beschleunigung schlägt Cooper zudem vor, in funktionsübergreifenden Teams zu arbeiten, Aktivitäten innerhalb verschiedener Stufen auszuführen, und diese stufenübergreifend zu überlappen, sodass die spezifische Abgrenzung von Stufen in den Hintergrund rückt. Zur Vereinfachung von (Kommunikations-)Prozessen soll außerdem auf IT-Systeme zurückgegriffen werden.

2.2.2 Technology Readiness Levels

Der Ansatz der „Technology Readiness Levels“, kurz TRL, (Mankins 1995; Mankins 2009) wurde von der National Aeronautics and Space Administration (NASA) bereits seit den 1960er Jahren in den USA entwickelt und soll das Management hochkomplexer technologischer F&E-Projekte strategisch handhabbar machen und dafür

sorgen, dass die gewünschte Leistungsfähigkeit der Innovation erreicht wird und dabei Zeit- und Budgetplanung nicht aus dem Ruder laufen. Es werden neun Stufen der Reife einer Technologie definiert, die den Innovationsprozess gleichsam in Phasen unterteilen:

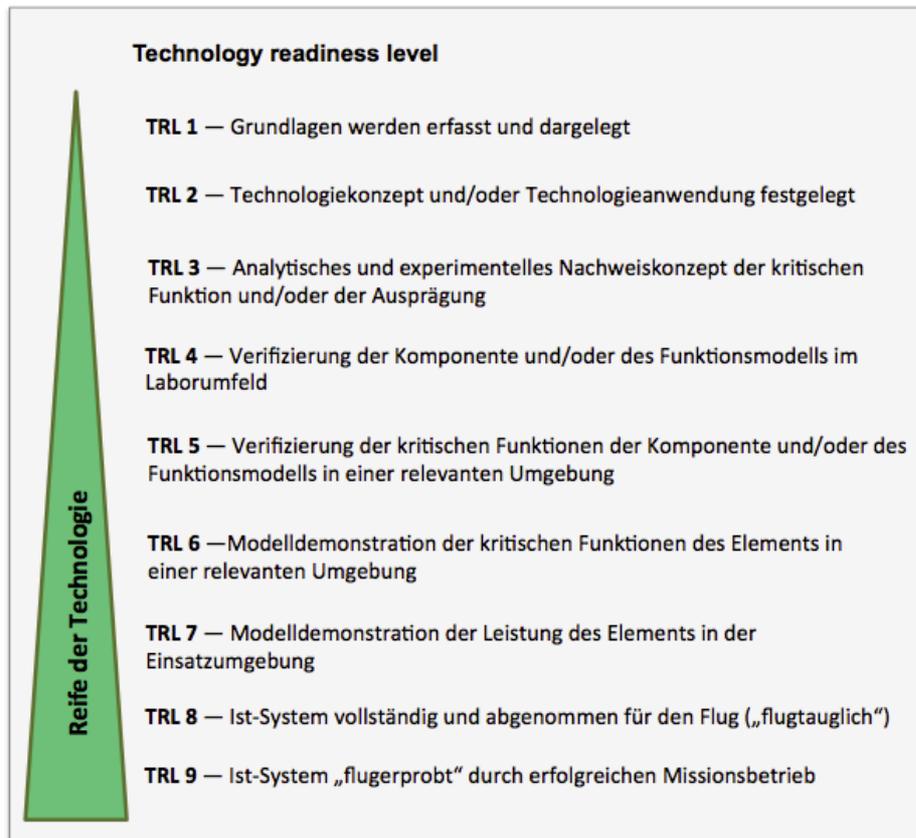


Abb. 3 Technology readiness level model. Eigene Abbildung in Anlehnung an Mankins (2009).

In Bezug auf die Kosten hält Mankins (2009) fest, dass zur Erreichung von Stufe 1 je nach Disziplin große individuelle Spannbreiten möglich seien, von geringen bis sehr hohen Kosten (z.B. kostenintensive aerodynamische Tests neuer Materialien vs. eher gering-investive neue Softwareprogrammierung). Die Kosten auf den Stufen 2-3 seien dagegen typischerweise niedrig bis moderat, aufgrund der noch hohen Risiken sei aber auch eine Finanzierung durch Venture Capital bis TRL 3 noch eher unwahrscheinlich. Ab TRL 4, dessen Kosten normalerweise höher als für TRL 3 aber dennoch moderat seien, steige die Chance auf Venture Capital-Finanzierung an, aber häufiger würden diese Kosten durch öffentliche Förderprogramme getragen. Zum Erreichen ab TRL 5 bis 8 seien die Kosten dann moderat bis sehr hoch und würden immer einer formalen Projektorganisation sowie einer Finanzierung aus öffentlichen Mitteln oder Venture Kapital bedürfen, wobei das Erreichen von TRL 8 die höchsten Kosten mit sich bringe (die eigentliche Entwicklung sei in den meisten Fällen dann abgeschlossen, wobei TRL 8 im Fall der NASA bspw. den Bau des Fluggeräts umfasse); für TRL 9 seien die Kosten dann wieder geringer.

Diese Stufen werden inzwischen auch für nachhaltige Innovationsprozesse angewendet, um den Reifegrad nachhaltiger Technologieentwicklungen, bspw. im Flugverkehr (Nakamura et al. 2013), zu beurteilen.

Um in Ko-Kreations-Prozessen die kritischen Phasen einer Innovation zu durchschreiten, könnte dann daran angepasst vom „Innovation Readiness Levels“ (IRL) gesprochen werden (siehe Abb. 4). Entsprechend adaptiert stellt das Konzept aufgrund seiner hohen Bekanntheit und Akzeptanz eine interessante Grundlage für die Konzeption nachhaltigkeitsorientierter Innovationsprozesse im INNOLAB-Projekt dar. In der Anwendung wird das Modell nicht vorrangig für die Grundlagen-Entwicklungen neuer Technologien angewandt werden können, da hier nicht von rein technologischen Reifegraden gesprochen werden kann, sondern vielmehr die Interaktion mit Nutzern und Stakeholdern im Vordergrund steht. Jedoch kann der IRL-Check im Innovationsprozess von Living Labs genutzt werden, um die Reife der Innovation zu identifizieren oder zu prüfen.

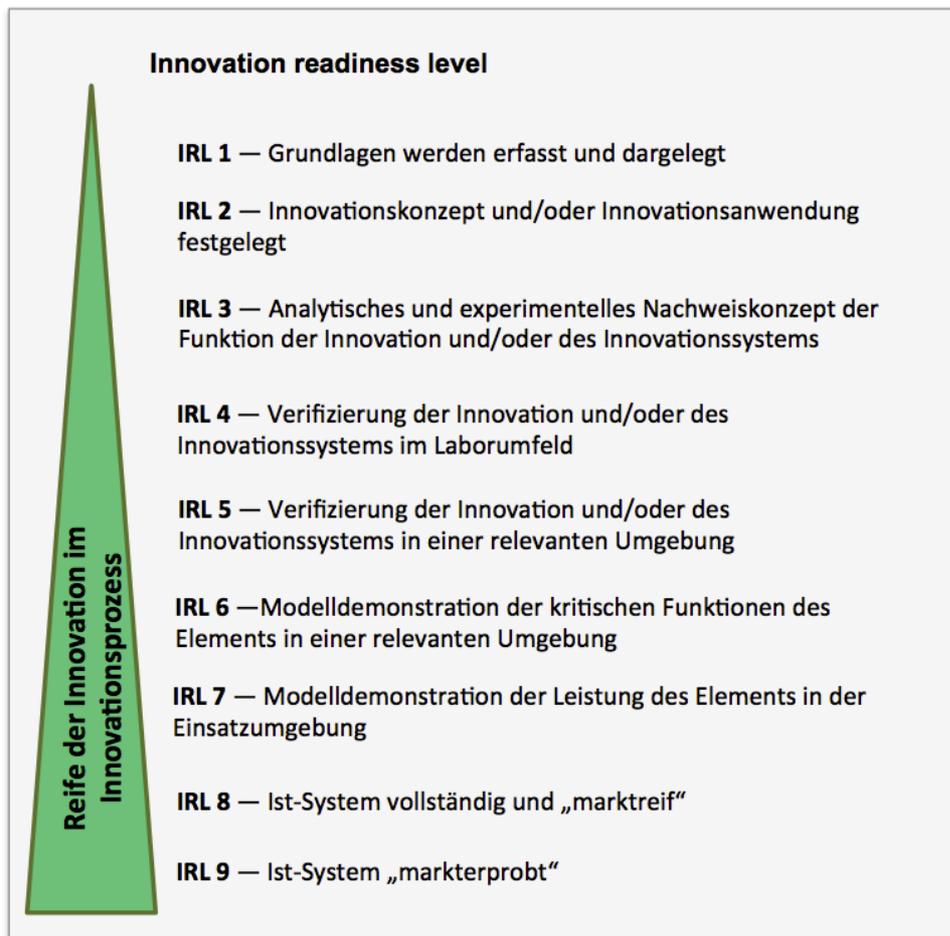


Abb. 4 Innovation Readiness Level im Living Lab. Eigene Abbildung in Anlehnung an Mankins (2009).

2.2.3 Phasenmodell nach Thom

Das ursprüngliche Drei-Phasen-Modell geht auf Thom (1980) zurück und besteht aus den Phasen Ideengenerierung, Ideenakzeptierung und Ideenrealisierung. Die Phasen sind weder streng voneinander zu trennen, noch müssen sie sequentiell ablaufen. Es können Schleifen stattfinden und einzelne Phasen mehrmals durchlaufen werden, wie z.B. die Phase der Ideengenerierung, wenn die Idee für die Realisierung abgeändert werden muss (Haller, 2003).

In der ersten *Phase der Ideengenerierung* gilt es, möglichst viele Ideen zu entwickeln, sammeln und zu formulieren. Im Anschluss daran werden die Ideen bewertet, Realisierungspläne erstellt und entsprechend der Erfolgchancen die Entscheidung für ein Innovationsprojekt getroffen. Dies geschieht in der *Phase der Ideenakzeptierung*. In der dritten Phase, der *Phase der Ideenrealisierung*, werden die ausgewählten Innovationsideen entsprechend des Realisierungsplans umgesetzt und der Erfolg kontrolliert. In der Regel fallen in dieser Phase 90 % der Innovationskosten an, da sie viel Zeit in Anspruch nimmt und viele Investitionen getätigt werden müssen. Um die Kosten gering zu halten, wird der Prozess möglichst effizient ausgeführt und Wiederholschleifen minimiert (Haller, 2003).

Das Drei-Phasen-Modell von Thom sieht keine explizite Testphase des Produktes vor. Trommsdorff (1995) entwickelte die Phasen nach Thom jedoch weiter, indem er die Phasen weiter untergliederte und in der Phase der Ideenrealisierung eine Testphase hinzufügte. Da diese für den Innovationsprozess entsprechend des Living Lab Ansatzes essentiell ist, wird im Weiteren auf dieses weiterentwickelte Modell verwiesen.

Im Rahmen einer Living Lab Design Studie (Bakker et al. 2008) wurden Forschungslinien für Living Labs herausgearbeitet und das Drei-Phasen-Modell spezifisch zur Anwendung auf Nachhaltigkeitsinnovationen mit Nutzerintegration erstmals in der weiterentwickelten Fassung vorgelegt. In verschiedenen nationalen (Geibler et al. 2014) sowie EU-Forschungs- und Entwicklungsprojekten wurde das Modell dann weiterentwickelt und methodisch fundiert (Liedtke et al. 2012; Liedtke et al. 2015). Insbesondere der Aspekt der Nutzer- und Stakeholderintegration wird hierin verstärkt und dazu Methoden entlang der drei Phasen beschrieben. Damit greift das Modell den allgemein beobachtbaren Trend der Öffnung von Innovationsprozessen auf. Dieser wird im nächsten Abschnitt beschrieben.

2.2.4 Diffusionspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen nach Clausen et al.

Clausen et al. (2011) haben ein Modell zur Untersuchung der Diffusion (Verbreitung einer Neuerung) von Nachhaltigkeitsinnovationen entworfen. In diesem Modell wird der Diffusionspfad einer Innovation beschrieben, das heißt die Verbreitung einer innovativen Lösung durch Imitation und Adaption. Um wesentliche qualitative Veränderungen im Pfadverlauf erfassen und erklären zu können, wird in diesem Modell auf das Konzept der Kippunkte („Tipping points“) zugegriffen und hinsichtlich der Diffusionsprozesse präzisiert. Der Begriff „Kippunkt“ bezeichnet jenen Punkt, an

dem eine vorher lineare Entwicklung durch bestimmte Rückkopplungen abrupt abbricht, die Richtung wechselt oder stark beschleunigt wird („qualitativer Umschlagspunkt“). Die Kippunkte im Pfadverlauf können sowohl durch äußere Einflüsse (z.B. abrupte Preisveränderungen, Naturkatastrophen, Skandale, neue Gesetze usw.) als auch durch positive Rückkoppelungseffekte innerhalb des Pfadsystems (Skaleneffekte, Lerneffekte usw.) verursacht werden. Zur Untersuchung der Diffusion von Nachhaltigkeitsinnovationen werden im Modell von Clausen fünf verschiedene Kippunkte betrachtet (siehe Abb. 5).

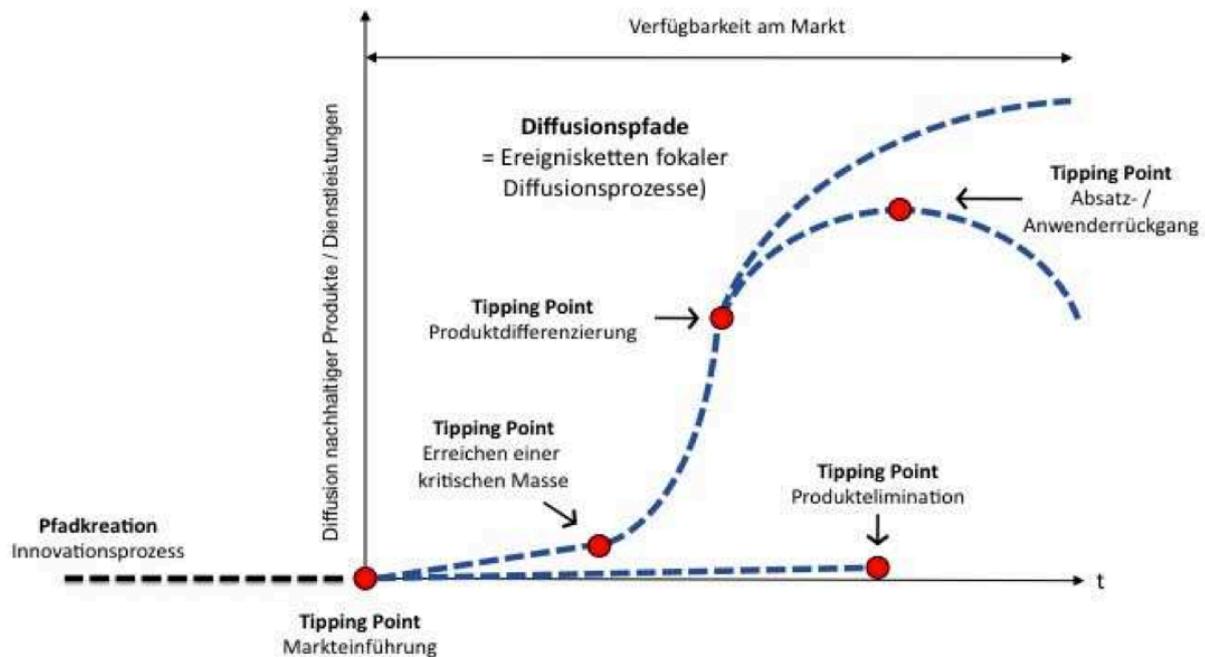


Abb. 5 Kippunkte im Diffusionspfad von Nachhaltigkeitsinnovationen. Quelle: Clausen et al. (2011).

Weiterhin werden sechs Einflussfaktoren betrachtet, die die Diffusion von Innovationen wesentlich beeinflussen können. Dies sind Einflüsse bezogen auf:

1. den Innovationsgegenstand, z.B. Wahrnehmbarkeit, Komplexität, Erprobbarkeit
2. Adopter, z.B. Nutzerinnovationen, Preise, Kosten, Wirtschaftlichkeit
3. Anbieter, z.B. Größe und Reputation der Anbieter
4. Branche, z.B. Rolle der Marktführer oder des Branchenverbandes
5. Politik, d. h. die Interventionen durch Staat und Gesellschaft (z.B. Medienberichterstattung, staatliche Push- und Pull-Aktivitäten)
6. den Pfad, z.B. selbstverstärkende Effekte in Diffusionspfad, Wechselwirkungen konkurrierender Diffusionspfade

Zur Analyse der Nachhaltigkeitswirkungen der Diffusion werden die drei Betrachtungsebenen: Produkt-, Nutzungssystem- und gesellschaftliche Ebene eingeführt. Dabei sollen jeweils die folgenden Aspekte berücksichtigt werden:

Produktebene:

1. Ökologischer Vergleich der betrachteten Produkt- oder Dienstleistungsinnovation mit bestehenden oder in Entwicklung befindlichen Lösungen
 2. Marktdurchdringung bzw. Anwendungsgrad der betrachteten Innovation
- Nutzungssystemebene:
3. Rebound-Effekte
 4. Folgeinnovationen
- Gesellschaftliche Ebene:
5. Gesamtgesellschaftliche bzw. gesamtwirtschaftliche Effekte
 6. Adressierung gesamtgesellschaftlich relevanter Felder oder Ziele der Nachhaltigkeit

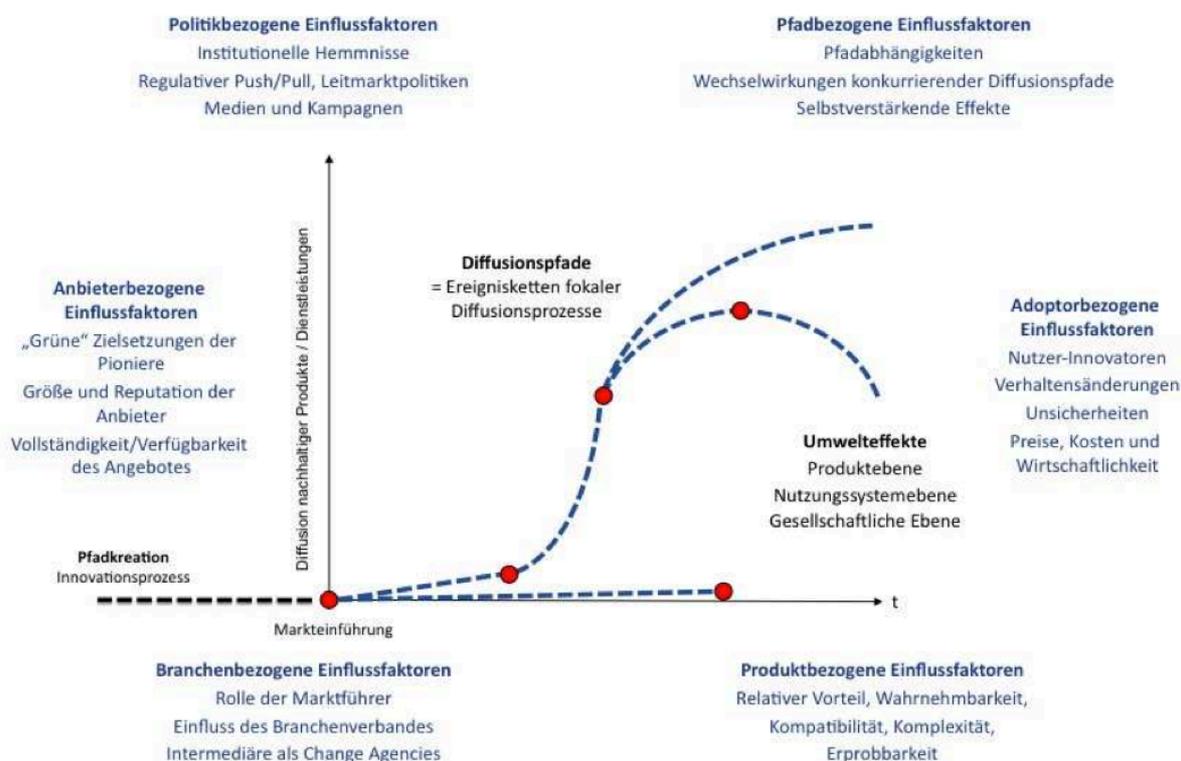


Abb. 6 Modell zur Untersuchung von Diffusionspfaden von Nachhaltigkeitsinnovationen. Quelle: Clausen et al. (2011).

Im Gegensatz zu dem Stage-Gate Modell nach Cooper (2014), ist das Modell nach Clausen (2011) flexibler an die heutigen globalen, sich rasch ändernden Marktbedingungen angepasst. Für den Innovationsprozess von Living Labs stellen insbesondere die sechs herausgearbeiteten Einflussfaktoren einen umfassenden Blickwinkel auf die relevanten Faktoren die eine Innovation von der ersten Voruntersuchung bis zur Markteinführung durchläuft. Die im Modell genannten Betrachtungsebenen bieten einen ersten Ansatzpunkt zur Bewertung der Nachhaltigkeitswirkung, sind jedoch nicht umfänglich beschrieben. Aspekte wie negative Obsoleszenz, Designanforderungen, etc. werden in dem Modell nicht, oder nur nicht umfänglich genug aufgegriffen. Der genannte ökologische Vergleich der betrachteten Produkt- oder Dienstleistungsinnovation mit bestehenden oder in Entwicklung befindlichen Lösungen umgreift weiter keine sozialen Gesichtspunkte, beschreibt aber das Grundkonzept

zur Bewertung der Nachhaltigkeitswirkung einer Innovation, indem ein Vergleich des Innovationssystems mit einem (bestehenden) Referenzsystem erstellt wird (siehe Kapitel 4).

