

Gestaltung einer intermodalen und ressourcenschonenden Mobilitäts-App im Alter mit dem Living Lab Ansatz

Arbeitspapier im Arbeitspaket 5 (AP 5.4)

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

**Johanna Meurer (Universität Siegen),
Justus von Geibler, Karin Stadler (Wuppertal Institut),
Hartmut Koch, Günter Rudigier (infoware GmbH)**

Unter Mitarbeit von: Lorenz Erdmann (Fraunhofer ISI),
Monika Wirges (Wuppertal Institut), Dennis Lawo und Lukas Janßen
(Universität Siegen)

Siegen, März 2017

INNOLAB

Kontakt zu den AutorInnen:

Johanna Meurer
Universität Siegen, Wirtschaftsinformatik und Neue Medien
Kohlbettstraße 15, 57068 Siegen
Tel.: +49 (0) 271 740 4129
E-Mail: johanna.meurer@uni-siegen.de

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:

Meurer, J. / Geibler, J.v. / Stadler, K. / Koch, H. / Rudigier, G. (2017): Gestaltung einer intermodalen und ressourcenschonenden Mobilitäts-App im Alter mit dem Living Lab Ansatz. Arbeitspapier im Arbeitspaket 5 (AS 5.4) des INNOLAB Projekts. Universität Siegen, Siegen.

Das Projekt INNOLAB wird im Rahmen der sozial-ökologischen Forschung zum Themenschwerpunkt „Nachhaltiges Wirtschaften“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01UT1418A-D gefördert und vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) als Projektträger begleitet.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	II
Tabellenverzeichnis.....	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
Zusammenfassung.....	1
1 Einleitung	3
1.1 Thema und Ziel des Praxisprojektes.....	3
1.2 Projekthintergrund.....	4
1.3 Aufbau des Berichts.....	5
2 Forschungsstand im Handlungsfeld	6
2.1 Eco-Feedback im Mobilitätskontext	6
2.2 Bewertung der Ressourceneffizienz von Mobilität	8
3 Methodischer Ansatz im Living Lab	12
3.1 Living Lab Ansatz, Setting und beteiligte Nutzer	12
3.2 Methodisches Vorgehen zur Nutzerintegration	13
3.3 Methodisches Vorgehen zur Nachhaltigkeitsbewertung	16
4 Ergebnisse	18
4.1 Ergebnisse der Kontextstudie	18
4.2 Assistenzsystem und Prototypentwicklung	20
4.2.1 Fahrtenbuch-Editor.....	20
4.2.2 Visualisierung des Eco-Feedbacks	21
4.3 Ergebnisse der Evaluations- und Aneignungsuntersuchung	23
4.4 Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung.....	26
5 Erfahrungen zum Living Lab-Ansatz und zu den genutzten Methoden	29
5.1 Methodennutzung in der Praxis	29
5.2 SWOT Analyse zur Umsetzung des Living Lab Ansatzes	30
6 Fazit und Ausblick.....	32
7 Literatur.....	33

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Akteursbeteiligung im Entwicklungsprozesses im Verlauf.....	2
Abb. 2	Ressourcenverbrauch und Treibhausgasemissionen der verschiedenen Verkehrsmittel pro zurückgelegtem km.	11
Abb. 3	Einordnung des eigenen Ansatzes in die Living Lab-Typologie.	12
Abb. 4	Verwendete Materialien zur Exploration situierter Mobilitätspraktiken.	14
Abb. 5	Co-Design Nutzer-Workshop mit Nutzern.	15
Abb. 6	Nutzer-Interviews und Usability-Testing.	16
Abb. 7	Das Fahrtenbuch zum Verifizieren und Editieren von Routen und Verkehrsmodi.	20
Abb. 8	Die drei Screenshots zeigen drei verschiedene Vergleichswerte an.	21
Abb. 9	Ergebnisse des SDG-Check Stufe 1 im AP5.	26
Abb. 10	Ergebnisse des SDG-Check Stufe 2 im AP5.	27