2.3 Anwendung der Innovationsmodelle auf den Living Lab Ansatz

Um aus den beschriebenen Innovationsmodellen ein übergreifendes Modell für Innovationsprozesse entsprechend des Living Lab Ansatzes unter aktiver Nutzereinbindung und einen Mechanismus der Nachhaltigkeitsbewertung zu entwickeln, wird zunächst ihre Übertragbarkeit auf die Struktur des Living Lab Ansatzes (Meurer et al., 2015; Liedtke et al., 2015) überprüft. Abb. 7 verdeutlicht, dass sich die unterschiedlichen Phasen der Modelle, die sich auf den Innovationsprozess fokussieren, zu den drei Phasen des Living Lab Ansatzes *Nutzerbeobachtung*, *Prototypentwicklung* und *Feldtest* zuordnen lassen und dementsprechend grundsätzlich vereinbar sind. Die Phase „Nutzerbeobachtung“ umgreift dabei die Exploration von Bedarfen, innovativen Nutzungsformen, dem Innovationskontexten sowie Marktchancen. Die Phase der **Prototypentwicklung** beinhaltet die Interaktive Entwicklung (Ko-Design) zwischen Produzenten und Stakeholdern. In der letzten Phase „Feldtest“ wird die Innovation bzw. das Innovationssystem in realer oder realweltlicher Umwelt exploriert.

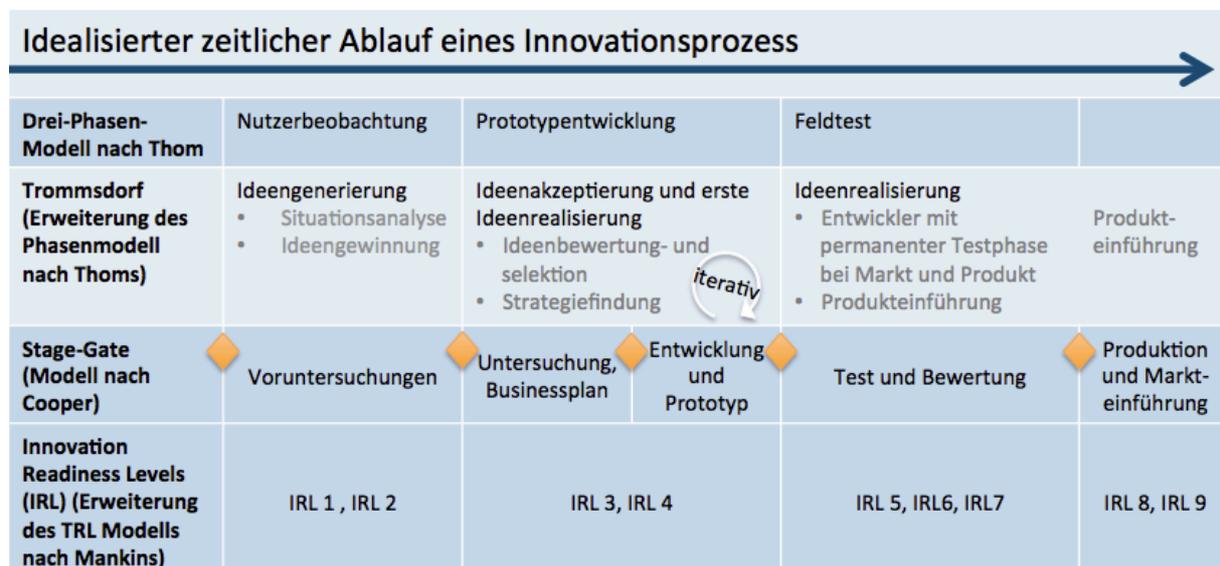


Abb. 7 Phasen der Innovationsmodelle im Vergleich. Quelle: Eigene Abbildung.

Die in Kapitel 2.2 aufgeführten Kritik an den einzelnen Modellen können in durch eine entsprechende Weiterentwicklung und Zusammenführung der Modelle umgegangen werden. Der Hauptkritikpunkt dabei bezieht sich darauf, dass die Modelle der Komplexität realer Innovationsprozesse nicht gerecht würden, welche durch den Anspruch der Allgemeingültigkeit entsteht. Dies kann jedoch durch das Ermöglichen einer Parallelisierung der Phasen und/oder dem Durchlaufen von Schleifen im Inno-

vationsprozess eines Living Labs gelöst werden. Da Living Labs entsprechend der drei Phasen mit unterschiedlichen Zielsetzungen und angewendeten Methoden aufgesetzt und geplant werden, eignen sich das Phasen- und Stage-Gate-Modell in diesem Hinblick trotz - oder gerade - wegen ihrer Einfachheit. Das Definieren von Meilensteinen bei der Projektplanung am Ende der jeweiligen Phase kann in der Praxis ebenfalls zu einer besseren zeitlichen Zuordnung beitragen. Der weiter hervorgebrachten Kritikpunkt des Stage-Gate Modells, der Fixierung auf finanzbasierte Kriterien, kann durch die Integration ökologischer und sozialer Entscheidungskriterien degradiert werden. Das Aufnehmen weiterer kontextbasierter Kriterien ermöglicht darüber hinaus eine Flexibilität entsprechend der unterschiedlichen Anwendungsfelder und der Innovationsreife. Zur Beurteilung des Reifegrades der entwickelten Komponenten oder integrierten Produkt-Dienstleistungs-Lösung können die vom TRL-Modell abgeleiteten Innovation Readiness Levels (IRL) dienen (vgl. Kapitel 5.2).

Um eine Nachhaltigkeitsbewertung in den Innovationsprozess eines Living Labs zu integrieren, können die Phasen und Gates von Cooper als Entscheidungspunkte dienen und in die Weiterentwicklung, bzw. Zusammenführung der Modelle zu einem Innovationsmodell für Living Labs eingebunden werden. An diesen Entscheidungspunkten können dann jeweils Nachhaltigkeitsanforderungen (abgestimmt auf die aktuell zur Verfügung stehenden Informationen und Ressourcen) identifiziert und geprüft werden. Der Ansatz des Vergleichs von dem Innovationssystem zu einem (bestehenden) Referenzsystem, wie es auch Clausen (2011) in seinem Modell aufgreift, ermöglichen dann eine Bewertung der Nachhaltigkeitswirkung. Auf den Innovationsprozess eine Living Labs übertragen sind die Entscheidungspunkte (Gates) wie folgt:

Projektabschätzung: Zu Beginn der Durchführung eines Living Labs wird eine allgemeine Abschätzung durchgeführt, um bei Nutzern einen Bedarf zu identifizieren. Hier kann die individuelle Stakeholderanforderung in Bezug auf Nachhaltigkeit in einem bestimmten Bedarfsfeld abgefragt werden (z.B. bei Lead-Nutzern), um sie in den weiteren Prozess einzubeziehen. Über Nutzerbeobachtung werden in der Phase der Voruntersuchungen Daten gesammelt.

Projektentscheidung: Auf Grundlage dieser Daten wird anschließend festgelegt, ob ein Projekt durchgeführt wird und ein neues Produkt bzw. eine Systemlösung entwickelt werden soll. Wenn ja, wird festgelegt, welchen Bedarf es adressieren kann. In einem nächsten Schritt werden detaillierte Untersuchungen angestellt. Besonders im Unternehmenskontext wird nun auch ein Businessplan erstellt.

Start der Entwicklung: Da für die Entscheidung zur Entwicklung die Innovation in der Regel noch recht unkonkret ist, kann hier nur eine konzeptionelle Bewertung durchgeführt werden. Nutzerintegriert geht es anschließend an die Entwicklung von Ideen, welche nach einer Prüfung in einem Prototypen umgesetzt werden.

Entscheidung zum Test: Über die Prototypenentwicklung wurde die Innovation konkretisiert und es stehen potentiell mehr Daten zur Verfügung, um eine Nachhaltigkeitsbewertung durchzuführen. Beispielsweise kann zu diesem Zeitpunkt eine ers-

te Bewertung zu verwendender Materialien durchgeführt werden. Nach Bewertung dieses Prototypens beginnt die Testphase, die in Living Labs über Feldtests durchgeführt wird.

Entscheidung zur Markteinführung/Weiterentwicklung: Am Ende dieses Tests kann die Innovation und die Wirkung der Innovation auf das System untersucht und bewertet werden. An dieser Stelle kann auch der gesamte Entwicklungsprozess rückwirkend auf seine Nachhaltigkeit hin untersucht werden. Welche Kriterien an den jeweiligen Stellen angesetzt werden sollten, wird in den folgenden Kapiteln entwickelt und diskutiert.

Die Phasen und deren jeweiligen Aktivitäten sind übertragen auf den Innovationsprozess im Living Lab in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tab. 2 Beschreibung der Aktivitäten der jeweiligen Phasen im Innovationsprozess

Phase im Innovationsprozess	Aktivitäten im Living Lab
Voruntersuchung	Grundlagenerfassung und -identifikation (Nutzerbedarfe, Stakeholder-anforderungen, etc.)
Detaillierte Voruntersuchung	<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung von Innovationskonzepten (anhand der Bedarfe) - Konzeptionelle Bewertung - Festlegung eines Konzepts und darauf aufbauend die Entwicklung eines Geschäftsmodells
Prototypentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> - Nutzerintegrierte (Weiter-)Entwicklung der Idee - Bewertung anhand neuer Daten - Verifizierung und Umsetzung in einem Prototypen
Feldtest	<ul style="list-style-type: none"> - Untersuchung der Innovation und deren Wirkung - Bewertung anhand konkretisierter Daten

Die Kritik am eher linearen Aufbau des Stage-Gate Prozesses steht in Einklang mit der Ansicht von heterogen verlaufenden Innovationsprozessen (Van de Ven et al. 2008). Die Integration von Nutzern und Stakeholdern, wenn sie konsequent umgesetzt wird, unterstreicht den nicht-linearen Verlauf von Innovationsprozessen, etwa wenn daraus gewonnene Informationen Iterationsschleifen oder andere Interaktionen notwendig machen. Dies hat nicht nur Folgen für das hier verwendete Modell nachhaltiger Innovationsprozesse, sondern auch für die integrierte Nachhaltigkeitsbewertung, denn die Nachhaltigkeitswirkung des Nutzerverhaltens (festgestellt in der ersten Phase „Nutzerbeobachtung“ oder während „Feldtests“) sowie Feedback von Nutzern und Stakeholdern während der „Prototypenentwicklung“ und den „Feldtests“ sind in den weiteren Innovationsprozess iterativ zu integrieren und für die Entscheidungen an den Stagegates zu berücksichtigen. Dieser Kritikpunkt kann in der Weiterentwicklung aufgegriffen werden, indem die Nutzerintegration über den ganzen Innovationsprozess integriert und die Phasen iterativ durchlaufen werden können. Jede Phase im Innovationsprozess soll von neuem die Stufen „Build“, „Test“, „Feedback“ und „Revise“ durchlaufen, wobei jeweils einzelne Schwerpunkte der Nutzerintegration gesetzt werden (vgl. Tab. 4). Dies ermöglicht es, Änderungsbedarfe, die im

Feldtest oder bereits im Rahmen der Prototypenentwicklung aufgedeckt werden, noch zu integrieren.

Aus diesen Vorüberlegung und den Weiterentwicklungen der vorgestellten Modelle zur Degradation der Kritikpunkte zeigt Abb. 8 ein Modell für den unternehmerischen Innovationsprozess eines Living Labs.

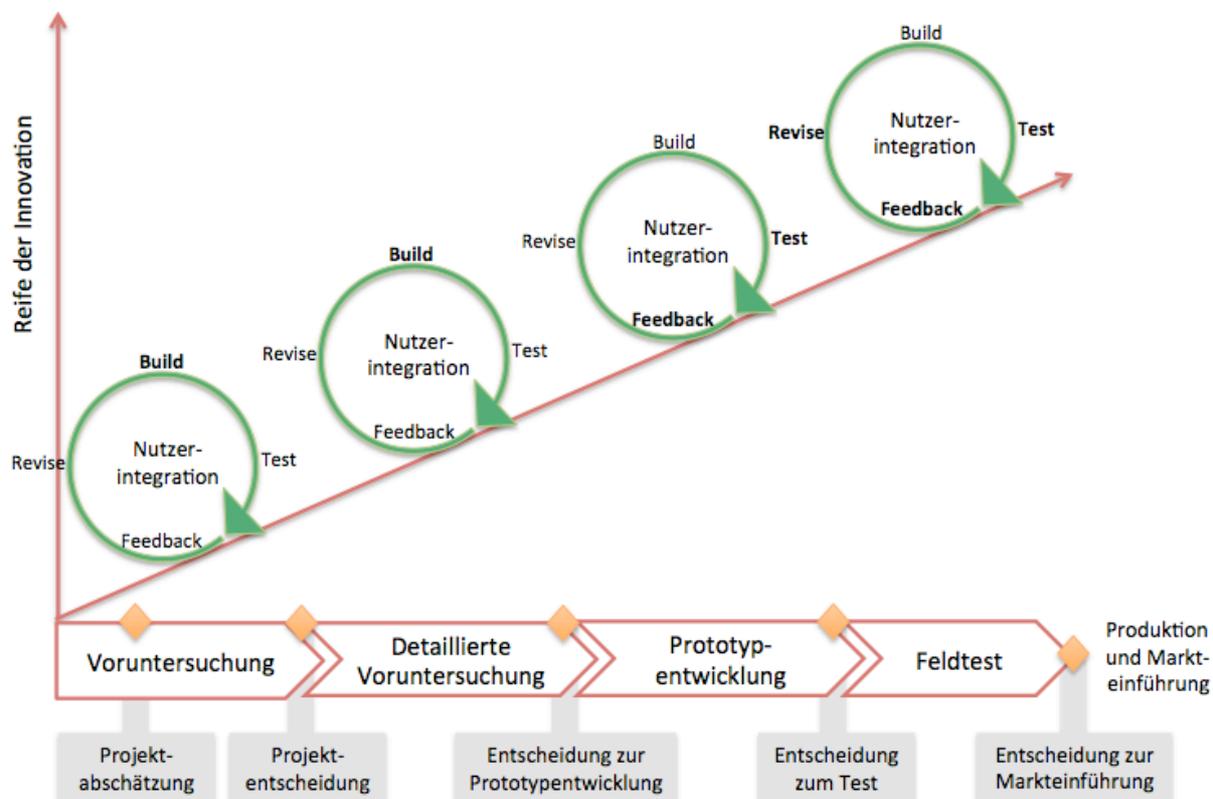


Abb. 8 Modell des unternehmerischen Innovationsprozesses im Living Lab. Quelle: Eigene Abbildung in Anlehnung an Cooper (2002).

Die für den Living Lab Ansatz immanent wichtige Nutzerintegration und Stakeholderbeteiligung wird deutlich hervorgehoben und durch das Nutzerfeedback über alle Phasen hinweg berücksichtigt. In Anlehnung an die Kritik von Cooper (2014), werden diese einzelnen Interaktionspunkte in den jeweiligen Phasen mit Kreispilen dargestellt, um die spiralförmige Entwicklung mit „Build – Test – Feedback – Revise“ - Prozessen nachzuahmen. In den Phasen kann es auch zu mehreren Kontaktpunkten mit Nutzern kommen.

Für das vorliegenden Papier, das eine Grundlage für handhabbare Tools zur Bewertung nachhaltiger Innovationsprozesse im Living Lab legen soll, wird der Fokus auf die Phasen der Entwicklung nachhaltiger Produkte und Dienstleistungen in einem Living Lab-Ansatz aus Sicht eines Unternehmens gelegt. Dabei ist davon auszugehen, dass grundsätzliche Entscheidungen zu einem Innovationsprozess oftmals bereits gefallen sind und damit ein ganz offener Suchprozess nach Lösungen bereits abgeschlossen ist. Die vorgelagerte Phase eines offenen Suchprozesses kann auch im Rahmen eines Living Lab-Ansatz erst auf Basis der Nutzerbeobachtung erfolgen. Es ist allerdings davon auszugehen, dass dies in der Praxis häufig vermischt vorliegt

oder der Living Lab Prozess erst nach der Projektabschätzung begonnen wird. Dies bedeutet, dass eher Innovationen höheren Reifegrades im Living Lab-Ansatz – mindestens im Projekt-Kontext von INNOLAB – weiterentwickelt werden. Durch den Fokus auf Nutzerintegration steht eher die Anwendung und konzeptionelle Entwicklung statt der Produktion bzw. Produktionsplanung der Innovation im Mittelpunkt. Entsprechend wird die Phase der Markteinführung in dem Innovationsprozess für Living Labs um eine möglicherweise ausstehende Weiterentwicklung der Innovation bis zur Marktreife und Diffusion erweitert. Hier ist auch wichtig, Kriterien für eine erfolgreiche Markterschließung zu definieren.

3 Nachhaltigkeitsanforderungen

Um eine Bewertung der Nachhaltigkeitswirkung durchführen zu können, müssen zunächst Anforderungen und Ziele definiert werden. Im Bereich der Nachhaltigkeitsbewertung in Innovationsprozessen können sich diese aus unterschiedlichen Ansprüchen begründen. Hierbei sind vor allem die Anforderungen von aktiv (z.B. Mitarbeiter, Nutzer) und passiv am Innovationsprozess beteiligten (bzw. "betroffenen") Stakeholdergruppen (z.B. Administrative Akteure) (vgl. Kapitel 3.1) sowie Anforderungen, die sich von den Zielsetzungen des zu verfolgenden Entwicklungskonzepts (z.B. Green Economy) ableiten lassen, zu nennen (vgl. Abb. 9). Die folgende Analyse von Zielen und Kriterien, die speziell für Innovationen in Living Labs für eine Green Economy relevant sind, ist entsprechend dieser beiden Stakeholder-Kategorien aufgebaut. In den folgenden Unterkapiteln werden Anforderungen erarbeitet, die anschließend durch die Bewertungsmethoden zur Analyse der Nachhaltigkeitswirkung von Innovationen widergespiegelt werden sollen.

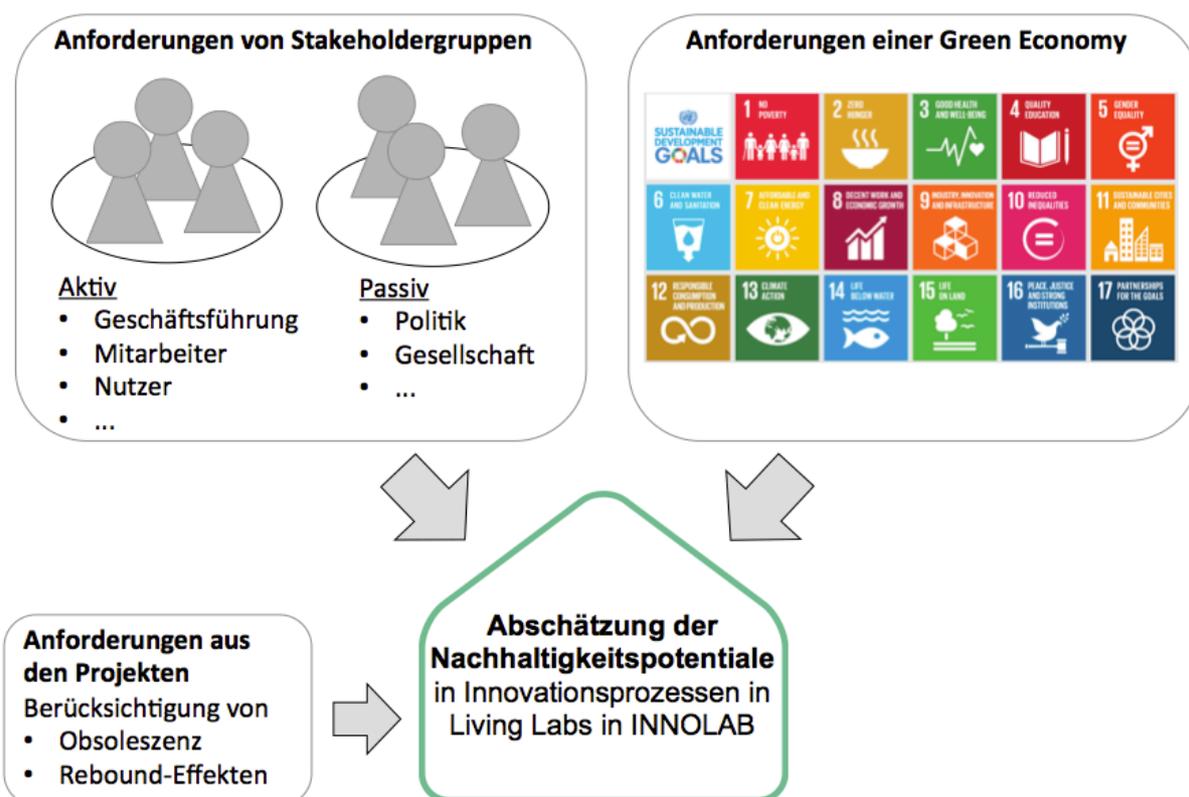


Abb. 9 Graphische Darstellung der für die Nachhaltigkeitsbewertung in Living Labs in INNOLAB relevanten Anforderungsbereiche. Quelle: Eigene Darstellung, Abbildung der SDG: UN 2015.

3.1 Anforderungen von Stakeholdern

Für die Definition des Begriffs Stakeholder wird in der Literatur meist auf Freeman (1984) verwiesen. Er definiert Stakeholder als *jede Gruppe oder Einzelperson, die*

auf die Organization einwirkt oder von der Zielerreichung einer Organisation beeinflusst wird [„any group or individual that affect or is affected by the achievement of the organization’s objectives“] (Freeman, 1984: 46). Für die Analyse der Stakeholderanforderungen im Kontext dieses Berichtes ist abweichend von dieser Definition kein Organisations- oder Unternehmensziel im Fokus, sondern die zu entwickelnde Innovation und der damit zusammenhängende Innovationsprozess. Achterkamp und Vos (2007) unterteilen Stakeholdergruppen in aktiv und passiv am Prozess beteiligte Gruppen. Zu den aktiv Beteiligten zählen u.a. Kunden oder Nutzer, Entscheidungsträger sowie Designer. Die passiv Beteiligten sind lediglich von den Ergebnissen und Auswirkungen „betroffen“, können den Prozess aber nicht direkt beeinflussen (Achtermann/Vos, 2007).

Die Stakeholder von Living Labs können alle Arten von öffentlichen oder privaten Organisationen sein, wie Unternehmen, Nicht-Regierungs-Organisationen, Forschungseinrichtungen, Universitäten, Städte oder Gemeinden sowie Designer, Technologie- oder sonstige Experten. Deren Bedeutung und Interesse innerhalb einer Living Lab Initiative kann entsprechend ihrer Rolle im Gesamtprozess unterschiedlich sein. Ein breites und vielseitiges Ökosystem ambitionierter Akteure ist dabei eine wesentliche Qualität und Voraussetzung für die erfolgreiche Implementierung und den Betrieb von Living Labs (Masseck, 2015). Aktives Stakeholdermanagement dient dabei sowohl um Chancen also auch Risiken innerhalb eines Innovationsprozesses und ggf. für die Markteinführung zu identifizieren.

Die Einbeziehung von Stakeholdergruppen erfordert in jedem Fall Methoden der Interaktion und Integration in transdisziplinären Prozessen. Hier sind auch Methoden der Aktionsforschung zu benennen, die auf unterschiedlichen Ebenen und Tiefegraden die Integration von Stakeholdern ermöglichen (Talwar et al., 2011). Der ‚Living Lab‘ Ansatz kann dabei flexibel an definierte Forschungsdesigns angepasst werden. Somit können Nutzer und Stakeholder in allen oder nur bestimmten Phasen des Forschungsprozesses integriert werden. Beispielsweise in den Phasen „Definition des Forschungsproblems“, „Entwickeln der Forschungsstrategie“, „Erstellung von Ergebnissen“ oder „Anwendung von Ergebnissen“ (Talwar et al., 2011).

Zur Identifikation relevanter Stakeholder wird auf Veröffentlichungen verschiedener Institutionen zu Stakeholdergruppen für Unternehmen zurückgegriffen. Diese beinhalten häufig Mitarbeiter, Gesellschaft, lokale Gemeinschaft, Kunden und Zulieferer (z.B. Gießhammer et al., 2007; UNEP/SETAC, 2009; GRI 2013). Auch in AP 1.3 werden als für die Living Lab Forschung relevant eingestuft Stakeholder betrachtet (Teufel und Erdmann, 2015).

Auf Grundlage dieser Quellen wurden die in Tab. 3 aufgeführten Stakeholder für die Analyse von Nachhaltigkeitsanforderungen in Innovationsprozessen identifiziert. Die Gruppen werden entsprechend ihrer Beteiligung am Prozess beschrieben. Außerdem wird aufgezeigt, an welchen Stellen des Innovationsprozesses sie zu verorten sind und eine erste Abschätzung der Nachhaltigkeitsanforderung der jeweiligen Stakeholdergruppe durchgeführt.

Tab. 3 Übersicht über Stakeholder, ihre Rolle und Nachhaltigkeitsanforderungen im Innovationsprozess einer im Living Lab zu entwickelnden Innovation.

Stakeholder	Rolle	Nachhaltigkeitsanforderungen an die zu entwickelnde Innovation im Living Lab	Beteiligung im Innovationsprozess*
Entscheidungs-träger im Innovationsprozess	Aktiv	Konformität zu Strategien, Rentabilität	EP 2 und 5
Entwickler/ Forscher/ Mitarbeiter/ Gewerkschaften	Aktiv (ggf. nur passiv, je nach Arbeitsteilung variierend)	Arbeitsschutz, Sozialverträglichkeit der Arbeit. Anforderungen an Innovation in Abhängigkeit von persönlichen Präferenzen und Know-How (Materialeffizienz, Umweltfreundlichkeit,...)	Im gesamten Entscheidungsprozess (EP 1 bis 5)
Kunden und Nutzer	Aktiv (repräsentative Gruppe)	Anforderungen an Innovation in Abhängigkeit von persönlichen Präferenzen und Werten: Langlebigkeit, Preis-Leistung, Wartung, Reparatur, Umweltfreundlichkeit, etc. sowie Rolle im Innovationsprozess,	Im gesamten Entscheidungsprozess (EP 1 bis 5)
Finanzinstitutionen: Shareholder, Banken, Versicherungen, Ratingagenturen, Zertifizierer	Aktiv	Ökonomische Anforderungen und ethische Ansprüche an Produkte, aufgrund nachhaltiger Anlagestrategie, Rentabilität, Transparenz zur Risikominimierung	EP 4 und 5
Partner der Wertschöpfungskette	Aktiv	Anforderung für die Prototypentwicklung und ggf. Markteinführung sowie ggf. in Kodizes verankerte Anforderungen an Produktions-, Produkt- und Arbeitsbedingungen	EP 4 und 5
Branchen-, Berufsverbände und Normungs-Organisationen	Passiv	Ggf. in Kodizes verankerte Anforderungen	Im gesamten Entscheidungsprozess (EP 1 bis 5), insb. EP 4 und 5
Staatliche bzw. Administrative Akteure	Passiv	Konformität mit in Gesetzen und Verordnungen festgelegten Umwelt- und Sozialstandards	EP 4 und 5
Umwelt-/ Verbraucher-organisationen	Aktiv	Ökologische und soziale Anforderungen an Produkte, Einhaltung von Umweltstandards und kontinuierliche Verbesserung der Leistung	Im gesamten Entscheidungsprozess (EP 1 bis 5), insb. EP 4 und 5
Nachbarschaft, Kommune	Aktiv	Soziale und ethische Ansprüche an Produkte und Dienstleistungen, aufgrund des Bezugs durch Emissionen und andere negative unmittelbare Einflüsse.	Im gesamten Entscheidungsprozess (EP 1 bis 5)
Gesellschaft	Passiv	Ressourcenschonung, Einhaltung von Sozialstandards, Umweltverträglichkeit, Steigerung der Lebensqualität	Im gesamten Entscheidungsprozess (EP 1 bis 5)

* Die Beteiligung der jeweiligen Stakeholder kann je nach Innovation bzw. Innovationssystem von der hier vorgestellten Verortung variieren. Die Entscheidungspunkte (EP) sind wie folgt: EP 1: Projektabschätzung; EP 2: Projektentscheidung; EP 3: Start der Entwicklung; EP 4: Entscheidung zum Test; EP 5: Entscheidung für die Produktion und Markteinführung

3.1.1 Passive Stakeholder innerhalb des Innovationsprozesses

Wie in Tab. 3 aufgeführt, existieren viele Stakeholdergruppen, die indirekt von dem Innovationsprozess beeinflusst werden, bzw. deren Ansprüche berücksichtigt werden müssen und so passiv zur Ziel- und Anforderungsdefinition beitragen.

Auch wenn sie nicht in den eigentlichen Entwicklungsprozess involviert sind, werden Anforderungen an den Prozess und die Innovation in Teilen durch Gesetze und Standards definiert, sodass Behörden und gesetzgebende Institutionen wichtige Stakeholder mit indirekten Ansprüchen darstellen. Im Bezug auf Nachhaltigkeit sind besonders Regelungen zum Verbraucher- und Umweltschutz aber auch Arbeitsschutz relevant. Ein prominentes Beispiel ist die europäische Ökodesign-Richtlinie (2009/125/EG), die zum Ziel hat die Umweltwirkung von Elektrogeräten lebenszyklusweit zu minimieren. Ebenfalls trifft dies auf Branchen- und Berufsverbände zu, welche in der Regel nur passiv eingebunden sind aber ggf. Anforderungen durch Kodizes oder ähnlichem an ein Produkt stellen.

Eine weitere passive, aber überaus wichtige Stakeholdergruppe, ist die Gesellschaft als Ganze. Eine aktuelle Diskussion von Zielen und Ansprüchen, die von dieser Gruppe allgemein – und damit auch an Innovationsprozesse – gestellt werden beziehen sich auf inter- und intragenerationale Gerechtigkeit.

3.1.2 Aktive Stakeholder innerhalb des Innovationsprozesses

Stakeholdergruppen, die den Innovationsprozess (in Living Labs) aktiv beeinflussen, sind in jedem Fall die in den Prozess integrierten Nutzer: Entwickler, Forscher, Mitarbeiter, Entscheidungsträger im Innovationsprozess (welche auch eine Schnittmenge der Mitarbeiter darstellen kann, bspw. Betriebsrat und Gewerkschaften), Partner der Wertschöpfungskette, sowie Umwelt- und Verbraucherorganisationen, Finanzinstitutionen und die Nachbarschaft/Kommune. In einem innovierenden Unternehmen können die Entscheidungsträger beispielsweise von der Geschäftsführung repräsentiert oder ein Mitarbeiter dazu berufen werden. Diese Stakeholdergruppe wird in der Regel Ansprüche an den Prozess und die Innovation stellen, welche sich aus langfristigen (Unternehmens-) Strategien ergeben. Diese Anforderungen können auch durch explizit vorgegebene Unternehmensstrategien und Verhaltenskodizes institutionalisiert sein.

Wie die Entwicklung umgesetzt wird, hängt maßgeblich von dem Team der Entwickler, ihren Kompetenzen und Einstellungen ab. Ansprüche, die diese Stakeholdergruppe an den Prozess stellen, richten sich einerseits an den eigentlichen Prozess (Arbeitsschutz, Sozialverträglichkeit der Arbeit), andererseits können sie aber auch die Nachhaltigkeitswirkung von Innovationen durch entsprechende Anforderungen beeinflussen. Hierzu muss jedoch das entsprechende Fachwissen zu Themen wie Materialeffizienz, Umweltfreundlichkeit etc. verfügbar sein.

Nutzer stellen im Innovationsprozess eine bedeutende Stakeholdergruppe dar, weil sie für das Unternehmen wesentliches Know-How bereitstellen können. Dieses

Know-How beinhaltet beispielsweise, wie Innovationen Bedürfnissen gerecht werden, wie auf Basis des Nutzerverhaltens Nachhaltigkeitswirkungen entstehen und wie die Akzeptanz für die Innovation verbessert werden kann. Für Unternehmen ist es deshalb von Vorteil, wenn im Innovationsprozess Nutzerinteressen miteinfließen (Reichwald/ Piller, 2006). „Die Nutzer“ sind keine homogene Stakeholdergruppe, sondern verfolgen unterschiedliche Interessen (Lukas, 2014; Schmidt & Seele, 2012) und können unterschiedliche Rollen einnehmen (Tab. 4.)

Tab. 4 Nutzerrollen im Herstellerinnovationsprozess

Nutzerrollen	Beiträge
Anspruchsformulierer	Formulierung von Problemen, Anforderungen und Bedürfnissen
Ideenlieferant	Generierung und Äußerung von Ideen
Evaluierer	Bewertung von Ideen, Konzepten, Prototypen, Produkten und Services
(Ko-)Entwickler	(Mit-)Entwicklung von Konzepten, Prototypen, Produkten, Services
Tester	Praktische Erprobung von Prototypen, Produkten und Services
Vermarkter/Multiplikator	Vermarktungsunterstützung als Referenzkunde, Erstbesteller und Meinungsführer

Quelle: Fichter (2006) in Anlehnung an Herstatt (1991: 47), Lettl (2004: 49); Seibt (2015) und Kristof (2010).

Ansprüche, die Nutzer an Unternehmensleistungen stellen, sind, dass sie der Gesundheit, Sicherheit und Privatsphäre nicht schaden. Transparenz und die Möglichkeit, Feedback zu geben, sollten soweit wie möglich gegeben sein. Zudem sollen auch nach Konsumende keine Schäden entstehen (UNEP/SETAC 2009). Da die Nutzeransprüche für die Living Lab Forschung besonders relevant sind, werden sie im Folgenden für die einzelnen Bedarfsfelder genauer analysiert. Dazu werden verschiedene Studien gescreent (siehe Box mit Literaturquellen).

Aufgrund unterschiedlicher Verhaltensmuster sind die Interessen der Nutzer z.B. im Bereich Mobilität stark divers. Nutzer können zwischen individual- und öffentlichem Verkehr (falls vorhanden) wählen und auch zwischen Fortbewegungsmodi wechseln. Durch neue Informations- und Kommunikationstechnologien besteht die Möglichkeit zu einer privat organisierten, gemeinschaftlichen Fortbewegung (Mitnahmezentrale, Uber), oder aber eine Verringerung der Mobilität z.B. durch online Einkaufen. Henkel et al. (2015) beschreibt acht Mobilitätstypen, die je nach Lebensstil und Rahmenbedingungen für einzelne Nutzer unterschiedlich gewichtet sein können. Die Hauptnutzerinteressen variieren zwischen Komfort, Prestige, Zeiteffizienz, geringen Kosten, Unabhängigkeit und Datenschutz (Henkel et al. 2015). Diese Liste zeigt, dass Nachhaltigkeit für den Bereich Mobilität keine dominante Anforderung von Nutzern sein

muss. Dies zeigte sich auch in Nutzerbefragungen im Rahmen von INNOLAB AP 5. Darüber hinaus offenbart sich bei Betrachtung weiterer Mobilitätstypologien auf Nutzerebene ein unterschiedliches Verkehrsverhalten. So können die Typologien von Huneke und Haustein (Fünf einstellungsbasierte Mobilitätstypen 2007), vom ISOE (Fünf Freizeitmobilitätstypen 2002), Dangschat/Mayr (Verknüpfung von Milieu- und Mobilitätsforschung, 2012) und Götz (fünf verschiedene Stile, 2011) betrachtet werden. Dabei zeigt sich, dass das unterschiedliche Verkehrs- bzw. Nutzerverhalten vor allem durch Merkmale sozialer Differenzierung beeinflusst wird. Dabei hat der Lebensstil einerseits einen direkten Einfluss auf das Mobilitätsverhalten und andererseits durch die Wahl des Wohnstandortes (entsprechend die Ausstattung des Wohnumfeldes und der Zugang zum Mobilitätssystem) auch einen indirekten Effekt. Darüber hinaus wird mit der Wahl des Wohnstandortes auch eine Vorentscheidung für die präferierte Verkehrsmittelwahl getroffen.

Im Bereich Einzelhandel liegt es im Interesse des Nutzers ein Produkt mit zufriedenstellender Qualität und angemessenem Preis zu erhalten. Ebenso sind zusätzliche nutzenbringende Eigenschaften wie Produktbindung, Prestigewert, Kommunikationswert und Erlebnisqualität bei der Kaufentscheidung von Bedeutung. Konsumenten fordern zunehmend nachhaltige (insb. regionale, faire und umweltfreundliche) Produkte und sind an deren Hintergründen (Wertschöpfung) interessiert. Beim Einkauf selber gibt es eine Vielzahl an Studien, die Konsumenten in Typen bzgl. Ihrer Ernährungsweise einteilen, durch diese Verknüpfung mit der Milieuforschung ist eine individueller Analyse möglicher Handlungsempfehlungen möglich. Zu nennen sind hierbei die Studien von Stieß/Hayn (2005), dem Rheingold Salon (2012), der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK), sowie Nestlé (2009 & 2015).

Im Bereich Wohnen liegen die Interessen vor allem im Wohlbehagen, dass sich aus Funktionalität, Ansehnlichkeit und Gemütlichkeit zusammensetzt. Laut einer Studie von Hart und Scheller (2012) zum Wohnerlebnis in Deutschland, ist die Grundzufriedenheit mit den Wohnbedingungen allgemein sehr hoch. Die wichtigsten Faktoren sehen die Nutzer im privaten Freiraum (Balkon, Terrasse, Garten), Wohnungsumgebung, Raumausstattung und -aufteilung. Nachteile der eigenen Wohnung werden kaum genannt, wobei hier Heizungsart und/oder –kosten zu den am häufigsten genannten zählen. Zusätzlich gibt es einen Trend, gemeinschaftlich zu wohnen und Gebrauchsgegenstände gemeinschaftlich zu nutzen – vom Rasenmäher bis hin zum PKW (Wonneberger 2015).

Neben diesen Beteiligten können ggf. auch Anwohner in der direkten Umgebung des Innovationsortes („Nachbarn“) und Kommunen den Innovationsprozess im Living Lab aktiv beeinflussende Stakeholdergruppen darstellen. Dies ist besonders relevant, wenn es sich um z.B. lärmintensive Prozesse handelt (beispielsweise in der maschinellen Prototypenerstellung). Auch andere Emissionen oder anderweitig negative Beeinflussung der Umgebung (z.B. eine Verknappung von Parkplätzen, bzw. ein erhöhtes Verkehrsaufkommen aufgrund von vermehrtem Publikumsverkehr aufgrund von Nutzertests) könnten hier adressiert werden. Der Anspruch dieser Stakeholdergruppe ist es, die negativen Auswirkungen des Innovationsprozesses so gering wie

möglich zu halten. Zudem sind Städte und Quartiere Orte, in denen Aktivitätsfelder kulminieren, bspw. Mobilität und Wohnen, aber auch Logistik und Interaktionen von Unternehmen mit ihrem Umfeld. Zunehmend werden urbane Reallabore und Living Labs umgesetzt (Liedtke et al. 2015; Schneidewind/Scheck 2013). Dementsprechend stellen kommunale Akteure immer öfter eine Stakeholdergruppe dar, die in den Innovationsprozess integriert wird (bspw. InnovationCity Bottrop²).

Die Stakeholdergruppe „Partner in Wertschöpfungsketten“ kann auf der einen Seite Zulieferer sein und entsprechend für in der Wertschöpfung vorgelagerte Prozesse zuständig sein, sie kann aber auch auf nachgelagerten Stufen liegen, insb. auch im Handel. Bei einem existierenden Wertschöpfungskettenmanagement kann diese Verknüpfung in einer Wertschöpfungskette das Anerkennen eines Verhaltenskodex bedeuten. Auch wenn kein Kodex für die gesamte Wertschöpfungskette implementiert wurde, können Verhaltensvorschriften und Standards – auch bilateral – zwischen benachbarten Partnern der Kette existieren und so Anforderungen für die Prototypentwicklung und ggf. Markteinführung stellen.

Weitere Ansprüche, die in Innovationsprozessen berücksichtigt werden müssen, können sich ergeben, wenn Unternehmen sich in Unternehmensverbänden organisieren oder freiwillige Selbsterklärungen unterschreiben. Beispiele für eine freiwillige Selbstverpflichtung sind die „Charta für nachhaltiges Design“, die von der Allianz deutscher Designer (2009) veröffentlicht wurde, der „Berufscodex“ vom Verband deutscher Industrie-Designer (VDID) (2012) und die 7 goldenen Regeln für Produkte und Design von Morgen nach Schmidt-Bleek und Tischner (1995).

² <http://www.icruhr.de>

Charta für nachhaltiges Design

- 1) Einführung: Dem nachhaltigen Umgang mit den natürlichen Ressourcen, mit der Umwelt und mit den Menschen, die noch über Generationen in dieser Welt leben können sollen, muss Design gerecht werden.
- 2) Nachhaltiges Design ist ein Prozess: Nicht das 100%-nachhaltige Produkt steht im Vordergrund, sondern die schrittweise Verbesserung der bestehenden Produkte und Prozesse.
- 3) Dimensionen nachhaltigen Designs: Nachhaltiges Design ist u.a.: materialeffizient, energieeffizient, schadstoffarm, abfallarm/vermindernd, langlebig, recycling- und entsorgungsgerecht, logistikgerecht, sozial verträglich, wirtschaftlich und erfolgreich.
- 4) Gemeinsam mit dem Kunden: individuelle nachhaltige Konzepte für Design, Produktion und Nutzung zu entwickeln.
- 5) Sozial nachhaltig: berücksichtigt die Arbeits- und Lebensbedingungen der am Entstehungsprozess beteiligten Menschen, erhält die Lebensräume von Menschen und Tieren und unterstützt sozial verträgliche Löhne und Arbeitsbedingungen.
- 6) Die Unterzeichner der Charta verpflichten sich u.a. sich weiterzubilden, den Verbrauch natürlicher Ressourcen einzuschränken, auf Langlebigkeit und einfache Benutzung zu achten.

Quelle: Allianz deutscher Designer (2009).

Die 12 Leitmotive des Berufscodex VDID (gekürzte Fassung)

1. Die Gestaltung der körperhaften Form bildet den Kompetenzkern der Industriedesignerinnen und Industriedesigner. Industriedesign ist bewusste Gestaltung von Wirkungen, die mit dem Objekt erzielt werden.
2. Industriedesigner haben den Menschen im Blick.
3. Industriedesigner verpflichten sich zur Integrität ihrer Gestaltung.
4. Industriedesigner gestalten für die Serienherstellung. Der Berufsstand und jedes seiner Mitglieder muss dafür Sorge tragen, dass positive Vielfalt nicht in destruktive Reizüberflutung umschlägt.
5. Industriedesigner sind als Kreative der Innovation verpflichtet.
6. Industriedesigner sind interdisziplinär orientiert. Der Erfolg des Produkts entsteht aus der Kompetenz aller Mitwirkenden und der Qualität ihrer Zusammenarbeit mit den Kreativen.
7. Industriedesigner begegnen ihren Kunden, Partnern, Mitarbeitern und Kollegen mit Respekt. Auch in Wettbewerbssituationen folgen sie den Geboten der Angemessenheit und der Fairness.
8. Industriedesigner handeln loyal im Bewusstsein ihrer persönlichen Mitverantwortung für das wirtschaftliche Wohlergehen ihrer Auftraggeber und deren Mitarbeiter.
9. Industriedesigner begrüßen die weltweite kulturelle Vielfalt.
10. Industriedesigner erkennen ihre Mitverantwortung für die Entwicklung von Menschheit und Natur. Sie verpflichten sich dem Dreiklang ökologischer, ökonomischer und sozialer Nachhaltigkeit.
11. Industriedesigner stehen vor Herausforderungen, die sie am besten gemeinschaftlich im Berufsstand bestehen können. Gemeinsam verfügen allein sie über die Definitionskompetenz für die fachlichen Inhalte des Industriedesigns.
12. Das Bekenntnis zu diesen Prinzipien des Handelns von Industriedesignern schließt ein, für ihre Akzeptanz unter Kollegen, in der Wirtschaft, in der Politik und in der Öffentlichkeit zu werben. Dazu gehört auch, sich Konflikten zu stellen, die mit dem Eintreten für die Ethik des Industriedesigns verbunden sind.

Quelle: Verband deutscher Industriedesigner (2012).

Die 7 goldenen Regeln für Produkte von Morgen:

1. Jede Bemessung der Wirtschaftsverträglichkeit und des Umweltschädigungspotentials von Produkten muss ihren gesamten Lebenslauf einschließen, die Analyse muss "von der Wiege bis zur Bahre" reichen.
2. Die Nützlichkeit von Prozessen, Produkten und Dienstleistungen muss optimiert werden.
3. Der Input an natürlichem Material pro Einheit Nutzen in Prozesse, Produkte und Dienstleistungen muss im Durchschnitt um einen Faktor 10 abgesenkt, die Ressourcenproduktivität entsprechend angehoben werden. Dies schließt ein, dass die Produkte der Zukunft langlebiger sowie reparaturfreundlicher als heute und modular gestaltet sein werden.
4. Der Input an Energie pro Einheit Nutzen in Prozesse, Produkte und Dienstleistungen muss im Durchschnitt um einen Faktor 10 abgesenkt, die Ressourcenproduktivität entsprechend angehoben werden.
5. Der Landverbrauch pro Einheit Nutzen/Dienstleistung muss minimiert, die Ressourcenproduktivität entsprechend angehoben werden. Das gilt auch für Staubsauger!
6. Der Ausstoß von Gefahrstoffen muss minimiert werden.
7. Der ökologisch zukunftsfähige Einsatz von erneuerbaren Ressourcen sollte maximiert werden.