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Material und Carbon Footprint zu den auf der Sehrmobil-Plattform bereits integrierten Mobilitätsmodi.	9
Tab. 2	Material und Carbon Footprint zu Mitfahrgelegenheiten - differenziert nach Anzahl der Mitfahrer.	10
Tab. 3	Living Lab Ansatz und seine Stärken und Schwächen, Chancen und Risiken im Praxisprojekt	31

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AP	Arbeitspaket
AS	Arbeitsschritt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
FuI	Forschung und Innovation
LL	Living Lab
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
MF	Material Footprint
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Tab.	Tabelle

Zusammenfassung

Das Ziel des Arbeitspaktes (AP5) ist die Entwicklung eines Assistenzsystems zur Unterstützung nachhaltiger Mobilität im Alter. Das übergeordnete Ziel ist die Demonstration des Living Lab-Potentials über Co-Creation, Prototyping und Anwendungsszenarien für umwelt- und ressourcenoptimierte Mobilitätskonzepte älterer Menschen im städtischen und ländlichen Raum.

Im Rahmen der PRAXLABS der Universität Siegen wurden umweltrelevante Anforderungen an die Mobilität im Alter erforscht und prototypisch in die bestehende Mobilitätsplattform Sehrmobil implementiert sowie dessen Aneignung untersucht. Der Ansatz der Living Labs erlaubt es eine Nutzergruppe¹ bestehend aus 15 älteren Personen in den gesamten Innovations- und Entwicklungsprozess einzubinden, gemeinsam mit Forschern und Entwicklern der Industrie (KMU). Die zentrale Forschungsfrage bezieht sich auf die nachhaltige Innovationsentwicklung in Living Labs am Beispiel von Mobilitätsdienstleistungen für die alternde Gesellschaft. Spezifische Fragestellungen sind:

- Wie können Features zur Ressourcenoptimierung, z.B. die Visualisierung von Umweltinformationen, in der Sehrmobil Plattform integriert werden?
- Wie werden mögliche Features akzeptiert und wie beeinflussen diese das Verhalten der Nutzer?
- Wie müssen Forschungs- und Entwicklungsprozesse gestaltet sein, um erfolgreiche Innovationen und erfolgreiche Diffusionsprozesse hervorzubringen? Wie muss der methodische Ansatz konzipiert sein, damit er eine Übertragbarkeit auf andere Mobilitätszenarios gewährleistet? Welchen Einfluss haben die verschiedenen Rollen der einzelnen Stakeholder im Innovationskonzept Living Lab und welchen Einfluss hat die Art und Weise der Einbindung der Nutzer auf diesen Prozess?

In diesem AP wurde auf den Forschungsarbeiten der PRAXLABS im Projekt SehrMobil100 aufgebaut, die sich durch einen iterativen Entwicklungsprozess mit kontinuierlicher Beteiligung einer gleichbleibenden Nutzergruppe charakterisieren lassen. Insbesondere die Exploration von Nutzerpraktiken und die Evaluation, bzw. die Aneignung der prototypischen Entwicklungen zeichnen sich durch die Integration und Verknüpfung des Forschungsprojekts mit der Alltagspraxis der Nutzer und ihren Umweltauswirkungen aus. Gemäß der Ergebnisse aus AP 2 wurden folgende Methoden eingesetzt, die den Phasen des Entwicklungsprozesses wie in Abb. 1 dargestellt, zugeordnet werden können:

- Kontext-Studie: Qualitative Interviews zur Exploration des Nutzerkontextes (aufbauend auf bereits gewonnen Erkenntnissen aus dem Projekt) und abschließender Evaluation;

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesem Bericht auf die explizite Verwendung der weiblichen Form verzichtet aber unter beständig unter dem Begriff der Nutzer in seiner Verwendung als Plural mitgedacht.