Quelle: Schmidt-Bleek und Tischner (1995).

Darüber hinaus stellen Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen wichtige aktiv agierende Stakeholder dar. Sie erheben ökologische und soziale Anforderungen an Produkte und fordern das Einhalten von bestehenden Standards auf der einen Seite, setzen sich auf der anderen Seite aber auch für eine Weiterentwicklung der Standards ein.

Die letzte aktive Stakeholdergruppe sind Inhaber, Eigentümer und Investoren. Sie erheben in der Regel ökonomische Anforderungen und ethische Ansprüche an Produkte, aufgrund nachhaltiger Anlagestrategie, Rentabilität, Transparenz zur Risikominimierung. Darüber hinaus können Innovationsprozesse im Kontext eines innovierenden Unternehmen, wie alle (größeren) Unternehmensaktivitäten, Auswirkungen in Bezug auf den Werterhalt bzw. die Wertsteigerung ihrer Unternehmensanteile haben. Diese Wertsteigerung kann direkt im monetären Wert gemessen werden und damit die ökonomische Perspektive der Nachhaltigkeit adressieren. Er kann allerdings auch auf immaterielle Werte wie z.B. das Image und die Reputation eines Unternehmens zielen. Hier spielen Umwelt- und Sozialstandards und -kriterien eine wichtige Rolle. Zur Klassifizierung von Anlagemöglichkeiten werden Unternehmen seit einigen Jahren bewertet. Hierbei sind auch ethische Gesichtspunkte relevant. Diese müssen dann auch bei Innovationsprozessen berücksichtigt werden. Mit zunehmend rechtlicher Relevanz ist darüber hinaus die Vermeidung von geplanter negativer Obsoleszenz in Innovationsprozessen stärker zu berücksichtigen. Ähnliche Motive stehen hinter den Ansprüchen, die Kreditgeber und Versicherer von Unternehmen an Innovationsprozesse stellen. Auch bei ihnen geht es um die Gesamtwirkung der Unternehmensaktivitäten, von denen der Innovationsprozess ein Teil ist. Um Risiken ab-

schätzen zu können, ist für diese Stakeholdergruppen Transparenz ein wichtiges Kriterium. Eine gute Dokumentation von Prozessen ist dementsprechend wichtig.

3.2 Ziele entsprechend politischer Rahmung

Die Zielsetzungen für Innovationen für eine Green Economy wurden bereits in AS 1.1b, der Analyse von Schlüsselstudien zu Visionen einer Green Economy, abgeleitet. Die Analyse zeigte, dass alle Visionen sich auf die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (ökonomisch, ökologisch und sozial) beziehen und zudem „die Innovationen für eine Green Economy [...] das Ziel [haben], zu einer Transformation des Produktions- und Konsumsystems in Richtung Nachhaltigkeit beizutragen“. (Echternacht et al. 2015) Diese Zielsetzung entspricht zweien der von der UN verabschiedeten Sustainable Development Goals (SDGs), die von allen zusammenarbeitenden Ländern und Stakeholdern verfolgt werden sollen (UN 2015).

Die SDGs lösen die Millenniums-Entwicklungsziele (Millennium Development Goals - MDGs) ab. Die Ziele reichen von der Bekämpfung der Armut über die Verbesserung von Ausbildung und Gesundheit bis zur Mitigation des Klimawandels und dem Schutz der Ozeane und Ökosysteme. Unter dem Titel „Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“ haben die Staaten einen Katalog von 17 Zielen und 169 untergeordneten Zielen erstellt, deren Umsetzung bis 2030 zwar freiwillig ist, die aber erstmals universell gültig sind, das heißt für Entwicklungs-, Schwellen- und Industrieländer gleichermaßen (IASS Potsdam 2016).

Das 8. Ziel „Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all“ und 12. Ziel „Ensure sustainable consumption and production patterns“ kann besonders auf die Zielsetzung einer Green Economy bezogen werden. Doch auch die übrigen Ziele sollten betrachtet werden, um eine schnelle Entwicklung in allen Bereichen voranzutreiben und zu verhindern, dass in einzelnen Kategorien gegenläufige Auswirkungen auftreten. Die Ziele wurden auf Staatsebene formuliert, können allerdings auch auf die Unternehmens- und Produktebene übertragen werden und als Bezugspunkte für eine Nachhaltigkeitsbewertung dienen. Wegen ihrer globalen Legitimität haben sie eine besondere Bedeutung für die Bewertung von Produkten und Dienstleistungen, die mit globalen Wertschöpfungsketten verbunden sind.

Sustainable Development Goals (UN 2015)

- 1) End poverty in all its forms everywhere
- 2) End hunger, achieve food security and improved nutrition, and promote sustainable agriculture
- 3) Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages
- 4) Ensure inclusive and equitable quality education and promote life-long learning opportunities for all
- 5) Achieve gender equality and empower all women and girls
- 6) Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all
- 7) Ensure access to affordable, reliable, sustainable, and modern energy for all
- 8) Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all
- 9) Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation
- 10) Reduce inequality within and among countries
- 11) Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable
- 12) Ensure sustainable consumption and production patterns
- 13) Take urgent action to combat climate change and its impacts
- 14) Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development
- 15) Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss
- 16) Promote peaceful and inclusive societies for sustainable development, provide access to justice for all and build effective, accountable and inclusive institutions at all levels
- 17) Strengthen the means of implementation and revitalize the global partnership for sustainable development

Quelle: UN (2015).

3.3 Nachhaltigkeitsanforderungen für Innovationen in INNOLAB

Die Nachhaltigkeitsanforderungen, die sich für das INNOLAB Projekt ableiten lassen, müssen sowohl die Stakeholderanforderungen als auch den vom Projekt vorgegebenen Rahmen berücksichtigen. Entsprechend sollten in der Produktentwicklung die Anforderungen, die eine Entwicklung gemäß der Vision einer Green Economy mit sich bringt (Echternacht, Geibler, Toost 2015), einfließen. Außerdem müssen Aspekte wie negative **Obsoleszenz** (vgl. Schridde 2015) und **Rebound Effekte** (vgl. Buhl, Echternacht, Geibler, 2015) mit einbezogen und in positive Effekte umgewandelt werden. Aufgrund des Projektfokus der Entwicklung von Assistenzsystemen ist außerdem eine besondere Betrachtung von Anforderungen, die sich aus Mensch-

Technik Verhältnissen ergeben (vgl. Gransche/ Erdmann 2015), relevant. Zudem sollten direkte und indirekte Nachhaltigkeitsaspekte der eingesetzten Assisstenzsysteme, die häufig auf Informations- und Kommunikationstechnologien basieren, berücksichtigt werden (Rivera et al., 2014; Hilty und Aebischer, 2015; Kuhndt, Geibler, Herrndorf 2006).

Die Nachhaltigkeitsanforderungen und -ziele, die sich unter Berücksichtigung aller Stakeholdergruppen im Innovationsprozess und Rahmenbedingungen des INNOLAB Projektes ergeben, sind Tab. 5 zu entnehmen.

Diese Anforderungen bedürfen entsprechender Entwicklungs- und Evaluations- oder auch Monitoringstrukturen, die eine Umsetzung ermöglichen. Im nächsten Schritt werden mögliche Methoden und Indikatoren diskutiert.

Tab. 5 Überblick zu Nachhaltigkeitsanforderungen an den Innovationsprozess des INNOLAB Projektes

	Ökologisch	Sozial	Ökonomisch
Stakeholder-Analyse	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltfreundliche Produkte (z.B. materialeffizient) • Langlebigkeit • Berücksichtigung von Umweltstandards (Produkt und Prozess) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sozialstandards im Prozess: <ul style="list-style-type: none"> ○ Arbeitsschutz ○ Sozialverträglichkeit • Transparenz in Wertschöpfungskette • Steigerung der Lebensqualität 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompatibilität mit Unternehmensstrategie • Gutes Preis-Leistungsverhältnis • Transparenz in Buchhaltung • Risikominimierung
Auswahl relevanter Sustainable Development Goals	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltige Wasserver- und -entsorgung • Vermeidung des Klimawandels • Erhalt von marinen Ökosystemen und Ressourcen • Schutz und Verbesserung von terrestrischen Ökosystemen 	<ul style="list-style-type: none"> • Armutsbekämpfung • Ernährungssicherheit • Gesundes Leben • Gute Bildung für alle • Gleichberechtigung • Sicherheit und Nachhaltigkeit von Städten • Inklusive Gesellschaft • Funktionierende Rechtssysteme • Globale Partnerschaften für Nachhaltige Entwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit einer Stromversorgung aus erneuerbaren Energien • Nachhaltiges Wachstum • Produktive Vollbeschäftigung • Abbau von Ungleichheit zwischen Staaten • Nachhaltige Produktions- und Konsummuster
INNOLAB Fokus	<ul style="list-style-type: none"> • Negative Obsoleszenz vermeiden • Rebound-Effekte minimieren • Ressourcenverbrauch (inkl. Energie, Flächen) minimieren • Ressourceneffizienz steigern • Negative Umwelteffekte (z.B. negative Beeinflussung eines Ökosystems) vermeiden/minimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Transparenz in der Interaktion mit Technik • Nutzerorientierung und -integration • Unterstützung im Lebensalltag (bedarfsgerecht) • Integration/Inklusion von Nutzergruppen • Kompetenzentwicklung (zielgerichtet) • Positive sozio-ökonomische Effekte • Positiv/sozial handlungsweisend 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzerintegrierte Produkt- / Dienstleistungsentwicklung • Anwendbarkeit für KMU • Innovationsmanagementsystem • Zeit- und Ressourcenmanagement
Integrative, dynamische Betrachtung dieser Ziele			
Potentiale der Innovation: Nachhaltige Produktions- und Konsumweisen Positive Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft			

3.4 Bestehende Standards zur Integration von Nachhaltigkeit in Innovationsprozesse

Um Nachhaltigkeitsaspekte und Ziele in Innovationsprozesse und Produkte zu integrieren, existieren verschiedene Standards. Um die existierenden Standards zu erfassen, wurde eine umfassende Recherche auf der Normen Plattform Perinorm (Beuth, Verlag, 2015) mit den Suchbegriffen „Nachhaltigkeit“, „Produktentwicklung“, „Ökodesign“, „Ecodesign“, „Product development“ und „Sustainability“ und einer Kombination dieser Wörter in Titel- und Freitextsuche durchgeführt. In einem zweiten Schritt wurden diejenigen Richtlinien aussortiert, die spezielle Einzelanwendungsfälle beinhalten (z.B. Batterietestverfahren für Flurförderfahrzeuge) und solche ausgewählt, die explizit einen Fokus auf ökologieorientierte Produkte haben. Eine weitere Eingrenzung erfolgte durch eine geographische Zuordnung: Nur Richtlinien und Entwürfe aus Deutschland und weiteren europäischen Ländern sowie der Schweiz wurden berücksichtigt. Die nach diesem dreistufigen Verfahren identifizierten Normen und Standards wurden gesichtet und auf Relevanz geprüft. Das Ergebnis der Recherche ist in Tab. 6 dargestellt. Die entsprechenden Normen und Richtlinien können Entwicklern und Unternehmen eine Hilfestellung bei der Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien sein. Allerdings ist festzuhalten, dass sie alle nur Teilbereiche abdecken.

Tab. 6 Übersicht über identifizierte DIN Normen und VDI Richtlinien zur Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in die Produktentwicklung

DIN Normen	
DIN ISO 26000	Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung
DIN EN ISO 14006	Umweltmanagementsysteme – Leitlinien zur Berücksichtigung umweltverträglicher Produktgestaltung
DIN EN ISO 14031	Umweltmanagement, Umweltleistungsbewertung
DIN EN ISO 14040	Umweltmanagement, Ökobilanz
DIN EN ISO 14045	Umweltmanagement, Ökoeffizienzbewertung von Produktsystemen
DIN EN ISO 14051	Umweltmanagement – Materialflusskostenrechnung
DIN CEN/TS 16524	Methodik zur Verminderung der Umweltauswirkungen bei Produktgestaltung und Entwicklung
DIN EN 16751	Biobasierte Produkte, Nachhaltigkeitskriterien
DIN ISO 17989	Traktoren und Land- und Forstmaschinen, Nachhaltigkeit
DIN SPEC 79014	Nachhaltigkeit in Sport und Freizeit
DIN EN 62430	Umweltbewusstes Gestalten von elektrischen und elektronischen Produkten
DIN-Fachbericht ISO/TR 14062	Umweltmanagement, Integration von Umweltaspekten in Produktdesign und -entwicklung

VDI Richtlinien	
VDI 2243 Blatt 1	Recyclingorientierte Produktentwicklung
VDI 4090	Systemtechnische Methodik zur Planung und Steuerung umweltrelevanter Prozesse in der betrieblichen Praxis
VDI 4409	Vorgehensweise zur umweltorientierten Gestaltung und Auswahl von Verpackungen
VDI 4070 Blatt 1	Nachhaltiges Wirtschaften in kleinen und mittelständischen Unternehmen
VDI 6226 Blatt 1	Bionik - Architektur, Ingenieurbau
VDI 4800 Blatt 1	Ressourceneffizienz - Methodische Grundlagen, (Entwurf)
VDI 4600	Kumulierter Energieaufwand (KEA)

Konkrete Ansatzpunkte zur Vermeidung von Umweltbelastungen werden beispielsweise in der VDI Richtlinie 4800 (Ressourceneffizienz - Methodische Grundlagen) ausgewiesen. Diese verweist explizit auf Ressourceneffizienz und zeigt einige Strategien auf, die in diesem Kontext angewendet werden können. Hierzu gehören die Werkstoffauswahl und ggf. Materialsubstitution, Leichtbauweise, Verlängerung der Produktnutzungsdauer, Produktdienstleistungssysteme, Reparierbarkeit oder Kaskadennutzung.

Ein weiteres Beispiel für konkrete Ansatzpunkte wird in DIN ISO 62430 (Umweltbewusstes Gestalten von elektrischen und elektronischen Produkten) genannt. Hier werden u.a. Ansatzpunkte für die Wiederverwertung, Recycling oder Verwertung aufgelistet. Dies geschieht in Frageform (z.B. „Verpackung: Ist es möglich, die Verpackung (...) zu rezyklieren?“ (DIN ISO 62430: 21).

Zur Vermeidung von Umweltbelastungen werden in der DIN ISO 26000 allgemein u.a. folgende Schwerpunkte aufgeführt (DIN ISO 26000: 66 ff.):

- Emissionen in die Luft
- Einleitung in Gewässer
- Abfallmanagement, Schutz von Luft, Wasser, Flächen, Boden und Weltraum
- Verwendung und Entsorgung giftiger und gefährlicher Chemikalien.

Diese Beispiele verdeutlichen, dass zum einen häufig strategische Ziele (auf unterschiedlichen Anwendungsebenen) aufgezeigt werden. Hinweise zur Sicherstellung der Umsetzung dieser Strategien (z.B. über konkrete Indikatoren) fehlen jedoch. Zum anderen werden sehr konkrete Methoden oder Indikatoren vorgestellt, bei denen dann jedoch der Bezug zu dem Gesamtsystem fehlt.

In dem nächsten Kapitel werden deshalb verschiedene Methoden und Indikatoren zur Bewertung von Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitspotentialen vorgestellt und in den Kontext des Innovationsprozesses eingeordnet.

4 Methoden zur Bewertung der Nachhaltigkeitswirkung und im Innovationsprozess von Living Labs

Im Innovationsprozess von Living Labs ist eine möglichst frühe Identifikation und Integration relevanter Nachhaltigkeitsaspekte wichtig, da zu diesem Stadium ein erhöhtes Anpassungs- und Veränderungspotential am Produkt- und Service-Design vorliegt und Änderungsmaßnahmen in einer frühen Phase vergleichsweise geringe Kosten verursachen, gegenüber einer Änderung in einer späteren Phase (siehe Abbildung 12).

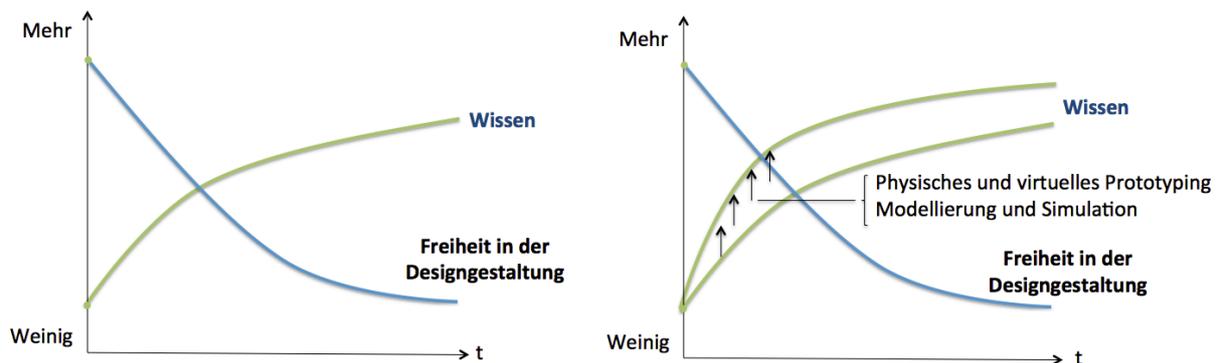


Abb. 10 Gestaltung- und Veränderungspotential am Produktdesign durch frühzeitiges Prototyping (z.B. zugunsten der Integration von Nachhaltigkeitsaspekten). Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Ullman (1997).

Im Folgenden wird zuerst die generelle Methodik zur Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen dargelegt (Kapitel 4.1). Darauf aufbauend werden in Kapitel 4.2 einzelne Bewertungsmethoden vorgestellt und erläutert. An dieser Stelle ist anzumerken, dass das Kapitel nicht darauf abzielt ein feststehendes Methoden- und Indikatorset zu präsentieren, welches für alle Situationen nutzbar ist, sondern eine Übersicht über wichtigste Methoden darzulegen, die individuell und kontextbezogen herangezogen werden können.

4.1 Methodik der Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen

Zur Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen im Innovationsprozess von Living Labs ist es erforderlich, sowohl das Innovationssystem, als auch ein Referenzsystem zu definieren und zu beschreiben. Die Beschreibung des Innovationssystems ermöglicht die Identifizierung und Bewertung von Nachhaltigkeitsanforderungen der Innovation. Diese kann auf verschiedenen Wirkungszusammenhänge erfolgen, über die technische/physische, die nutzungsbezogene, bis hin zur kulturellen Kausalkette (Paech, 2005). Die technische/physische Kausalkette beschreibt die direkten Wirkungen durch die Produktion bzw. Entwicklung der Innovation. Dies umgreift auch indirekte Wirkungen der vorgelagerten Lebensphase der Innovation. Die nutzungsbezogene Kausalkette beschreibt die Wirkung durch die Nutzung bzw. Anwendung der Innovation in ihrem direkten Umfeld, sowie im indirekten Umfeld (Rebound-Effekte und

nachgelagerte Lebensphasen). Die letzte Kausalkette beschreibt die kulturelle Wirkung der Innovation. Innovationen, die eine kulturelle Wirkung erreichen, haben ein höheres Wirkungspotential (kulturell-institutioneller Wandel) gegenüber Innovationen, die nur technische (technischer Wandel) oder nutzungsbezogene Auswirkungen erreichen (systemischer Wandel).

Eine Gegenüberstellung der Innovation und der Referenz ermöglicht im Weiteren Aussagen über die Veränderungspotentiale der Innovation in Bezug auf Nachhaltigkeit zu treffen (siehe Abb. 11). Ist die Innovation bereits im Markt positioniert, können Nachhaltigkeits- und Veränderungseffekte erfasst und analysiert werden.

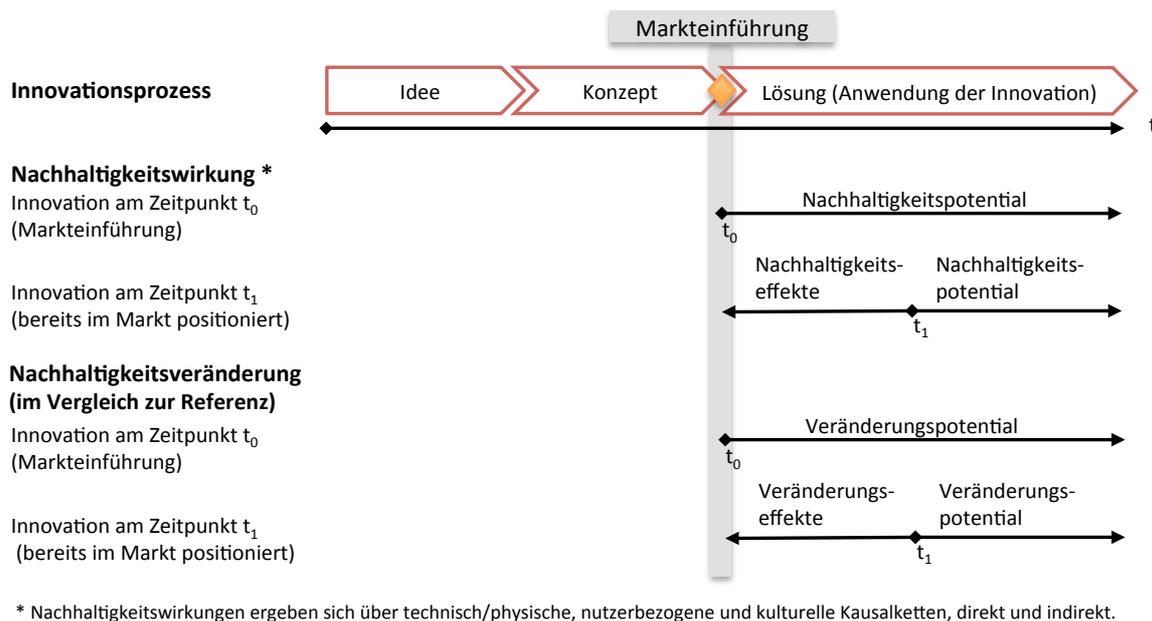


Abb. 11 Nachhaltigkeitswirkung und -veränderung einer Innovation. Eigene Darstellung in Anlehnung an Hansen et al. 2009: 686.