- Co-Kreation: Experteninterviews mit Nachhaltigkeits- und Mobilitätsexperten und Participatory Design-Workshops mit den Nutzern;
- Entwicklung: Realisierung des Designs
- Evaluation: Usability-Studie des Nutzerverständnisses und der Funktionalität
- Aneignungsstudie: Interviewstudie nach Feldtest

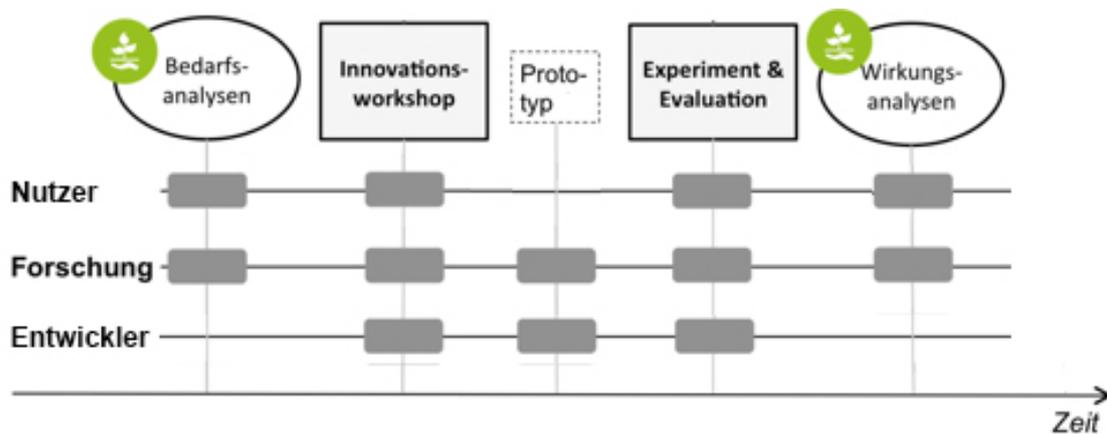


Abb. 1 Akteursbeteiligung im Verlauf der Entwicklungsprozesse.

1 Einleitung

Im Folgenden werden das Thema und Ziel des Berichtes, der Projekthintergrund sowie der Aufbau des Berichts dargestellt.

1.1 Thema und Ziel des Praxisprojektes

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, Steffen, Noone, Persson, & Chapin, 2009) von verschiedenen Akteuren gefordert werden (Jacob, Graaf, Werland, & Langsdorf, 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.

In insgesamt drei Praxisprojekten des INNOLAB Projektes wurden die Umsetzung und Effekte von Nachhaltigkeitsinnovationen in Living Labs in den für nachhaltige Konsummuster relevanten Handlungsfeldern Wohnen, Einzelhandel und Mobilität demonstriert. Mobilität ist ein zentrales Handlungsfeld, da unsere Gesellschaft auf die Nutzung verschiedener Transportdienste angewiesen ist, unabhängig davon, ob es sich um private Fahrzeuge oder öffentliche Verkehrsmittel handelt. Die Verfügbarkeit von Mobilitätsressourcen ist eine basale Voraussetzung um die Dinge des täglichen Bedarfs zu erledigen, Besorgungen zu unternehmen, notwendige Termine wahr zu nehmen und damit auch eine wesentliche Grundlage, um aktiv am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen. Gleichzeitig ist Mobilität, so wie sie in der heutigen Zeit statt findet, ein ressourcenintensives und eines der umweltbelastendsten Handlungsfelder in Deutschland und Europa - obwohl sich insbesondere im Bereich der privaten Mobilität große Einsparpotentiale ausmachen lassen (vgl. Lettenmeier et al. 2014; Watson et al. 2013). Erste positive Erfahrungen zur Entwicklung innovativer Mobilitätssysteme im Living Lab konnten bereits in der Studie von Holleis et al. 2012 gesammelt werden, doch ist bislang eine systematische Reflexion des Living Lab-Ansatzes ausgeblieben.

Bedingt durch den demographischen Wandel gewinnen zunehmend Fragestellungen im Hinblick auf die Bedürfnisse der wachsenden älteren Bevölkerung an Relevanz. Bis 2025 wird sich die Zahl der Menschen mit einem Alter über 65 Jahren in den westlichen Gesellschaften mehr als verdoppeln, so dass fast jede vierte Person über 65 Jahre alt sein wird. Diese Entwicklung erfordert auch neue Mobilitätslösungen,

welche die Bedürfnisse älterer Menschen, die oft einen limitierten Zugang zu Mobilitätsressourcen haben, angemessen aufgreift.