Wie in Kapitel 3 gezeigt wurde existieren auf verschiedenen Ebenen Nachhaltigkeitsanforderungen und Ziele: auf der Mikroebene, bezogen auf einzelne Unternehmen oder Produkte, auf der Mesoebene (z.B. bezogen auf ganze Branchen) oder auch auf der Makroebene, auf der die Ziele der Green Economy sowie die Sustainable Development Goals definiert sind. Um diese Ziele zu messen und eine Vergleichbarkeit (z.B. zwischen Ländern) herstellen zu können, bedarf es definierter Bewertungsmethoden und Indikatoren. Unterschiedliche Kontexte machen es notwendig, verschiedene Bewertungsmethoden und Indikatoren heranzuziehen. Auf der Mikroebene wurden im Designguide des Wuppertal Instituts (Liedtke et al., 2013a, Liedtke et al., 2013b), z.B. Methoden dafür ermittelt, Nachhaltigkeitsaspekte schon in den Gestaltungsprozess integrieren zu können. In diesem Guide werden Arbeitsblätter zur Nutzung verschiedener Methoden begleitend zum Designprozess bereitgestellt wie z.B. Mindmaps (für die Bestandsaufnahme oder zu Nachhaltigkeitsindikatoren), Strategieräder/-balken, Hotspot Analysen und Bewertungsblätter/ Checklisten (Abb. 12).

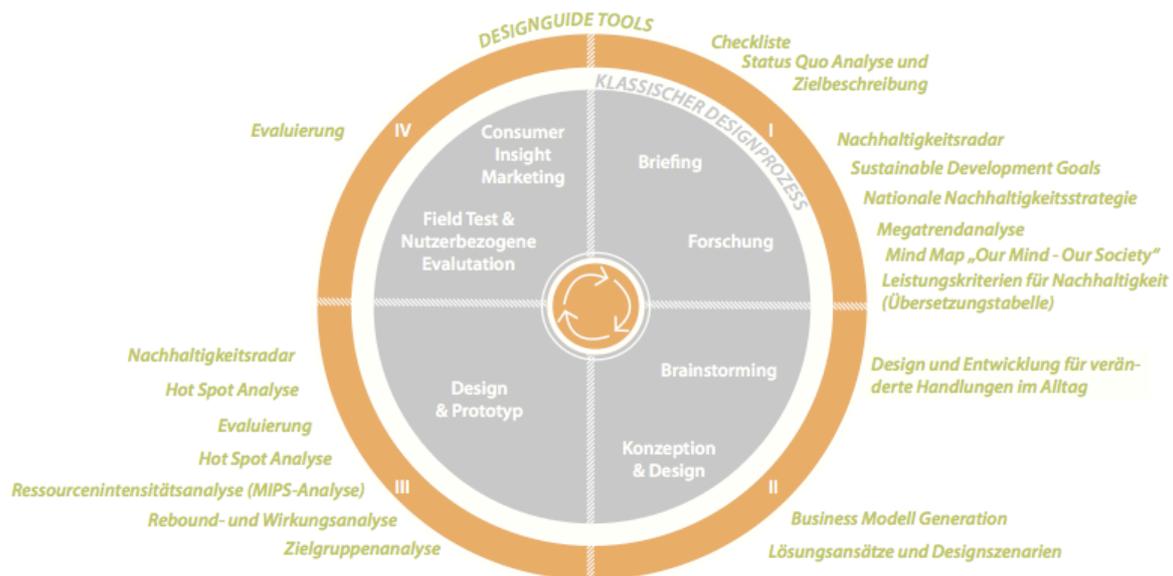


Abb. 12 Übersicht über Methoden zur Integration von Nachhaltigkeitsaspekten, die begleitend zum Designprozess angewandt werden können. Quelle: Liedtke et al., 2016

Für den Innovationsprozess, der unter Umständen einen Designprozess darstellen kann, heißt dies, dass die Methodenwahl ebenfalls je nach Stand des Innovationsprozesses, des Bedarfes und der Nutzenerbringung variieren sollte.

Für die Identifikation möglicher relevanter Indikatoren im Innovationsprozess wurde in einem ersten Schritt bereits bei der Analyse der Schlüsseldokumente zur Vision einer Green Economy untersucht, wie dieses Rahmenwerk in Bezug auf Zielgrößen und Messung aufgestellt ist. Die Analyse zeigt, dass die Schlüsselstudien nur unzureichend auf Indikatoren eingingen (Echternacht, Geibler, Troost, 2015). Zwar konnten einige Indikatoren identifiziert werden, jedoch waren diese nicht umfangreich genug, um ein vollständiges Bild der Entwicklung aufzeigen zu können. Aus diesem Grund orientiert sich die Analyse möglicher Indikatoren an einer Studie nach Lutz et al. (2015), die sich ausschließlich mit Indikatoren für eine Green Economy beschäftigt.

Lutz et al. (2015) schlagen u.a. folgende Kategorien für Indikatoren vor (Lutz et al.: 113):

- Umweltnutzung und Umweltschäden
- Naturkapital
- Umweltbezogene Lebensqualität
- Green Economy: Ökonomische Dimension und Handlungsfelder

Die in dieser Studie genannten Indikatoren werden zunächst tabellarisch zusammengestellt. Hierbei werden sowohl diejenigen berücksichtigt, deren Berechnung datentechnisch möglich ist, als auch die, bei denen dies noch nicht der Fall ist und

noch wünschenswert wäre. Da die Indikatoren die Makroebene fokussieren, werden sie anschließend für die Mikroebene „übersetzt“ (Liedtke et al., 2016). Dies erfolgt, indem möglichst äquivalente Indikatoren, die im Produkt- und Unternehmenskontext messbar sind, neben die Makroindikatoren gestellt werden. Die Annahme, die diesem Vorgehen zugrunde liegt, ist wie folgt: Die Berücksichtigung der Indikatoren auf Mikroebene und eine entsprechende Verbesserung der betrachteten Bereiche, spiegelt sich bei einer aggregierten Betrachtung (also über viele Unternehmen und Produkte hinweg) in einer Verbesserung der Ausprägung des Makroindikators wider und trägt so zu einem Wandel hin zu einer Green Economy bei.

Beispiele von Makro- und entsprechenden Mikroindikatoren sind etwa der nationale Energiemix und entsprechend der Energiemix des Unternehmens oder eines Haushalts. Ebenso können die Treibhausgasemissionen auf nationaler wie Mikroebene identifiziert werden. Neben diesen ökologischen Indikatoren, sind etwa der Anteil von Frauen im Unternehmen und in Führungspositionen (Mikroebene) soziale Indikatoren für Gendergerechtigkeit (Makroebene). Ökonomische Aspekte sind u.a. das Staatsdefizit auf Makroebene und entsprechend die Verschuldung auf Unternehmens- oder Haushaltsebene.

Die für Innovationen unterschiedlichen Kontexte machen es jedoch notwendig, verschiedenste Indikatoren heranzuziehen, um die Bandbreite des Kontexts abzudecken. Dafür müssen ggf. eigene Indikatoren entwickelt und ergänzt werden. Dieser Ansatz wird mit dem Designguide des Wuppertal Instituts (Liedtke et al., 2013a) verfolgt.

Innerhalb des Bewertungsprozesses wirkt die Nutzerintegration unterstützend bzw. ermöglicht die Erhebung nötiger Daten wie z.B. das Verständnis über real-weltliche Kontexte der Nutzer. Die entsprechenden Methoden für eine professionelle Nutzerintegration werden im Methodenhandbuch ausführlich beschrieben (Echternacht et al. 2016). Ein Zusammenhang zwischen den folgenden Bewertungsmethoden und einer Nutzerintegration wird in den nächsten Kapiteln hergestellt.

4.2 Bewertungsmethoden und -tools

Es gibt verschiedene Methoden und Tools, die für die Bewertung von Nachhaltigkeit genutzt werden können. Diese umfassen qualitative als auch quantitative Bewertungen. Sie unterscheiden sich zum einen in Bezug auf die benötigten Daten und das Fachwissen für die Durchführung. Ein vielversprechender Ansatz ist die Kombination verschiedener Methoden, sodass qualitative und quantitative Bewertungen sich ergänzen (Geibler et al. 2016). Manche Methoden/Tools eignen sich besonders zur frühen Anwendung im Innovationsprozess, während andere erst am Schluss des Innovationsprozesses angewandt werden können, da erst dann die zur Bewertung notwendigen vollständigen und spezifischen Daten vorliegen. Andererseits unterscheiden sich die Methoden und Tools in Bezug auf den Umfang bzw. den Aufwand, der mit ihnen verbunden ist. Bei einzelnen Methoden kann die Ausführungstiefe je-

doch bestimmt und angepasst werde, sodass der Aufwand an die zur Verfügung stehende Kapazität angeglichen werden kann.

Für dieses Projekt werden fünf Methoden, bzw. Tools näher erläutert, da diese als besonders geeignet eingestuft werden (vgl. Fleischer/ Schmidt, 1997; Erdmann, 1997; Fleischer, 2000). Diese sind: Checklisten, Einzelindikatoren, Hotspot Analyse, MIPS und die Ökobilanz. In der nachfolgender Tabelle ist ein Überblick über diese Methoden mit den wichtigsten Aspekten für deren Anwendung gegeben.

Tab. 7 Übersicht über Methoden und Tools zur Nachhaltigkeitsbewertung

Methode/ Tool	Benötigte Datengrundlage für Bewertung*	Aufwand	Nutzen
Checkliste	Keine quantitativen Daten notwendig (+)	Meist nur mit geringem Aufwand verbunden (abhängig vom Umfang der Liste) und kein/ kaum Fachwissen benötigt.	Checklisten stellen sicher, dass definierte Aspekte Berücksichtigung finden.
Indikator	Quantitative Daten für relevante Aspekte notwendig (++ bis +++)	Die Erfassung von Indikatoren kann in verschiedenen Tiefen ausgeführt und ggf. zu einem späteren Zeitpunkt erweitert oder vertieft werden. Der Aufwand dafür ist, je nach Ausführung, gering bis hoch. Allgemein bedarf es grundlegender Kenntnisse über Zusammenhänge, um die relevanten Indikatoren zu identifizieren und zu interpretieren. Das Erheben von Daten für alle relevanten Aspekte kann u.U. sehr aufwändig sein.	Indikatoren helfen beim Vergleich mehrerer Optionen sowie bei mehrmaliger Erhebung dem Nachverfolgen von Entwicklungen.
Hotspot-Analyse	Abläufe und Prozesse müssen bekannt sein, quantitative Daten sind wünschenswert, jedoch nicht notwendig (+ bis +++)	Der Aufwand ist je nach Ausführung, gering bis mittel: Es kann eine erste Abschätzung, die zur Diskussion mit Experten genutzt wird, erstellt werden, die zu einem späteren Zeitpunkt fundiert wird, oder es kann bereits eine tiefer reichende Analyse, die Fachwissen auf dem Gebiet der Nachhaltigkeitsbewertung erfordert, erstellt werden.	Über die Hotspot Analyse kann ein lebenszyklusweites Stärken-/ Schwächenprofil erstellt werden.
Material-Input pro Serviceeinheit – MIPS	Quantitative Daten, sowie genaue Informationen zu grundlegenden Prozessen notwendig (+ bis +++)	Analog zu Hotspot-Analyse kann die Methodik im ersten Schritt in verschiedenen Tiefen ausgeführt und ggf. zu einem späteren Zeitpunkt fundiert werden. Daher bedarf es geringen bis hin zu tiefgehenden Verständnissen des zu bewertenden Systems und der Methode, je nach Tiefe und Zeitpunkt der Ausführung. Aufgrund des Fokus auf Ressourcen und die Erhebung von meist nur zwei Inputkategorien ist der Aufwand jedoch geringer als bei einer Ökobilanz.	Über die Methode kann der Ressourcenaufwand entlang des Lebenszykluses berechnet und besonders ressourcenintensive Bereiche aufgedeckt werden.
Ökobilanz / soziale	Quantitative Daten, sowie genaue	Es bedarf des tiefgehenden Verständnisses des zu bewertenden	Die Methode dient dazu, einen

Lebenszyklusanalyse	Informationen zu Prozessen notwendig (+++++)	Systems und der Methode. Aufgrund der zahlreichen zu betrachtenden Wirkungskategorien ist der zeitliche Aufwand hoch.	umfassenden Überblick über verschiedene Umweltauswirkungen / soziale Wirkungen eines Produktes zu erhalten. Es werden versch. Wirkungskategorien berücksichtigt.
----------------------------	--	---	--

* Bewertung: + sehr gering, ++ gering, +++ mittel, ++++ hoch, +++++ sehr hoch

4.2.1 Checklisten

Checklisten können als einfaches Instrument unterstützen, definierte Aspekte im Innovationsprozess zu berücksichtigen. Sie eignen sich in frühen Innovationsphasen dazu, bestimmte Nachhaltigkeitswirkungen zu berücksichtigen und können auch edukativen Zwecken dienen, um beispielsweise „Nachhaltigkeitslaien“ Nachhaltigkeitsaspekte zu vermitteln. Prüffragen in Checklisten können auch an den einzelnen Gates des Innovationsprozesses als Filterkriterien genutzt werden. Auch eine Integration von Checklisten oder Leitfragen in spezifische Kreativ- und Innovationsmethoden (vgl. Echternacht et al. 2016) ist möglich. Da sie jedoch nur einzelne spezifische Punkte abfragen, können sie nur eine sehr grobe Einschätzung zu Nachhaltigkeitswirkungen geben. Allerdings können so identifizierte Nachhaltigkeitsaspekte auch später mit detaillierteren Bewertungsinstrumenten näher untersucht werden. Für die Nutzung von Checklisten sind meist weder quantitative Daten noch weitgehendes Fachwissen notwendig, sodass deren Anwendung sehr einfach ist und meist nur mit einem geringen Zeitaufwand verbunden ist. Um die Umsetzung zu erleichtern, werden sie häufig durch Leitfragen unterstützt. Für den Innovationsprozess werden im Rahmen des INNOLAB-Projektes verschiedene Checklisten entwickelt. Diese sind: der SDG-Check (Stufe 1 und 2), der Reboundcheck, sowie der Obsoleszenzcheck.

4.2.1.1 Der SDG-Check (Stufe 1 und 2)

Wie schon in Kapitel 3.2 erläutert sind die „Sustainable development goals“ Nachhaltigkeitsziele, die von der UN im Jahr 2015 formuliert wurden. Diese Ziele dienen innerhalb des Innovationsprozesses als Referenzpunkt für die Nachhaltigkeitsbewertung, wenn deren Themen in Form einer Checkliste auf der Mikroebene überprüft bzw. werden, um so Themen der Nachhaltigkeitspotenziale einer Innovation schon zu Anfang des Innovationsprozesses abschätzen zu können (vgl. schrittweises Vorgehen in der Produktentwicklung zur Definition von Nachhaltigkeitskriterien: Liedtke et al., 2016). Hierfür wird abgefragt inwieweit die Innovation zu der Umsetzung der 17 Ziele und deren Unterziele beitragen kann. Dies dient auch dazu, ein Bewusstsein für diese Ziele und ihre thematische Vielfalt zu schaffen, sodass die Beteiligten im weiteren Prozess aufmerksamer hinsichtlich Möglichkeiten der Integration dieser Ziele sind. Der SDG-Check Stufe 1 dient zur Abschätzung dessen, ob die Innovation

bezüglich der 17 UN-Nachhaltigkeitsziele Chancen oder Risiken birgt. Hier wird als erster Schritt nur eingeschätzt, ob die Innovation positive oder negative Auswirkungen in Bezug auf diese Ziele haben könnte. Der „CDG-Check Stufe 1“ ist beispielhaft in folgender Abbildung dargestellt.

INNOLAB SDG-Check Stufe 1

Bitte schätzen Sie ein, für welche Nachhaltigkeitsziele die Innovationsidee Chancen oder Risiken bergen könnte. Die Innovation sollte für mindestens 3 Ziele einen positiven Beitrag leisten können

		Risiko	neutral	Chance				
		-3	-2	-1	0	1	2	3
1 NO POVERTY	Armut beenden, z.B. spezielle Finanzprodukte für Entwicklungsländer	<input type="checkbox"/>						
2 ZERO HUNGER	Die Ernährungssicherheit gewährleisten und eine bessere Ernährung und nachhaltige Landwirtschaft fördern	<input type="checkbox"/>						
3 GOOD HEALTH AND WELL BEING	Ein gesundes Leben für Menschen jeden Alters sicherstellen und ihr Wohlbefinden fördern	<input type="checkbox"/>						
4 QUALITY EDUCATION	Inklusive und gerechte hochwertige Bildung zu sowie Möglichkeiten zum lebenslangen Lernen fördern	<input type="checkbox"/>						
5 GENDER EQUALITY	Geschlechtergerechtigkeit und Selbstbestimmung für Frauen und Mädchen erreichen	<input type="checkbox"/>						
6 CLEAN WATER AND SANITATION	Die Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser sowie Zugang zu sanitären Einrichtungen verbessern	<input type="checkbox"/>						
7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY	Zugang zu bezahlbarer, zuverlässiger, nachhaltiger und moderner Energie sicherstellen	<input type="checkbox"/>						
8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH	Anhaltendes, inklusives und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit fördern	<input type="checkbox"/>						
9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE	Eine belastbare Infrastruktur aufzubauen, eine inklusive und nachhaltige Industrialisierung sowie Innovationen fördern	<input type="checkbox"/>						
10 REDUCED INEQUALITIES	Ungleichheiten in und zwischen Staaten reduzieren	<input type="checkbox"/>						
11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES	Inklusive, sichere, belastbare und nachhaltige Städte und Siedlungen mit gestalten	<input type="checkbox"/>						
12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION	Nachhaltige Konsum- und Produktionsweisen ermöglichen	<input type="checkbox"/>						
13 CLIMATE ACTION	Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandel und seiner Folgen umsetzen	<input type="checkbox"/>						
14 LIFE BELOW WATER	Ozeane, Meere und Meeresressourcen für eine nachhaltige Entwicklung und Nutzung erhalten	<input type="checkbox"/>						
15 LIFE ON LAND	Terrestrischen Ökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Landdegradierung stoppen und umkehren und den Verlust von Artenvielfalt beenden.	<input type="checkbox"/>						
16 PEACE, JUSTICE AND STRONG INSTITUTIONS	Friedliche und inklusive Gesellschaften für eine nachhaltige Entwicklung und der Zugang zu Rechtsmitteln stärken und effektive, rechenschaftspflichtige und inklusive Institutionen aufbauen	<input type="checkbox"/>						
17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS	Die Umsetzungsmittel und Wiederbelebung der globalen Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung stärken.	<input type="checkbox"/>						

Abb. 13 SDG-Check Stufe 1. Quelle: Geibler et al. (in Vorbereitung), Formulierung der SDG in Anlehnung an UN (2015).

Im weiteren Verlauf des Innovationsprozesses kann der SDG-Check auf Stufe 2 angewandt werden. Bei dieser wird auf die Unterziele der 17 SDG Oberziele eingegangen. Hierzu wird die SDG-Checkliste Stufe 1 bezüglich der sechs Oberziele, für die größten Chancen und Risiken bestehen, ausgewertet. Die je drei relevantesten Oberziele (hinsichtlich Chancen als auch Risiken) werden dann auf Stufe 2 vertieft untersucht. Dies geschieht, indem dort vertiefend die Chancen und Risiken bezüglich der Unterziele eingeschätzt werden. In Abb. 14 sind die vertieften Fragen zu dem Oberziel 12 (Responsible consumption and production) dargestellt. Die Fragen zu den übrigen Oberzielen werden von Echternacht et al. (2016) erläutert.



INNOLAB SDG-Check Stufe 2

Bitte schätzen Sie ein, für welche Unterziele der SDG die unterschiedlichen Innovationsideen Chancen oder Risiken bergen könnten. Indem Sie die Werte der Risiko- und Chancen-Einschätzungen der einzelnen Fragen addieren, ergibt sich der CR-Wert für die jeweilige Lösung.

	Lösung A	Lösung B	Lösung C
	Risiko -3 -2 -1 0 1 2 3	Risiko -3 -2 -1 0 1 2 3	Risiko -3 -2 -1 0 1 2 3
Die Innovation kann zu einem nachhaltigen Management und einer effizienten Nutzung von natürlichen Ressourcen beitragen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Innovation kann dazu beitragen, den Lebensmittelabfall auf Einzelhandels- und Konsumentenebene und/oder den Lebensmittelverluste entlang der Lieferkette, einschließlich von Verlusten nach der Ernte, zu reduzieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Innovation kann dazu beitragen, dass Chemikalien sowie aller Abfällen entlang ihrer Lebenszyklen, in Übereinstimmung mit international vereinbarten Rahmenbedingungen gemanagt werden und die Freisetzung dieser Chemikalien in Luft, Wasser und Boden erheblich vermindert wird, damit ihre negativen Auswirkungen auf menschliche Gesundheit und Umwelt minimiert werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Innovation kann dazu beitragen, dass die Abfallerzeugung durch Vorbeugen, Verringern, Recyceln und Wiederverwenden erheblich reduziert wird.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das innovierende Unternehmen beabsichtigt nachhaltige Praktiken einzuführen und Nachhaltigkeitsinformationen in seine Berichte einzubauen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Innovation bzw. das innovierende Unternehmen fördert bzw. befolgt nachhaltige Beschaffungspraktiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Innovation kann dazu beitragen, dass Menschen die notwendige Information und das Bewusstsein für nachhaltige Entwicklung und Lebensstile im Einklang mit der Natur verfügen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Innovation bzw. das innovierende Unternehmen kann Entwicklungsländer dabei unterstützen ihre wissenschaftlichen und technologischen Kapazitäten auszubauen, um sich in Richtung nachhaltigerer Konsum- und Produktionsmuster zu entwickeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Innovation kann zur Entwicklung und Einführung von Instrumente zur Überprüfung von Auswirkungen einer nachhaltigen Entwicklung für nachhaltigen Tourismus, durch den Arbeitsplätze entstehen und lokale Kultur und Produkte gefördert wird, beitragen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	CR-Wert:	CR-Wert:	CR-Wert:

Anmerkung: CR-Wert „Chancen-Risiko Wert“.

Abb. 14 SDG-Check Stufe 2: Beispiel zur Betrachtung von SDG 12 „Verantwortliches Produzieren und Konsumieren“. Quelle: Geibler et al. (in Vorbereitung), Formulierung der SDG in Anlehnung an UN (2015).

4.2.1.2 Weitere Checklisten

Im Projektverlauf werden weitere Checklisten entwickelt oder genutzt, die im Rahmen einer Nachhaltigkeitsbewertung eingesetzt werden können.