Zur Adressierung dieser Herausforderungen und Erforschung gesellschaftlicher Innovationsprozesse wird im Praxisprojekt „Intermodale Mobilität im Alter“ im Rahmen von INNOLAB auf Vorarbeiten des Forschungsprojekts „Sehr-Mobil100“ aufgebaut (Meurer et al. 2013; Meurer et al. 2014). Dabei wurde in der Modellregion Siegen-Wittgenstein (Stadt und Kreis) mit Hilfe des Living Lab Ansatzes eine internetbasierte, generationengerechte, multimodale Mobilitätsplattform entwickelt (Stein et al. 2017). Die entwickelte Plattform macht auf Mobilitäts- und Serviceangebote sowie auf vorhandene Unterstützungsangebote vor Ort aufmerksam und adressiert eine generationenübergreifende Interaktion. Übergeordnetes Ziel ist die Entwicklung einer multimodalen Mobilitätsplattform für nahtlose Mobilitätsketten im städtischen und ländlichen Raum durch die Bereitstellung öffentlicher und privater (Mitfahr-) Angebote. Integriert sind Schnittstellen zu Daten der Deutschen Bahn, des lokalen Verkehrsbetriebs Westfalen Süd (VWS), ausgewählter Taxiunternehmen und Fahrdienste des DRK sowie die Nutzung von Fuß- und Fahrradwegen. Darüber hinaus haben Nutzer die Möglichkeit, private Mitfahrten einzustellen und als Mobilitätsressource zur Verfügung zu stellen. Die Plattform ist über Smartphone und PC/Laptop erreichbar (<http://portal.sehr-mobil.de/sehrmobil/>) und seit August 2014 öffentlich zugänglich.

In diesem Praxisprojekt wurde ein Eco-Feedback System für die Sehmobil Plattform entwickelt, das die ökologische Nachhaltigkeit von Mobilität visualisiert. Es wurden hierzu zunächst die Anforderungen an das Assistenzsystem durch Nutzerinterviews und einen Nutzerworkshop erhoben (AS 5.1). Im Anschluss daran wurden die Daten zum Ressourcenverbrauch von Mobilitätsdienstleistungen im Zuge eines Expertenworkshops analysiert (AS 5.2). Dabei stand vor allem die Frage, wie Umweltinformationen zur nachhaltigen Ressourcenoptimierung angemessen genutzt und visualisiert werden können, im Zentrum. Anschließend sind die Konzepte prototypisch umgesetzt worden (AS 5.3) und der finale Prototyp im Mobilitätsalltag der beteiligten Nutzer über einen Zeitraum von einem Monat getestet. In diesem Bericht sind die Ergebnisse dieser Untersuchung sowie die Lernprozesse des Living Lab Ansatzes dokumentiert.

1.2 Projekthintergrund

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

Ziel des Projektes ist die Untersuchung der Nutzung von Living Labs in der Green Economy. Im INNOLAB-Projekt werden Assistenzsysteme, für eine verbesserte Mensch-Technik-Interaktion, in drei den 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 Saarbrücken und den PRAXLABS in Siegen) entwickeln und testen Unternehmen und Forschungseinrichtungen neue Produkte und Dienstleistungen unter besonderem Einbezug der Nutzer. Dieser Ansatz ermöglicht eine frühzeitige Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in die Innovationsprozesse. Über die Entwicklung von Assistenzsystemen hinaus, erweitern die Projektpartner das nationale und internationale Netzwerk 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 mit dem 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 und infoware GmbH – durchgeführt.

1.3 Aufbau des Berichts

Dieser Bericht ist wie folgt gegliedert: Nach der Einleitung folgt in Kapitel 2 die Beschreibung des Forschungsstands zu Eco-Feedback Systemen im Mobilitätskontext und die Beschreibung geeigneter Methoden zur Messung der Ressourceneffizienz im Mobilitätskontext.

In Kapitel 3 werden der methodische Ansatz im Living Lab und der weitere Forschungskontext in den dieses Arbeitspaket eingebettet ist, beschrieben. Dazu werden der Living Lab-Ansatz und das Forschungsparadigma genauer dargelegt sowie eine detaillierte Beschreibung des Settings und der Teilnehmer gegeben. Darüber hinaus werden die gewählten Methoden und ihre Umsetzung zur Nutzerintegration und Nachhaltigkeitsbewertung detailliert dargelegt.

In den Kapiteln 4, 5 und 6 werden die Ergebnisse detailliert dargelegt. Dabei sind in Kapitel 4 - basierend auf der Kontextstudie - die wesentlichen Ergebnisse für das anschließende Prototyping dargelegt. In Kapitel 5 wird die Prototypenentwicklung des Eco-Feedback Systems näher erläutert und das Eco-Feedback System vorgestellt. Im Einzelnen umfasst dies die Komponenten des Fahrtenbuch-Editors und des Visualisierungskonzept. In Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Nutzungsevaluation, sowie eine vier wöchige Aneignungsstudie des Mobilitätsalltags der 15 Nutzer vorgestellt sowie die Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung.

Anschließend werden in Kapitel 7 die Erfahrungen zum Living Lab-Ansatz und der genutzten Methoden diskutiert sowie eine SWOT Analyse zur Umsetzung des Living Lab Ansatzes durchgeführt. Der Bericht schließt mit Schlussbetrachtungen in Kapitel 8.

2 Forschungsstand im Handlungsfeld

In der Literatur haben sich vor allem Eco-Feedback-Ansätze im Zusammenhang mit multimodalen Mobilitätskonzepten durchgesetzt. Diese haben zum Ziel eine umweltfreundliche Mobilität zu fördern. Folgend wird der Forschungsstand kritisch zu verschiedenen Eco-Feedback Ansätzen in der Literatur erläutert, um die eigene Perspektive zu schärfen. Weiter werden die angewandten Bewertungskonzepte einer ressourcenschonenden und nachhaltigen Mobilität dargelegt.

2.1 Eco-Feedback im Mobilitätskontext

Eco-Feedback ist eine Methode mit dem Ziel, durch gezieltes Feedback zum menschlichen Verhalten negative Umwelteinflüsse zu verringern (vgl. Froehlich et al. 2010). Dies geschieht in der Regel über Informationen zum Ressourcenverbrauch (wie zum Beispiel dem Energieverbrauch) oder zu Umweltschäden, bzw. - Verschmutzungen (wie zum Beispiel dem CO₂-Austoß). Eco-Feedback Systeme sollen Nutzer auf diese aufmerksam machen und Anreize für ein umweltschonenderes Verhalten bieten. Das Feedback basiert meist auf Theorien, welche von einem rational handelnden Akteur ausgehen, der sein eigenes Verhalten auf der Basis von Informationen und Anreizstrukturen gezielt anpasst oder verändert (vgl. Strengers 2011). Im Kontext der nachhaltigen Mobilität wurden insbesondere vier verschiedene Eco-Feedback Ansätze identifiziert, namentlich der „Awareness-“, der „Emotionale-“, der „Sozial-normative-“, und der „Gamification“- Ansatz. Diese werden im Folgenden kurz erläutert:

Der „Emotionale Ansatz“ bildete die Grundlage für eine der frühesten Studien aus dem Jahr 2009. Dabei wurde das Schicksal eines virtuellen Polarbären auf seiner Eisscholle an das individuelle Verhalten des Nutzers gekoppelt. Abhängig von dessen Ressourcenverbrauch schmolz oder wuchs die Eisscholle (vgl. Froehlich et al. 2009). Typisch für diesen Ansatz ist es, ikonische Symbole des Klimawandels einzusetzen, wie die schmelzende Eisscholle, einen Baum oder eine Blume, die entweder blüht oder welkt - je nach dem, ob das Verhalten als umweltfreundlich oder schädlich eingestuft wird. Die Intention ist es, durch die genutzten Symbole jeweils positive oder negative emotionale Reaktionen hervorzurufen.

Der „Gamification-Ansatz“ zielt darauf ab, Nutzer durch spielerische Anreize für ein nachhaltigeres Verhalten zu motivieren. Ein Beispiel hierfür ist die mobile Anwendung EcoPath (vgl. Ross et al. 2010). Diese erlaubt es Nutzern, Wege, die zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden, als nachhaltig zu bewerten und manuell zu „tracken“. Des Weiteren können Nutzer mit Freunden um abgesteckte Gebiete auf der Karte konkurrieren. Für eine langfristige Motivation verknüpft die Folgeversion „Green Daily Guide“ das Sammeln „grüner Wege“ mit Punkten, die zum Aufbau einer virtuellen Insel genutzt werden können (vgl. Bliznyuk 2011).