Der **Reboundcheck** kann direkt bei den ersten konzeptionelle Ideen eingesetzt werden. Er wird eingesetzt, um einzuschätzen, inwieweit Reboundeffekte hinsichtlich Zeit, Geld und Ressourcen, die durch die Innovation erzielten positiven Effekte, wieder zunichte machen könnten. Durch den Reboundcheck entsteht ein Bewusstsein für solche Effekte, auch bei den Entwicklern selbst (Buhl et al., in Vorbereitung, zur Integration von Rebound- und sozio-ökonomischen Effekten in die Entwicklung, siehe Liedtke et al. 2016).

Der negative **Obsoleszenzcheck** kann ebenfalls bereits in frühen Phasen der Produktentwicklung eingesetzt werden. Der Obsoleszenzcheck dient dazu sicherzustellen, dass die Innovation möglichst zeitlos für eine lange Nutzungsdauer konzipiert wurde und es nicht schon nach kurzer Zeit, aufgrund von technischen oder modischen Aspekten, zu einer Ablösung durch ein neueres Produkt kommt. Der Obsoleszenzcheck kann dabei sowohl den Prozess von Idee bis zum Regal wie auch das Produkt selbst betreffen.

Um systematisch konkrete Geschäftsmodelle zu entwickeln, kann das Business Model Canvas von Osterwalder und Pigneur (Osterwalder und Pigneur 2010) als

Hilfsmittel eingesetzt werden. Das Modell basiert auf Leitfragen und besitzt einen Checklisten Charakter. Um die Suchen und Analyse nachhaltiger Potentiale während der Erarbeitung des Geschäftsmodells zu erleichtern, wurde aufbauend auf das Modell von Osterwalder und Pingneur das „**Sustainable Business Canvas**“ von Fichter und Tiemann (2015) entwickelt. Die klaren Strukturen und der geringe Komplexitätsgrad des Modells wurden auch bei der Erweiterung um nachhaltigkeitspezifische Aspekte beibehalten. Eine weitere Erweiterung des Modells mit speziellem Fokus auf Living Labs ist die **LLAVA Matrix**, welche die Nutzerperspektive noch stärker in den Mittelpunkt rückt (D’Hauwers et al. 2015).

4.2.2 Indikatoren

Indikatoren zur Nachhaltigkeitsbewertung sollen dabei unterstützen, eine Produkt- oder Dienstleistungsinnovation bezüglich dessen Nachhaltigkeitsperformance einzuschätzen. Da eine quantitative Bewertung für viele Indikatoren (z.B. 260 Indikatoren für 169 SDG Unterziele) nicht leistbar oder sinnvoll ist, ist eine Auswahl von Indikatoren wichtig für die Nachhaltigkeitsbewertung auf Mikroebene der Innovation. Da Indikatoren ebenfalls nur einzelne spezifische Punkte abfragen, können sie nur eine sehr grobe Einschätzung von Stärken und Schwächen hinsichtlich der Nachhaltigkeitswirkungen geben. Die so identifizierten Schwachstellen können jedoch später mit detaillierteren Bewertungstools näher untersucht werden.

Zur Definition und Auswahl von Nachhaltigkeitsindikatoren sollten nach Coenen (2000) vier verschiedene Anforderungen erfüllt sein: Zum einen müssen sie wissenschaftliche Anforderungen gewährleisten. Dazu gehört, dass sie repräsentativ für die jeweiligen ökologischen, ökonomischen oder sozialen Zusammenhänge, reproduzierbar, nachvollziehbar und transparent in Bezug auf Unsicherheiten von Daten sind sowie über eine gute Datenqualität verfügen. Die funktionalen Anforderungen beziehen sich darauf, dass die Indikatoren Änderungen im Zeitablauf abbilden, Trends erfassen und als Frühwarnsystem funktionieren können sollten. Außerdem sollten sie international kompatibel und sensitiv in Bezug auf ökonomische, ökologische und soziale Wechselwirkungen sein. Die Sicht von Nutzern definiert die dritte Anforderungskategorie. Hier wird der deutliche Zielbezug und die adressatenadäquate Aggregation von Informationen gefordert. Die Indikatoren müssen für Politik und Öffentlichkeit verständlich und ihre Relevanz und Aussagekraft akzeptiert sein. Zuletzt definiert Coenen (2000) praktische Anforderungen. Zu diesen zählt Datenverfügbarkeit, ein vertretbarer Aufwand für die Datenbeschaffung sowie die Möglichkeit zu einer regelmäßigen Aktualisierung.

Einzelne Indikatoren könnten sowohl einfache Kennzahlen, wie z.B. der Energiebedarf, Wasserbedarf, Verbrauchs- und Lebensdauer, Materialbedarf oder Abfallaufkommen in der Produktion sein oder lebenszyklusweit zu erhebende Indikatoren wie der abiotische Material-Input oder Treibhausgasemissionen. In Kapitel 4.1 wurden mögliche relevante Indikatoren in der Green Economy identifiziert. Ein oder mehrere der dort dargestellten Mikroindikatoren können, je nachdem wo der Fokus des Inno-

vationsprozesses liegt, ausgewählt und genutzt werden. Es können je nach Bedarf sowohl ökologische, ökonomische als auch soziale Indikatoren verwendet werden.

Für die ausgewählten Indikatoren sind quantitative Daten mindestens für die relevantesten Aspekte notwendig. Im Gegensatz zu beispielsweise einer kompletten Ökobilanz und deren Wirkungskategorien bleibt der Aufwand bei Erhebung einzelner Indikatoren, vor allem wenn bei diesen nur der Primärbedarf erhoben wird, vergleichsweise überschaubar. Daten, die z.B. das Nutzungsverhalten erfassen, können durch digitale Messtechnologien (z.B. Video-Sensortechnik) unterstützt werden. Soweit betriebsinterne Zahlen für externe Vergleiche und Analysen erhoben werden, sind eventuell Regelungen zur Vertraulichkeit von Daten oder anonymisierte Datenerfassungen (z.B. Bench-Marks) erforderlich. Abhängig von den ausgewählten zu erhebenden Indikatoren kann die Datenerhebung jedoch aufwändig sein, wenn z.B. ein output-seitiger Indikator mit komplexer Berechnungsgrundlage lebenszyklusweit erfasst werden soll. Eine Methodik zur Auswahl von Indikatoren ist im Designguide (Liedtke u. a., 2013a) gegeben (vgl. nachfolgender Kasten). Diese Methodik kann auch im Innovationsprozess Anwendung finden, um ein passgenaues Indikatorset zu ermitteln. Unterstützend kann dabei eine Übersetzung in eigene Worte und Zielbeschreibung für die Innovation sein (Tab. 8).

Methodik zur Auswahl von Indikatoren nach dem Designguide 2013, 2016

Der Transitiondesignguide ist ein Handbuch für Entwickler und Designer, die nachhaltige Produkt-Dienstleistungssysteme entwickeln – in Unternehmen, Forschung und Lehre. Mit Arbeitsblättern, Links und Hintergrundinformationen wird schrittweise durch eine mögliche Anwendung geführt. Für die Integration von Nachhaltigkeitskriterien in den Entwicklungsprozess werden eigene, gesellschaftliche und ökologische Bedarfe berücksichtigt und integriert.

Eine Auswahl der zu bearbeiteten Schritte sind:

Nachhaltigkeitsbewertung

1. Nachhaltigkeits-Radar: Wo liegen die Nachhaltigkeitspotenziale?
2. Sustainable Development Goals-Screening: Wie können sie adressiert werden? –
3. Nationale Nachhaltigkeitsstrategie-Screening: Welche nationalen Ziele und Strategien sind relevant?
4. Megatrendanalyse - Analyseraster und Grafiken: Welche Megatrends sind bedeutsam?
5. Mind Map "Our Mind – Our Society": Was will ich, was wollen wir erreichen?
6. Leistungskriterien für Nachhaltigkeit – Übersetzungstabelle: Wie übersetze ich Nachhaltigkeitskriterien und -ziele in ein Entwicklungskonzept?

Bewertung der Wertschöpfungsketten: Vom Rohstoffabbau bis zum Recycling

7. Hot Spot Analyseraster – Stärken-/Schwächenprofile: Wie wirkt sich das in den Wertschöpfungsketten aus?
8. Hot Spots – Stärken/Schwächenprofil
9. Ressourcenintensitätsanalyse - Tabellen (MIPS-Bewertung): Wieviel Umwelt steckt im Konzept?

Markt- und gesellschaftsrelevante Umsetzung

10. Rebound- und Wirkungsanalyseraster – Matrix und Grafiken: Welche (Neben-)Effekte sind mit der Entwicklung verbunden?
11. Design und Entwicklung für veränderte Handlungen im Alltag - Bewertungsmatrix: Welche sozialen Praktiken sind zu berücksichtigen?
12. Sustainable Business Modell Generation: Welche Geschäftsmodelle passen zur Entwicklung?

Im Weiteren werden auch Zielgruppen und Geschäftsmodelle fokussiert.

Quelle: Liedtke et al. (2016)

Tab. 8 Tabelle zur Unterstützung der Indikatorenfindung für ausgewählte Nachhaltigkeitsziele (z.B. SDGs)

NACHHALTIGKEITSZIEL 12 Aspekte, die im Designprozess Berücksichtigung finden sollen.	RELEVANZ*	KURZSCREENING DER UNTERZIELE Überlegung, wie das genaue Ziel für das Produkt / die Dienstleistung lautet.	ÜBERSETZUNG IN EIGENE WORTE	INDIKATORENFINDUNG Wie kann der Erfolg konkret überprüft werden?
Staatsverschuldung	+++	Senkung des Staatsdefizits	Hohe Verschuldung von Haushalten und auch Jugendlichen. Keine Verschuldung des Nutzers durch die entwickelte Dienstleistung.	Keine - €/Kopf u. Jahr im Haushalt
Soz. Zusammenhalt / Inklusion	++		Der Zugang soll allen Bevölkerungsgruppen offenstehen. Offenes Modell mit möglicher Integration aller Interessierten. Oder: Die Dienstleistungen u. das Geschäftsmodell sollen spezifische Zielgruppen adressieren, aber keine anderen benachteiligen.	Anzahl involvierte sozialer Gruppen (+ Teilnehmerzahl innerhalb der Gruppen)
...

* Bewertung: + sehr gering, ++ gering, +++ mittel, ++++ hoch, +++++ sehr hoch

Quelle: Liedtke und Baedeker et al. (2016)

Eine weitere Möglichkeit zur Identifizierung geeigneter Indikatoren zur Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen der Innovation, ergeben sich durch die bereits als relevant ermittelten SDGs und der Datenbank des SDG-Compass (GRI, UN Global Compact und WBCSD 2015).

SDG Compass

Um Unternehmen die Integration der SDGs in ihre Strukturen und die Umsetzung zielführender Maßnahmen zu erleichtern, hat der UN Global Compact in Zusammenarbeit mit der Global Reporting Initiative (GRI) und dem World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) einen Leitfaden erstellt, der in fünf Schritten Ansätze zur Ausrichtung unternehmerischen Handelns entlang der SDGs sowie Hilfestellungen zum Reporting bietet. Die Schritte gliedern sich in: 1. SDGs verstehen, 2. Priorisierung definieren, 3. Zielsetzung, 4. Integration und 5. Reporting und Kommunikation. Bekannte und unternehmensrelevante Indikatoren die auf die unterschiedlichen SDG abzielen, können mit Hilfe des Online Tools *Inventory of Business* gefiltert werden, um so den Priorisierungsschritt (2.) zu erleichtern.

Quelle: SDG-Compass (2015).

4.2.3 Die Hotspot Analyse

Die Hotspot Analyse (HSA) (Biengen et al., 2010; Liedtke et al., 2016) dient der qualitativen Bewertung von ökologischen (ökologische HSA) oder sozialen (soziale HSA) Aspekten entlang des Produktlebenszyklus und entspricht damit einer qualitativen Lebenszyklusanalyse. Sie wird insbesondere angewandt, um die Wertschöpfungskette zu bewerten und Stärken und/oder Schwächen, sogenannte Hot Spots, bezüglich ökologischer und/oder sozialer Aspekte zu identifizieren, um daraus Verbesserungsmaßnahmen zu entwickeln. Hierfür müssen die Abläufe und Prozesse in der Wertschöpfungskette bekannt sein, quantitative Daten sind jedoch nicht zwingend notwendig. Die HSA gibt einen guten Überblick über die relevantesten Aspekte und kann als Instrument der richtungssicheren Abschätzung von ökologischen, sozialen und ökonomischen Auswirkungen im Laufe des Lebenszyklus von Produkten verwendet werden. Der Detailgrad der Analyse hängt vor allem mit der verwendeten Datengrundlage zusammen, wobei insbesondere das Zusammentragen von Informationen aufwändig sein kann. Als Datengrundlage können alle verfügbaren Datenquellen, wie z.B. wissenschaftliche Studien, Unternehmensdaten, Experten- bzw. Stakeholderbefragungen oder Daten von Lieferanten herangezogen werden. Quantitative Nutzerdaten können im Rahmen von Living Labs beispielsweise über Sensoren erfasst werden. Qualitative Daten über das Nutzerverhalten können z.B. mittels Usability Tests oder MockUps erhoben werden (Echternacht et al. 2016).

4.2.4 Material-Input pro Serviceeinheit – MIPS

MIPS (Material-Input pro Serviceeinheit) ermöglicht es, den lebenszyklusweiten Ressourcenbedarf von Dienstleistungen in Kilogramm natürlicher Rohstoffe darzustellen und zeichnet damit den benötigten lebenszyklusweiten Ressourceninput eines Produktes aus. Eine MIPS Analyse kann dazu dienen, besonders ressourcenintensive Bereiche in der Wertschöpfungskette aufzudecken. Die Daten über die Nutzungsphase (z.B. Verbrauch) können ähnlich der Hot Spot Analyse durch verschiedene und kombinierbare Methoden erfasst werden (Methodenhandbuch, Echternacht et al. 2016).

Mit dem MIPS-Konzept (Schmidt-Bleek, 1998) können bis zu fünf Inputkategorien unterschieden werden:

- abiotische Rohstoffe (wie z.B. Sand, Kies, Kohle, Erdöl, Abraum oder Aushub von Erde oder Sediment)
- biotische Rohstoffe (wie z.B. Holz, pflanzliche Biomasse)
- Bodenbewegung in der Land- und Forstwirtschaft
- Wasser
- Luft

Zur Ermittlung der einzelnen Inputkategorien sind quantitative Daten und eine genaue Kenntnis der Prozesse notwendig. Da es sich jedoch um eine input-orientierte Methodik handelt, ist keine weitere komplexe Berechnung wie bei den meisten output-orientierten Indikatoren notwendig.

Statt der Ermittlung aller fünf Inputkategorien kann der Material Footprint, der nur die beiden Ressourcenkategorien abiotischer und biotischer Materialinput umfasst (Liedtke u. a., 2014), erhoben werden. Dieser erlaubt eine vereinfachte Kommunikation, indem nur ein Wert vermittelt wird und dieser aufgrund seiner Einheit kg sehr leicht veranschaulicht werden kann.

4.2.5 Ökobilanz

Die Ökobilanz dient der quantifizierten Bewertung der lebenszyklusweiten Umweltauswirkungen eines Produkts oder einer Dienstleistung unter Berücksichtigung einzelner Wirkungskategorien. Meist werden zwischen 8 und 14 Wirkungskategorien in einer Ökobilanz ermittelt. Typische Wirkungskategorien sind z.B. Treibhausgasemissionen, Eutrophierung, Versauerung von Böden und Gewässern oder Humantoxizität. Bei diesen handelt es sich überwiegend um output-orientierte Bewertungen von Emissionen, mit teilweise unterschiedlichen Zeithorizonten, Einheiten und Bezügen. Abhängig von der jeweiligen Wirkungskategorien sind teilweise komplexe Berechnungen erforderlich, sodass zur Durchführung eine umfangreiche Datenbasis sowie Fachwissen erforderlich sind. Mit der Norm ISO 14040/44 (ISO, 2006a / 2000b) sind europäische Standards zur Berechnung vorhanden.

4.2.6 Soziale Lebenszyklusanalyse

Die „social LCA“ oder „sLCA“ kann mit „produktbezogene Sozialbilanz“ übersetzt werden und ist „eine Analysemethode zur Erfassung (realer und potentieller) sozialer und sozioökonomischer Aspekte von Produkten und deren positive und negative Wirkungen entlang ihres Lebenswegs, von der Extraktion und Verarbeitung der Rohstoffe, Produktion, Verteilung, Nutzung, Weiternutzung, Wartung bis hin zu Recycling und Entsorgung“ (UNEP/ SETAC 2009, S. 100, Übersetzung basierend auf Lehmann, 2013).“

Ziel der sLCA ist der Beitrag zu einer Verbesserung der sozialen Bedingungen von Stakeholdern entlang des Lebenszyklus von Produkten. Folgende Fragestellungen treten dabei in den Fokus: Welche sozialen Aspekte sollen berücksichtigt und welche Wirkungskategorien sollen betrachtet werden? Welche sozialen Indikatoren sind zur Beschreibung dieser Aspekte geeignet?

Zur Wirkungsabschätzung müssen die Wirkungspfade zwischen dem zu analysierendem Produkt / Prozess und dem jeweiligen sozialen Indikator / Aspekt analysiert und das Ergebnis entsprechend interpretiert werden (Lehmann, 2013).

Im Vergleich zur Ökobilanz liegt der Fokus bei der sLCA auf den sozialen Wirkungen, wohingegen die Ökobilanz die ökologischen Auswirkungen untersucht. Dementsprechend erfordert die sLCA (zusätzliche) Informationen zu organisationsbezogenen Aspekten entlang der Wertschöpfungskette und die Ökobilanz zu physikalischen Größen bezüglich des Produkts, seiner Produktion, Nutzung und Verwendung. Daraus ergeben sich Unterschiede in der Verwendung von quantitativer, qualitativer und semiquantitativer Daten. Darüber hinaus liegt der sLCA eine stärkere Stakeholderbeteiligung zu Grunde (UNEP/ SETAC 2009).

5 Konzept und Ausblick zur Nachhaltigkeitsbewertung im INNOLAB Projekt

Wie in Kapitel 2 aufgezeigt, besteht der Innovationsprozess im Living Lab aus verschiedenen Phasen, die (im idealisierten Verlauf) durch fünf Entscheidungspunkte (Gates) strukturiert und abgegrenzt werden können. Um Nachhaltigkeitspotentiale von Innovationen frühzeitig zu erkennen und konsequent im Entwicklungsprozess erschließen zu können, sollte an jedem dieser Entscheidungspunkte eine Nachhaltigkeitsbewertung durchgeführt werden. Ein entsprechendes Konzept, das die verschiedenen Voraussetzungen an den unterschiedlichen Stationen des Innovationsprozesses berücksichtigt, wird im Folgenden vorgestellt und für die Anwendung in den Praxisprojekten des INNOLAB Projektes (AP 3 – 5) weiter spezifiziert. In den Praxisprojekten soll neben anderen Methoden auch der SDG-Check getestet und erprobt werden. Erfahrungen sollen in die nachfolgenden Arbeitspakete einfließen.

5.1 Konzept zur Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen

Wie in Kapitel 4 dargelegt, sind zur Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen in Innovationsprozessen von Living Labs das Innovationssystem und ein entsprechendes Referenzsystem zu beschreiben. Die Beschreibungstiefe, sowohl des Innovationsals auch des Referenzsystems, hängt dabei vom Reifegrad und damit von der zur Verfügung stehenden Informationen und Datengrundlage ab. Dies wiederum bestimmt die Anforderungen an die Methoden zur Bewertung. Durch die andauernde Nutzerintegration innerhalb des Innovationsprozesses und den damit einhergehenden Datenerhebungen (etwa bei Nutzerbeobachtungen oder Tests), steigt die Datenverfügbarkeit und -qualität in Bezug auf das Innovationssystem mit zunehmender Reife der Innovation.

Das aus den Anforderungen des Innovationsprozesses im Living Labs abgeleitete Konzept zur Nachhaltigkeitsbewertung ist in Abb. 15 dargestellt. An den Entscheidungspunkten (Gates) wird dabei jeweils, in unterschiedlicher Detaillierung, das Innovationssystem beschrieben und ab dem 2. Entscheidungspunkt zusätzlich auch ein Referenzsystem definiert, ebenfalls in unterschiedlicher Detaillierung, je nach Daten- und Ressourcenverfügbarkeit. Im Anschluss erfolgen dann die Bewertungen, je nach Reifegrad bzw. Betrachtungstiefe mit dem Ziel, am 5. Entscheidungspunkt eine weitreichende Nachhaltigkeitsbewertung durchzuführen, damit die Nachhaltigkeitswirkung der Innovation abgeschätzt werden kann.

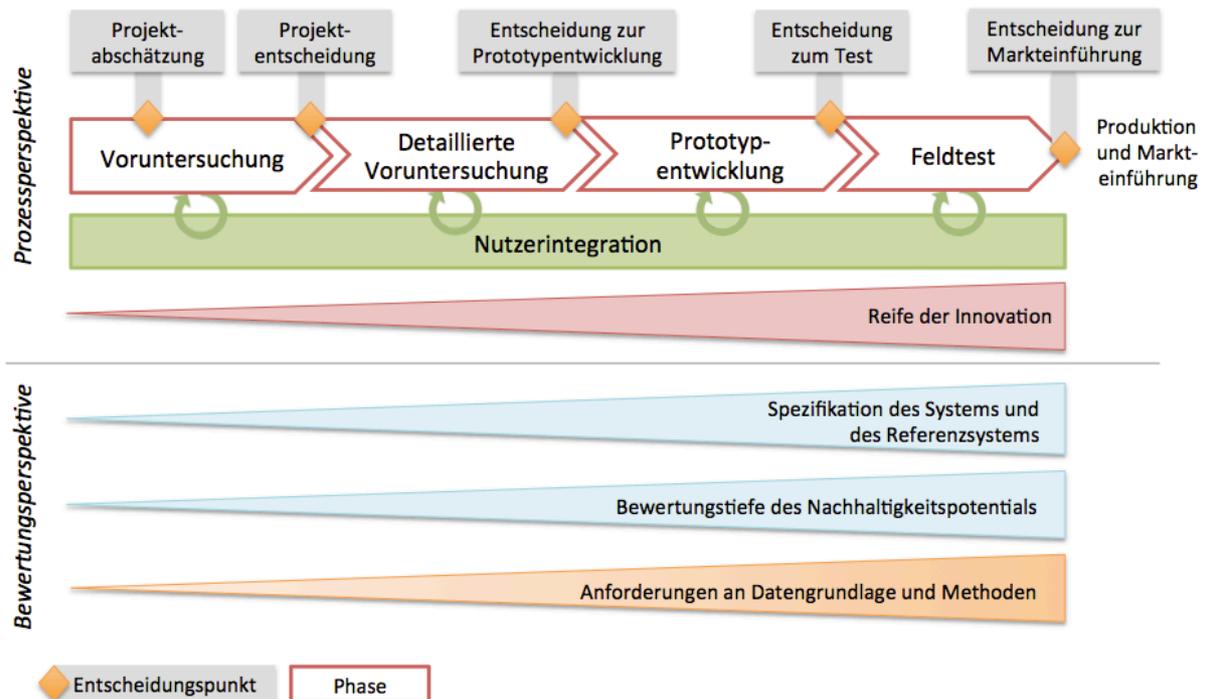


Abb. 15 Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen im Living Lab Innovationsprozess. Quelle: Eigene Abbildung.

Das Konzept sieht vor, dass die Bewertungstiefe im zeitlichen Verlauf entsprechend der zur Verfügung stehenden Daten und der Reife der Innovation zunimmt – der Umfang kann konstant bleiben, der Inhalt und Fokus ändert sich im Verlauf bzw. je nach Risikobewertung an einzelnen Stellen und kann vertieft werden. Jedoch ist das Konzept flexibel aufgebaut, sodass es möglich ist, bereits zu früheren Phasen im Innovationsprozess eine detaillierte Bewertung durchzuführen, falls die notwendigen Daten und Ressourcen dafür zur Verfügung stehen. Dies hat den Vorteil, dass damit eine frühzeitige Berücksichtigung und Integration relevanter Nachhaltigkeitsaspekte ermöglicht wird und diese bereits zu frühen Phasen im Innovationssystem umgesetzt werden können.

Zur Durchführung der Bewertungen je nach Reifegrad der Innovation, stehen verschiedene Methoden zur Verfügung bzw. können die Methoden in verschiedenen Tiefen durchgeführt werden. So können, entsprechend der zur Verfügung stehenden zeitlichen Ressourcen sowie der Vorkenntnisse der Entwickler, die Methoden variiert werden. Beispielsweise kann bereits zu Beginn der Entwicklung eine Lebenszyklusanalyse durchgeführt werden (die sehr hohen Anforderungen an Datenverfügbarkeit, Ressourcen und Kenntnisse stellt), wenn die Entwickler dies für praktikabel erachten. Gleichmaßen ist es möglich, dass zunächst ein erster grober Check mit Hot Spot Fokus erfolgt. Alternativ kann auch auf vorhandene Lebenszyklusanalysen als Orientierung zurückgegriffen werden.

Der Aufbau einer entsprechenden programmtechnischen Unterstützung durch eine entsprechende Datenbank empfiehlt sich und sollte mit den vorhandenen Unterstützungssystemen/IKT verknüpft werden. Gerade Industrie und Digit 4.0 schaffen hierzu

eine exzellente Voraussetzung, um Zeit- und Kostenaufwand einem hohen Nutzen gegenüberzustellen (vgl. Geibler et al. 2014). Hierzu ist die Nachhaltigkeitsbewertung entsprechend erfassbar und modular aufgebaut.

Im Folgenden werden die einzelnen Aktivitäten zur Bewertung der Nachhaltigkeitswirkungen beschrieben.

Systembeschreibung

Zu Beginn der Nachhaltigkeitsbewertung an den jeweiligen Entscheidungspunkten steht eine Systembeschreibung. Diese Beschreibung umfasst Informationen zu dem sozio-technischen System, das von dem Innovationsprozess adressiert wird, zu der Innovation selbst und dazu welchen Einfluss sie auf das System hat. Während eine solche Beschreibung zu Beginn des Prozesses noch vage sein kann, konkretisiert sie sich im weiteren Verlauf. In Tab. 9 ist für die jeweiligen Entscheidungspunkte aufgezeigt, welche Informationen die Systembeschreibung beinhalten sollte. Leitende Fragen helfen zur Entwicklung der Systembeschreibung. Die Beschreibungen sind aufeinander aufbauend, sodass die Inhalte aus den vorherigen Entscheidungspunkten (in aktualisierter Form) auch in die nachfolgenden Beschreibungen integriert werden.

Teil der Systembeschreibung sind der Status quo bestehender sozialer Praktiken von Nutzern, wie eine Innovation, die Nutzer bei der nachhaltigeren Gestaltung sozialer Praktiken unterstützt oder hemmt sowie deren Umgang mit der Innovation. Diese Aspekte sollen entsprechend an den Entscheidungspunkten einbezogen werden. Der Nutzer stellt dabei einen Experten seines Systems dar und sollte als dieser auf wahrgenommen und in den Innovationsprozess integriert werden (vgl. Tab. 3).

Beschreibung des Referenzsystems

Um die Nachhaltigkeitswirkungen der zu untersuchenden Innovation bewerten zu können, ist nicht nur die Beschreibung des Innovationssystems, sondern auch die Beschreibung eines Referenzsystems als Vergleichsbasis erforderlich. Dies kann entweder innerhalb eines bereits existierenden Systems sein oder eine, sich im Innovationsprozess ergebende, Alternativlösung. Um für einen späteren Vergleich der Systeme ausreichend Daten zur Verfügung zu haben, kann die Definition von einem Durchschnittsprodukt als Referenzsystem sinnvoll sein (z.B. Betrachtung des Flotendurchschnitts bei der Bewertung eines innovativen Fortbewegungsmittels).

Die Beschreibung des Referenzsystems wird zum ersten Mal am Entscheidungspunkt „Projektentscheidung“ relevant, Daten können und sollten jedoch bereits im Rahmen der Voruntersuchungen erhoben werden. Die Beschreibung des Referenzsystems kann, analog wie die Systembeschreibung, zu Beginn noch vage sein und sich erst im weiteren Verlauf konkretisieren. In Tab. 9 sind für die jeweiligen Entscheidungspunkte leitende Fragen aufgeführt, welche zur Beschreibung des Referenzsystems helfen sollen.

Nachhaltigkeitsbewertung

Zur Bewertung der Nachhaltigkeit werden das System und das Referenzsystem an allen Entscheidungspunkten miteinander verglichen, inklusive der Berücksichtigung von Rebound-Effekten. Es soll kritisch reflektiert werden, an welchen Stellen die Innovation Nachhaltigkeitspotentiale im Nutzerverhalten heben oder hemmen sowie wo ggf. besonders ausgeprägte Reboundeffekte entstehen können (Rebound-check).

Das Konzept sieht vor, dass mit jeder Stufe detailliertere Bewertungsmethoden hinzugezogen werden. Diese sollten entsprechend der Datenverfügbarkeit und den zur Verfügung stehenden Ressourcen abgestimmt sein. Zur Bewertung stehen, wie bereits in Kapitel 4.2 diskutiert, mehrere Methoden zur Verfügung, die in unterschiedlichen Tiefen durchgeführt werden können und sich in Datenanforderungen, Aufwand und Nutzen unterscheiden. Im Folgenden wird das Konzept zur Nachhaltigkeitsbewertung über den gesamten Innovationsprozess erläutert. Zusammenfassend ist darauf folgend in Tab. 9 einen Überblick und alle leitenden Fragen für die einzelnen Aktivitäten an den Entscheidungspunkten dargestellt.

Die Bewertung an den ersten beiden Entscheidungspunkten, bei denen es um die konzeptionelle Festlegung der Innovation im Sinne der Funktion und des Anwendungsfelds geht, soll insbesondere die generelle Ausrichtung der Innovation auf Nachhaltigkeitsziele und die Identifikation von Nachhaltigkeitswirkungen sicherstellen. Um dies zu gewährleisten, können Checklisten eingesetzt werden, da diese geringe Anforderungen in Bezug auf die Datenverfügbarkeit und Ressourcen stellen. So kann beispielsweise am ersten Entscheidungspunkt „Projektabschätzung“ abgefragt werden, inwiefern die Innovation zu einem der 17 von der UN vereinbarten Ziele für eine nachhaltige Entwicklung beitragen kann. Um der Nachhaltigkeitsbewertung positiv zu genügen, sollten Mindestkriterien definiert werden. Beispielsweise kann definiert werden, dass dabei mindestens drei Ziele der SDGs positiv beeinflusst werden (insbesondere die Ziel 8 und 12, siehe 4.2.1.1) und sich diese am zweiten Entscheidungspunkt „Projektentscheidung“ durch die Unterziele konkretisieren lassen. Dies stellt sicher, dass die Innovation prinzipiell das Potential hat zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen.

Durch eine solche Abfrage werden dem Entwickler die Ziele vergegenwärtigt, die im Innovationsprozess eine Richtung geben können und sollen. Darüber hinaus kann die Potentialabschätzung den Entwicklern an dieser Stelle auch zur Inspiration für die Beschreibung z.B. des Zielmarktes und der Zielgruppe der Innovation dienen. Erst für die Entscheidungspunkte „Entscheidung zum Test“ und „Entscheidung zur Markteinführung“, an denen konkrete Systemdesignmerkmale bewertet werden sollen, ist eine weitere Spezifizierung notwendig.

Im weiteren Verlauf, ab dem dritten Entscheidungspunkt, bei dem die Entscheidung zur Entwicklung getroffen wird, soll die Nachhaltigkeitsbewertung die konzeptionelle Ebene verlassen und die spezifischen Funktionen der Innovation adressieren. Dafür ist das Erfassen erster quantitative Daten erforderlich. So können am dritten Ent-

scheidungspunkt beispielsweise konkrete Indikatoren für die als relevant eingestuften Ziele festgelegt und analysiert werden. Damit konkretisiert sich die Nachhaltigkeitsbewertung, welche dann am vierten Entscheidungspunkt „Entscheidung zum Test“ durch das Hinzufügen oder Erweitern von Indikatoren vertieft und ausgeweitet werden kann. Auch eine Hot-Spot-Analyse mit semi-quantitativen Daten, oder eine grobe Berechnung des MIPS können in dieser Phase des Innovationsprozesses bereits durchgeführt werden, je nach Verfügbarkeit von Daten und Ressourcen, um die Potentialabschätzung zu konkretisieren. Das Abfragen spezifischer Designmerkmale ist dabei zu berücksichtigen, um zu prüfen, ob relevante Eigenschaften in der Innovation angelegt sind und die Innovation die damit verknüpften Nachhaltigkeitspotentiale erschließen kann. Durch die konkretisierte Bewertung werden gegebenenfalls auch spezifische Ansatzpunkte aufgezeigt, an denen im weiteren Entwicklungsprozess Potentiale erschlossen werden können.

Für die Nachhaltigkeitsbewertung am Entscheidungspunkte „Entscheidung zur Markteinführung“ wird eine weitere Kategorie an Bewertungsmethoden genutzt. Da zu diesem Zeitpunkt bereits detaillierte Informationen zu konkreten Produktdetails und Produktionsprozessen vorliegen, können nun quantitative Methoden angewendet werden. Das Konzept sieht an dieser Stelle des Innovationsprozesses die Durchführung einer Lebenszyklusanalyse vor, beispielsweise mittels einer Ökobilanz oder einer konkreten MIPS Berechnung. Ist dies aufgrund fehlender zeitlicher oder monetärer Ressourcen oder Kenntnissen nicht möglich, kann beispielsweise eine semi-quantitative Hot-Spot Analyse oder eine grobe MIPS Berechnung durchgeführt werden.

Die Bewertung des Nachhaltigkeitspotenzials kann mit diesem Konzept stets flexibel an die Kenntnisse, Ressourcen und verfügbare Daten angepasst werden und ermöglicht so die Integration der Nachhaltigkeitsbewertung und -ausrichtung im Innovationsprozess.

Tab. 9 Leitfragen für das Innovationssystem, das Referenzsystem und der Nachhaltigkeitsbewertung sowie Checklisten an den Entscheidungspunkten (Gates)

Phase	Leitfragen und Checklisten		
	Beschreibung des Innovationssystem (<i>Innovationsobjekt</i>)	Beschreibung des Referenzsystems (<i>Vergleichsobjekt</i>)	Nachhaltigkeitsbewertung
Voruntersuchung / Nutzerbeobachtung	Innovationsideen / Bedarfsfeldkonturen der Innovation: <ul style="list-style-type: none"> • Wie werden die Innovationsideen skizziert? • Welches Nutzergruppen und welche Bedürfnisse werden angesprochen? • Welche Nutzen (für den Verbraucher) ergeben sich? 	Bedarfsfeldkonturen der Referenz (optional*): <ul style="list-style-type: none"> • Welches Nutzergruppe und welche Bedürfnisse werden angesprochen? <p><small>* Dieser Schritt ist in dieser Phase des Innovationsprozesses optional und kann alternativ nach Gate 1 erfolgen.</small></p>	Einschätzung zur Nachhaltigkeitsbewertung: <ul style="list-style-type: none"> • Welche Ressourcen (Zeit, Geld) für die Nachhaltigkeitsbewertung stehen zur Verfügung? • Welche Chancen und Risiken bzgl. der Nachhaltigkeitsziele birgt die Idee / das Bedarfsfeld? • Wer sind die relevanten Stakeholder und welche Anforderung stellen diese?
	◆ Gate 1: Projektabschätzung		
	<ul style="list-style-type: none"> • Die Grundlagen der Innovationsideen und Bedarfsfeldkonturen wurden erfasst. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bedarfsfeldkonturen der Referenz sind erfasst. 	<ul style="list-style-type: none"> • Chancen und Risiken wurden ermittelt und relevante Stakeholder identifiziert.
	Innovationskonzepte und Geschäftsmodell: <ul style="list-style-type: none"> • Wie ist der Markt zu beurteilen (Marktgröße, Marktpotential, Marktakzeptanz)? • Welcher konkrete Bedarf/ Bedürfnis wird adressiert? • Wie ist die (technische) Machbarkeit zu beurteilen? • Wie sind die zeitlichen und finanziellen Ressourcen zu beurteilen? 	Bedarfsfeld der Referenz: <ul style="list-style-type: none"> • Welches Nutzergruppe und welche konkreten Bedürfnisse werden angesprochen? • Welcher Nutzen (für den Verbraucher) ergibt sich? • Wie ist der Markt beschaffen? • Wie groß ist die Nachfrage? 	Priorisierung relevanter Nachhaltigkeitsaspekte: <ul style="list-style-type: none"> • Welche Nachhaltigkeitsaspekte stehen in Verbindung mit den Innovationskonzepten und den Bedarfsfeldern? • Welche Chancen und Risiken bzgl. der Unterziele der SDG bergen die Innovationskonzepte bzw. die Bedarfsfelder? • Welche Interessen von Stakeholdern unterstützen die Innovationskonzepte?
	◆ Gate 2: Projektentscheidung		
<ul style="list-style-type: none"> • Das Innovationskonzept (anhand der Bedarfe) und / oder die Innovationsanwendung wurden festgelegt. • Das Projekt erfüllt relevante Kriterien bezüglich strategischer Ausrichtung, (technischer) Machbarkeit, Wettbewerbsvorteile und Attraktivität. • Synergien mit Kernkompetenz des Unternehmens sind erfüllt, damit das Projekt zur Entwicklung frei gegeben werden kann. 	<ul style="list-style-type: none"> • Das Bedarfsfeld der Referenz wurde erfasst. 	<ul style="list-style-type: none"> • Potentiale wurden ermittelt und Innovationskonzepte priorisiert. 	

Phase	Leitfragen		
	Beschreibung des Innovationssystem (Innovationsobjekt)	Beschreibung des Referenzsystems (Vergleichsobjekt)	Nachhaltigkeitsbewertung
Prototypentwicklung	Anwendungsfeld und Prototyp: <ul style="list-style-type: none"> Wie sieht die Entwicklung des Prototypens und der konkrete Anwendungskontext aus? Wie sieht der Markt aus (Potential, Größe, Akzeptanz, Nutzergruppen)? Wie sind die finanziellen und technischen Anforderungen an die Prototypentwicklung einzuschätzen? 	Anwendungsfeld der Referenz: <ul style="list-style-type: none"> Wie sieht das Geschäftsmodell der Referenz aus? Welcher konkrete Bedarf/Bedürfnis wird adressiert? Wie ist der Markt zu beurteilen (Marktgröße, Marktentwicklung)? 	Methoden zur Nachhaltigkeitsbewertung: <ul style="list-style-type: none"> Worauf bezieht sich die Potentialabschätzung konkret? (Produktlebenszyklus, funktionelle Einheit, Nutzungssystem, Region, Ökosystem des Systems und des Referenzsystems) Welche Indikatoren sind relevant, um Daten über relevante Nachhaltigkeitsaspekte des Prototypen / Anwendungsfeldes zu messen?
	◆ Entscheidung zur Prototypentwicklung		
	<ul style="list-style-type: none"> Alle relevanten Kriterien werden unter Berücksichtigung der neu gewonnenen Informationen erfüllt. Ein Nachweiskonzept der Funktion der Innovation/ des Innovationssystems ist erfolgt Verifizierung der Innovation im Laborumfeld. 	<ul style="list-style-type: none"> Das Anwendungsfeld der Referenz wurde erfasst. 	<ul style="list-style-type: none"> Geeignete Methoden zu Bewertung relevanter Nachhaltigkeitsaspekte wurden identifiziert und konkretisiert.
	Konkretisierung des Anwendungsfeldes und Prototypentwicklung: <ul style="list-style-type: none"> Ggf. Konkretisierung der vorherigen Phase Was sind die Unternehmensziele, mögliche Geschäftsmodelle, Wettbewerber für die Innovation / -system (Businessplan)? 	Konkretisierung des Anwendungsfeldes der Referenz: <ul style="list-style-type: none"> Ggf. Konkretisierung der vorherigen Phase 	Nachhaltigkeitsbewertung: <ul style="list-style-type: none"> Aufgrund welcher Kausalität wirkt das Innovationssystem in Bezug auf die identifizierten Nachhaltigkeitswirkungen? In welcher gesellschaftlichen Dimension wirkt das Innovationssystem? (Kultur, Technik) Wie unmittelbar wirkt das Innovationssystem? Direkt (quantifiziert durch MIPS, Indikatoren, etc.) oder indirekt (Lerneffekte, Synergien, Verhaltensänderungen, Eigendynamik)?
	◆ Gate 4: Entscheidung zum Test		
<ul style="list-style-type: none"> Verifizierung der Innovation in relevanter Umgebung. Modelldemonstration 	<ul style="list-style-type: none"> Das Anwendungsfeld der Referenz wurde erfasst. 	<ul style="list-style-type: none"> Die Nachhaltigkeitswirkung der Innovation / des -systems wurde abgeschätzt. Die Nachhaltigkeitswirkung des Prototyps wurde bewertet. Die Ergebnisse sind in das Produkt-Service System (Lösung) eingeflossen. 	

Phase	Leitfragen		
	Beschreibung des Innovationssystem (<i>Innovationssystem</i>)	Beschreibung des Referenzsystems (<i>Vergleichsobjekt</i>)	Nachhaltigkeitsbewertung
Feldtest	Produkttest & Rentabilität <ul style="list-style-type: none"> • Welche Ergebnisse gibt es durch innerbetriebliche Tests, Nutzer- oder Feldstudien und finanzielle Analysen? • Welche konkrete Wirkung hat die Innovation? • Welche Nutzererfahrungen gibt es? • Kann das Projekt in den Markt eingeführt werden (Rentabilität, Wettbewerber, Markt)? • Welche Strategien zur Markteinführung (Marketing, etc) gibt es? 	-	Nachhaltigkeitsbewertung: <ul style="list-style-type: none"> • Was sind die abgeschätzten Ressourcenverbräuche und Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft entlang des Lebenszyklus nach der Anpassung? • Wie sicher ist der Erfolg und die Zielrichtung, hinsichtlich Rebound- und Obsoleszenzeffekten? • Wie sicher ist die Wirkungsbewertung? (Welche Bewertungstiefe umgreift die Bewertung?)
	 Gate 5: Entscheidung zur Markteinführung		
	<ul style="list-style-type: none"> • Feldtests wurden durchgeführt und zeigten die Erfüllung der relevanten Kriterien. • Die Innovation ist marktreif und erprobt. 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltigkeitswirkungen wurden ermittelt und sind in die Produkt-Service System (Lösung) eingeflossen.

5.2 Ausblick: Methodischer Entwicklungsbedarf

Für die Abschätzung der Nachhaltigkeitswirkungen im Laufe des Innovationsprozesses sollten im Rahmen des INNOLAB Projektes verschiedene Checklisten (weiter-) entwickelt und in den Praxisprojekten getestet werden. Diese sind unter anderem die SDG-Checkliste (Stufe 1 und 2), die Liste zur Unterstützung der Indikatorenfindung), die Rebound-Checkliste sowie Listen zum Einschätzung des Innovation Readiness level und der Obsoleszenzcheck (vgl. Ergebnisse des Arbeitsschrittes 2.1).

6 Literaturverzeichnis

- Achterkamp, M. C.; Vos, J. F. (2007): Critically Identifying Stakeholders Evaluating boundary critique as a vehicle for stakeholder identification, *Systems Research and Behavioral Science*, 24, 3-14.
- Allianz deutscher Designer (2009): Charta für nachhaltiges Design. <https://agd.de/szene/design-nachhaltigkeit/charta-fuer-nachhaltigkeit> (31.05.2016).
- Bakker, C., de Jong, A., Scott, K., (2008): Uncovering bathing: a practice oriented design study for the Living Lab project, paper for Sustainable Innovation 08. Malmö.
- Beuth Verlag: Referenz-Datenbank Perinorm. <http://www.perinorm.com/home/> (31.05.2016).
- Biengen, K., Geibler, J. von, Lettenmeier, M., Biermann, B., Adria, O., & Kuhndt, M. (2010): Sustainability Hot Spot Analysis: A streamlined life cycle assessment towards sustainable food chains (S. 4–7). Gehalten auf der Conference proceedings of the 9th European International Farming System Association Symposium.
- Buhl, J. (2016): Rebound-Effekte im Steigerungsspiel: Zeit- und Einkommenseffekte in Deutschland. Nomos, Baden-Baden.
- Buhl, J. & Acosta, J. (2015): Work less, do less? Working time reductions and rebound effects. *Sustainability Science*, 11(2).
- Buhl, J. (2014): Revisiting Rebound Effects from Material Resource Use: Indications for Germany Considering Social Heterogeneity. *Resources*, 3(1).
- Buhl, J., Echternacht, L., Geibler, J.v. (2015): Rebound-Effekte – Ursachen, Gegenmaßnahmen und Implikationen für die Living Lab-Forschung im Arbeitspaket 1 (AP 1.2a) des INNOLAB Projekts. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal.
- Bundesregierung (2015): Hochtechnologie-Forschung: Motor für Wirtschaft und Wohlstand. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Berlin.
- Böhle, F.; Bürgermeister, M.; Porschen, S. (2012): Innovation durch Management des Informellen. Springer, Berlin. <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-24341-7.pdf> (31.05.2016).
- Chesbrough, H.W. (2003): Open Innovation. The new imperative for creating and profiting from Technology. Boston: Harvard Business Review Press.
- Clausen J. Fichter K., Winter W. (2011): Theoretische Grundlagen für die Erklärung von Diffusionsverläufen von Nachhaltigkeitsinnovationen – Grundlagenstudie. Verbundvorhaben im Rahmen der BMBF Bekanntmachung „Innovationspolitische Handlungsfelder für die nachhaltige Entwicklung“ im Rahmen der Innovations- und Technikanalyse. Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH, Berlin. http://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2014/07/Clausen-Fichter-Winter-Theoretische_Grundlagen_fuer_die_Erklaerung_von_Diffusionsverlaeufen_von_Nachhaltigkeitsinnovationen-2011.pdf (23.05.2016).
- Coenen, R. [Akademie für Technikfolgenabschätzung] (2000): Konzeptionelle Aspekte von Nachhaltigkeitsindikatoren-systemen. In: TA-Datenbank-Nachrichten. Nr. 2, Jg. 9. S.47-53. Stuttgart.

- Cooper, R.G. (2002): Top oder Flop in der Produktentwicklung – Erfolgsstrategien: Von der Idee zum Launch. Wiley-VCH-Verlag, Weinheim.
- Cooper, R. G. (1990): Stage-gate systems: a new tool for managing new products. *Business horizons*, 33(3), 44–54.
- Cooper, R. G. (2014): Invited Article: What's Next?: After Stage-Gate. *Research-Technology Management*, 57(1), 20–31.
- Cooper, R.G. (2002): Top oder Flop in der Produktentwicklung – Erfolgsstrategien: Von der Idee zum Launch. Wiley-VCH-Verlag, Weinheim .
- Cooper, R. G., & Kleinschmidt, E. J. (2001): Stage-gate process for new product success. *Innovation Management U*, 3.
- Dangschat, J. S., Mayr, R. (2012): *mobility2know_4_ways2go*, Der Milieu-Ansatz in der Mobilitätsforschung, Technische Universität Wien.
http://www.agvs.ch/fileadmin/agvs/dokumente/kurse_veranstaltungen/agvs-tagung/2011/20110113_Schlussbericht_AGVS_Fokusgruppen_def.pdf (09.09.2013).
- Diehl, Benjamin (2011): Nachhaltigkeitsinnovationen im Bedarfsfeld Wohnen, in: Belz, F.-M.; Schrader, U.; Arnold, M. (Hrsg.): *Nachhaltigkeits-Innovationen durch Nutzerintegration*, Marburg: Metropolis, 121-144.
- Ebinger, F. (2005): Ökologische Produktinnovation - Akteurskooperation und strategische Ressourcen im Produktionsinnovationsprozess. Marburg. <http://d-nb.info/971985553/04> (31.05.2016).
- Echternacht, L., Geibler, J. v., Troost, A. (2015): Visionen einer Green Economy – Implikationen für die Ausrichtung der Living Lab Forschung. Arbeitspapier im Arbeitspaket 1 (AP 1.1b) des INNOLAB Projekts. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal.
- Echternacht, L., Geibler, J. v., Meurer, J., Behrend, J. (2016): Methoden im Living Lab: Unterstützung der Nutzerintegration in offenen Innovationsprozessen (Entwurf Methodenhandbuch). Arbeitspapier im Arbeitspaket 2 (AS 2.2) des INNOLAB Projekts. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Wuppertal.
- Erdmann (1997): Die Aussagesicherheit quantitativer Ergebnisse im Rahmen einer Iterativen Screening-Ökobilanz für Stromerzeugungssysteme. Berlin TU, Institut für Technologischen Umweltschutz, Lehrgebiet Abfallvermeidung und Sekundärrohstoffwirtschaft, Diplomarbeit, 1997.
- Europäische Kommission (2016): *Open Innovation Book "Open Innovation, open science, open to the world"*. European Commission, Brussels.
- Fichter, K. und Tiemann, I. (2015). *Das Konzept „Sustainable Business Canvas“ zur Unterstützung nachhaltigkeitsorientierter Geschäftsmodellentwicklung*. Oldenburg, Berlin: Universität Oldenburg, Borderstep Institut.
- Fichter, K. & Clausen, J. (2013): Erfolg und Scheitern „grüner“ Innovationen – warum einige Nachhaltigkeitsinnovationen am Markt erfolgreich sind und andere nicht, Marburg.
- Fichter, K. (2005): *Interpreneurship: Nachhaltigkeitsinnovationen in interaktiven Perspektiven eines vernetzenden Unternehmertums* (Bd. 33), Marburg.
- Fichter, K. (2010): *Modelle der Nutzerintegration in den Innovations- und Diffusionsprozess*, unveröffentlichtes Manuskript. Berlin.

- Fichter, K.; Antes R. (2007): Grundlagen einer interaktiven Innovationstheorie – Beschreibungs- und Erklärungsmodelle als Basis für die empirische Untersuchung von Innovationsprozessen in der Displayindustrie. Grundlagenstudie im Rahmen des von der Volkswagen-Stiftung geförderten Forschungsvorhabens „Nachhaltigkeitsinnovationen in der Display-Industrie“. Berlin 2007. http://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2014/07/Fichter-Antes-Grundlagen_einer_interaktiven_Innovationstheorie-2007.pdf (25.05-2016).
- Fleischer & Schmidt (1997): Iteratives Screening LCA in an Eco-design tool, in: The International Journal of Life Cycle Assessment 2 (1997), Nr. 1, 20-24.
- Fleischer, G. (Hrsg.) (2000): Eco-Design – Effiziente Entwicklung nachhaltiger Produkte mit euroMat. Springer-Verlag. Wiesbaden. Freeman (1984): Strategic Management: A Stakeholder Approach, Pitman Publishing.
- Geilber, J.v.; Echternacht, L.; Stadler, K. (in Vorbereitung): Sustainable Development Goals – Check für Innovationen. Internes Dokument. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH. Wuppertal.
- Geibler, v. J., Cordaro, F., Kennedy, K., Lettenmeier, M., Roche, B. (2016): Integrating resource efficiency in business strategies: a mixed-method approach for environmental life cycle assessment in the single-serve. In: Journal of Cleaner Production 115, 62-74.
- Geibler, v. J., Erdmann, L., Liedtke, C., Rohn, H., Stabe, M., Berner, S., Leismann, K., Schnalzer, K., Kennedy, K., (2014). Exploring the potential of a German Living Lab research infrastructure for the development of low resource products and services. Resources 575-598.
- GfK, Nürnberg, aus: Sulzer, S., Ernährungslutser (2008). (Sekundärquelle).
- Götz, K. (2011): Mobilitätstypen <http://www.klima-kampagnen-baukasten.de/root/wissensbausteine/zielgruppen-adressieren/lebensstile-anknuepfungspunkt-fuer-erfolgreiche-kampagnen/mobilitaetsstile/> (23.07.2013).
- Gransche, B., Erdmann, L. (2015): Gestaltungsoptionen technischer Assistenzsysteme unter dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit. Arbeitspapier im Arbeitspaket 1 (AP 1.2c) des INNOLAB Projekts. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe.
- GRI, UN Global Compact, WBCSD (2015):, SDG Compass. The guide for business action on the SDGs. <http://sdgcompass.org> (15.06.2016).
- GRI – Global Reporting Initiative (2013): Stakeholder Inclusiveness. <https://g4.globalreporting.org/how-you-should-report/reporting-principles/principles-for-defining-report-content/stakeholder-inclusiveness/Pages/default.aspx> (31.05.2016).
- Grießhammer, R., Buchert M., Gensch, C.-O. et al. (2007): PROSA - Product sustainability Assessment. Öko-Institut e.V. http://www.prosa.org/fileadmin/user_upload/pdf/PROSA-gesamt_Finalversion_0407_red.pdf (31.05.2016).
- Haller, C. (2003): Verhaltenstheoretischer Ansatz für ein Management von Innovationsprozessen. <http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2004/1580/> (31.05.2016).
- Hansen, Erik G.; Grosse-Dunker, F.; Reichwald, R. (2009): SUSTAINABILITY INNOVATION CUBE — A FRAMEWORK TO EVALUATE SUSTAINABILITY-ORIENTED INNOVATIONS. International Journal of Innovation Management. Vol. 13, No. 4, S.683-713, 2009.

- Hart, A.; Scheller, G. (2012): *Das Wohnerlebnis in Deutschland. Eine Wiederholungsstudie nach 20 Jahren*, Springer VS Wiesbaden.
- Hauschildt, J. (2004): *Innovationsmanagement*, 3. Auflage. München.
- D'Hauwers, R., Rits, O., Schuurman, D., (2015): *A hypothesis driven tool to structurally embed user and business model research within Living Lab innovation tracks*. iMinds Department of Communication studies, Brüssel.
- Henkel, S., Tomczak, T., Henkel, S., & Hauner, C. (2015): *Mobilität aus Kundensicht: Wie Kunden ihren Mobilitätsbedarf decken und über das Mobilitätsangebot denken*. Springer-Gabler-Verlag, Wiesbaden.
- Hilty, L. M., & Aebischer, B. (2015): *Ict for sustainability: An emerging research field*. In *ICT Innovations for Sustainability* (pp. 3-36). Springer International Publishing.
- Howaldt, J., Schwarz, M. (2010): *Soziale Innovationen im Fokus - Skizze eines gesellschaftstheoretisch inspirierten Forschungskonzepts*. Transcript Verlag, Bielefeld.
- Huneke, M., Haustein, S. (2007): *Einstellungsbasierte Mobilitätstypen: Eine integrative Anwendung von multivariaten und inhaltsanalytischen Methoden der empirischen Sozialforschung zur Identifikation von Zielgruppen für eine nachhaltige Mobilität*. In: *Umweltpsychologie*, 11. Jg., Heft 2, 38-68.
- IASS (Institute for Advanced Sustainability Studies) (2016): *Die nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) - Das IASS unterstützt mit seiner Forschung den Weg zur 2030 Agenda für nachhaltige Entwicklung*. <http://www.iass-potsdam.de/de/content/die-nachhaltigen-entwicklungsziele-sdgs> (07.06.2016).
- Irwin, T. (2015): *Transition Design: A Proposal for a New Area of Design, Practice, Study and Research*. *Design and Culture Journal*.
- ISOE - Institut für sozial-ökologische Forschung GmbH, Ökoinstitut e.V. (2002): *Mobilitätsstile in der Freizeit*. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-k/k2293.pdf> (09.09.2013).
- ISO (2006a): *DIN EN ISO 14040:2006 Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework*. International Organization for Standardization.
- ISO (2006b): *DIN EN ISO 14044:2006 Environmental management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines*. International Organization for Standardization.
- Iwaniec, D.M.; Childers, D.L.; VanLehn, K.; Wiek, A. (2014): *Studying, Teaching and Applying Sustainability Visions Using Systems Modeling*, in: *Sustainability* 2014, 6(7), 4452-4469; doi: 10.3390/su6074452.
- Jacob, K.; Graaf, L.; Werland, S. (2016): *Policy Paper 10: Handlungsbedarfe und Optionen für eine innovationsorientierte Ressourcenpolitik in planetaren Grenzen*.
- Kuhndt, M., von Geibler, J., & Herrndorf, M. (2006): *Assessing the ICT sector contribution to the millennium development goals: status quo analysis of sustainability information for the ICT sector (No. 3)*. Wuppertal Report, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.
- Kristof, K. (2010): *Models of Change: Einführung und Verbreitung sozialer Innovationen und gesellschaftlicher Veränderungen in transdisziplinärer Perspektive*, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.
- Laschke, M., Hassenzahl, M., Diefenbach, S. (2011) *Things with attitude: Transformational Products*. Create'11 Conference, 1–2.
- Lehmann, A. (2013): *Lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeitsanalyse von Technologien*. TU Berlin.

- Leimeister, M. (2010): Kollektive Intelligenz, in: Wirtschaftsinformatik, Vol. 52, Heft 4, S. 239 – 242.
- Liedtke, C.; Baedeker, C.; Kühlert, M. (2016): Transitiondesign Gestalten für das Heute und Morgen – ein Guide für Entwickler und Designer in Unternehmen. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Wuppertal Spezial (in press).
- Liedtke, C., Ameli, N., Buhl, J., Oettershagen, P., Pears, T., & Abbis, P. (2013a): Wuppertal Institute Designguide (Bd. 46). Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH.
- Liedtke, C. ; Buhl, J. ; Ameli, N. (2013b): Designing value through less by integrating sustainability strategies into lifestyles. In: International journal of sustainable design, Online First, 14 S.
- Liedtke, C., Baedeker, C., Hasselkuß, M., Rohn, H., Grinewitschus, V., (2015): User-integrated innovation in Sustainable LivingLabs: an experimental infrastructure for researching and developing sustainable product service systems. Journal of Cleaner Production, 97, 106–116.
- Mankins, J. C. (1995). Technology readiness levels. White Paper, April, 6.
- Liedtke, C., Bienge, K., Wiesen, K., Teubler, J., Greiff, K., Lettenmeier, M., & Rohn, H. (2014): Resource Use in the Production and Consumption System - The MIPS Approach. Resources, 3, 544–574. <http://doi.org/10.3390/resources3030544>.
- Lühring, N. (2006): Koordination von Innovationsprojekten, Hamburg-Harburg.
- Lukas, M., Liedtke, C., Baedeker, C., Welfens, J. (2014): Suffizienz als Anknüpfungspunkt für ein nachhaltiges Handeln des verletzlichen Verbrauchers. Wuppertal Institut.
- Mankins, J.C. (2009): Technology Readiness Assessments: A Retrospective, in: Acta Astronautica 65(9-10): 1216–1223, 2009.
- Mankins J. C. (1995): Technologie Readiness Levels - A White Paper April 6, 1995. Advanced Concepts Office Office of Space Access and Technology NASA. <https://www.hq.nasa.gov/office/codeq/trl/trl.pdf> (06.06.2016).
- Masseck, T., (2015): Teaching Sustainability – Living Labs in Architecture – A Framework proposal for Living Lab eco-system for teaching, research and innovation in the field of sustainable architecture and ESD in higher education. Specific case study: Living Lab LOW3 (UPS – BarcelonaTech).
- Meurer, J., Erdmann, L., Geibler, J.v., Echternacht, L. (2015): Arbeitsdefinition und Kategorisierung von Living Labs. Arbeitspapier im Arbeitspaket 1 (AP 1.1c) des INNOLAB Projekts. Universität Siegen Wirtschaftsinformatik und Neue Medien, Siegen.
- Mankins, J. C. (2009). Technology readiness assessments: A retrospective. Acta Astronautica, 65(9), 1216-1223.
- Nakamura, H., Kajikawa, Y., & Suzuki, S. (2013): Multi-level perspectives with technology readiness measures for aviation innovation. Sustainability science, 8(1), 87-101.
- Nestlé (2015): Klare Trends für 2030: Die Nestlé Zukunftsstudie im Überblick. <http://www.nestle.de/zukunftsstudie/uebersicht> (02.07.15).
- Nestlé Studie (2009): So isst Deutschland - Ein Spiegel der Gesellschaft. http://www.nestle.de/asset-library/documents/medien/broschueren/unternehmen/so_isst_deutschland_nestle_studie_2009.pdf (14.03.2016).
- Noé, M. (2013): Innovation 2.0. – Unternehmenserfolg durch intelligentes und effizientes Innovieren. Springer-Gabler Verlag, Wiesbaden.

- Osterwalder A., Pigneur Y., Clark T. (2010): *Business Model Generation*. Hoboken, NJ:Wiley.
- Paech, N. (2005): Nachhaltigkeit als marktliche und kulturelle Herausforderung. In: Fichter et al. (Eds.): *Nachhaltige Zukunftsmärkte*. Marburg, Metropolis. pp. 51–88.
- Reichwald, R., Piller, F. (2006): *Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung*. Wiesbaden: Gabler. http://downloads.mass-customization.de/iws/Reichwald-Piller_IWS-2009_Auszug_2auflage.pdf (31.05.2016).
- Rheingold Salon (2012): *Vernunft und Versuchung - Ernährungstypen und -trends in Deutschland*.
- Ritt, T. (2002): *Soziale Nachhaltigkeit: von der Umweltpolitik zur Nachhaltigkeit?* Bundeskammer für Arbeiter u. Angestellte.
- Rivera, M. B., Håkansson, C., Svenfelt, Å., & Finnveden, G. (2014): Including second order effects in environmental assessments of ICT. *Environmental Modelling & Software*, 56, 105-115.
- Rüggeberg, H., & Burmeister, K. (2008): *Innovationsprozesse in kleinen und mittleren Unternehmen*. Working Papers of the Institute of Management Berlin at the Berlin School of Economics (FHW Berlin). Abgerufen von <http://www.econstor.eu/handle/10419/74333>.
- Santarius, T. (2012): *Der Rebound-Effekt: Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz. Impulse zur Wachstumswende 5*. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.
- Schmeisser, W. (2010): *Technologiemanagement und Innovationserfolgsrechnung*, Oldenburg.
- Schmidt-Bleek, F. (1998): *MAIA : Einführung in die Material -Intensitäts-Analyse nach dem MIPS -Konzept*. Basel: Birkhäuser.
- Schmidt-Bleek, F.; Tischner, U. (1995): *Produktentwicklung, Nutzen gestalten - Natur schonen*, Wirtschaftskammer Österreich, WIFI Broschüre No 270, Wien.
- Schmidt, I., & Seele, P. (2012). *Konsumentenverantwortung in der Wirtschaftsethik* Ein Beitrag aus Sicht der Lebensstilforschung/Consumer responsibility in business ethics. A lifestyle centered approach*. *Zeitschrift für Wirtschafts-und Unternehmensethik*, 13(2), 169.
- Schneidewind, U., Scheck, H. (2014): *Die Stadt als Reallabor für System-Innovationen*. In: Rückert-John, J. (Hg.): *Soziale Innovation und Nachhaltigkeit. Perspektiven sozialen Wandels*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 229–248.
- Scholl, W., Schmelzer, F., Kunert, S., Bedenk, S., Hüttner, J., Pullen, J., & Tirre, S. (2014): *Mut zu Innovationen*. Berlin Heidelberg: Springer Gabler. Abgerufen von <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-40227-2.pdf> (31.05.2016).
- Schridde, S. (2015): *Basisstudie Geplante Obsoleszenz*. Arbeitspapier im Arbeitspaket 1 (AP 1.2b) des INNOLAB Projekts. ARGE REGIO Stadt- und Regionalentwicklung GmbH, Berlin.
- SDG-Compass (2015): *Inventory of Business Indicators*. <http://sdgcompass.org/business-indicators> (14.07.2016).
- Seibt, A. (2015): *Lobbying für erneuerbare Energien. Das Public-Affairs-Management von Wirtschaftsverbänden während der Gesetzgebung*. Springer Verlagsgesellschaft, Köln.
- Sommer, B.; Welzer, H. (2014): *Transformationsdesign. Wege in eine zukunftsfähige Moderne*. Oekom Verlag, München.

- Stieß, I., Hayn, D. (ISOE) (2005): Ernährungswende - Ernährungsstile im Alltag. Ergebnisse einer repräsentativen Untersuchung.
- Surowiecki, J. (2004): *The Wisdom of Crowds: Why the Many Are Smarter Than the Few and How Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies and Nations*, Little, Brown, London.
- Talwar, S. Wiek, A. and Robinson, J., (2011): User engagement in sustainability research. In: *Science and Public Policy*, 38 (5), pp. 379-390.
- Teufel, B., Erdmann, L. (2015): Akteurs- und Netzwerkanalyse. Arbeitspapier im Arbeitspaket 1 (AP 1.3) des INNOLAB Projekts. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe.
- Thom, N. (1980): *Grundlagen des betrieblichen Innovationsmanagements*, 2. Aufl., Königstein/Ts., Hanstein.
- Trommsdorff, V.(Hrsg.) (1995): *Fallstudien zum Innovationsmarketing*, Vahlen Verlag, München.
- Ullman, D. G. (1997): *The Mechanical Design Process*. 2nd ed. New York, USA: McGraw-Hill.
- UNEP/SETAC Life Cycle Initiative (2009): *Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products. Social and socio-economic LCA guidelines complementing environmental LCA and Life cycle Costing, contributing to the full assessment of goods and services within the context of sustainable development*. Paris: UNEP.
- UN (2015): *Resolution: Transforming our world the 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> (31.05.2016).
- Vajna, S (2014) (Hrsg.): *Integrated Design Engineering Ein interdisziplinäres Modell für die ganzheitliche Produktentwicklung*, Springer Vieweg, Magdeburg.
- Van de Ven, A., Polley, D., Garud, R., Venkataraman, S (2008): *The innovation journey*, Oxford University Press, New York.
- Verworn, B., Herstatt, C. (2000): *Modelle des Innovationsprozesses*. Working Papers/Technologie-und Innovationsmanagement, Technische Universität Hamburg-Harburg. Abgerufen von <http://www.econstor.eu/handle/10419/55484> (31.05.2016).
- VDID – Verband Deutscher Industriedesigner (2012): *VDID Codex der Industriedesigner*. <http://www.vdid.de/positionen/berufscodex.php> (19.05.2016).
- VDI Technologiezentrum GmbH (2015): *Gesellschaftliche Veränderungen 2030. Ergebnisband 1 zur Suchphase von BMBF-Foresight Zyklus II*. Düsseldorf.
- von Hippel, Eric (1986): *Lead Users: A Source of Novel Product Concepts*, in: *Management Science* 32, no. 7 (July): 791-805.
- Weiner, N. (2010): *Business Models in the Internet of Services: Trends and developments on the German IT-sector*. Fraunhofer IAO, Berlin. http://wiki.iao.fraunhofer.de/index.php/Business_Models_in_the_Internet_of_Services:_Trends_and_developments_on_the_German_IT-sector (25.05.2016).
- WGBU (2011): *Globale Megatrends. Factsheet Nr. 3/11*. http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/factsheets/fs2011-fs3/wbgu_fs3_2011.pdf (18.05.2016).
- Wonneberger, E. (2015): *Generationsübergreifendes Wohnen in Gemeinschaften. Neue Wohnformen*, 9-72.

Wuppertal Institut (2016): Projekt zur Errichtung eines Virtuellen Instituts "Transformation - Energiewende NRW", gefördert vom Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH. <http://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/478/> (29.06.2016).