Der „Sozial-normative Ansatz“ ähnelt dem Gamification-Ansatz in vielerlei Hinsicht. Er basiert auf dem Feedback in Form von Rankings oder anderen Formen des Vergleichs in einem bestimmten sozialen Kontext. Diese Rankings sind oftmals in sozialen Netzwerken, wie zum Beispiel Facebook eingebettet. Ein anschauliches Beispiel für vielseitige personalisierte Herausforderungen ist beispielsweise der Prototyp MatkaHupi (vgl. Jylhä et al., 2013). Dieser hat zum Ziel, den Nutzer durch automatisch aufgezeichneten Route alternative Reiseoptionen mit nachhaltigeren Verkehrsmodi zu suchen und adressiert diese als Challenges an die Nutzer. Allerdings fehlt zu diesem System eine detailliertere Beschreibung (vgl. Bie et al. 2012).

„Awareness-Ansätze“ aus dem Mobilitätskontext lenken die Aufmerksamkeit der Nutzer meist auf die CO₂-Emissionen, die mithilfe von Statistiken und Infografiken dargestellt werden (vgl. Spagnoli et al. 2011). So zeigt der Quantified Traveler zurückgelegte Routen und die dazugehörigen Fahrmodi (Auto, Laufen, Fahrrad, Bus und Bahn) an (vgl. Jariyasunant et al. 2015). Die jeweiligen CO₂-Werte werden jeder Fahrt hinzugefügt und um die Anzeige von Kalorienverbrauch und Kosten der Reise erweitert. Dieses Konzept kommt dem eigenen Prototypen EcoMobil (der im Folgenden noch vorgestellt wird) sehr nahe, jedoch fehlt auch hier eine detaillierte Evaluation, wie sich die Umweltauswirkungen des Mobilitätsverhaltens auf das zukünftige Verhalten der Nutzer auswirkt.

Alle vier Eco-Feedback Ansätze zielen auf ein nachhaltigeres Mobilitätsverhalten ab. Obwohl die einzelnen Prototypen teilweise bereits sehr ausgereift sind, fehlen Informationen zu Evaluationsstudien, die Auskunft darüber geben könnten, inwiefern das Nutzerverhalten im realen Leben durch Eco-Feedback beeinflusst wird. Zudem beantworten die genannten Forschungsarbeiten nicht die Frage, welche Relevanz die vier verschiedenen Ansätze („Awareness-“, „Emotional-“, „Sozial-normativ-“ und „Gamification“) für eine nachhaltige Mobilität aufweisen. Es ermangelt vor allem einer dezidierten Auseinandersetzung, ob und warum einzelne Ansätze einen größeren Einfluss nehmen können als andere, sowie ob und wie die Ansätze für ein optimales Ergebnis arrangiert und kombiniert werden sollten.

Darüber hinaus werden Eco-Feedback Systeme dafür kritisiert, dass sie die Orientierung an Prinzipien der Nachhaltigkeit bei den Nutzern als angestrebtes Verhalten bereits voraussetzen (vgl. DiSalvo et al., 2010 und Brynjarsdottir et al. 2012). Diese als positivistisch charakterisierte Eigenschaft ignoriere individuelle Motivationen der Zielgruppe in Bezug auf die Ausübung ihrer Alltagsmobilität, die ebenso von vielen weiteren Faktoren abhängig sein kann; aber auch bestehende institutionelle, soziale, kulturelle Einflüsse und Zwänge werden bislang wenig beachtet (ibid.).

Die Argumentation von Pierce et al. (2012) geht noch einen Schritt weiter. Sie motivieren eine phänomenologische Perspektive, um aus der Sicht der Akteure besser verstehen zu können, wie Nachhaltigkeit im Alltag konstruiert und gedeutet wird. Auf unseren Anwendungsfall bezogen bedeutet dies nachhaltige Mobilität nicht einfach als abstrakten Wert vorauszusetzen, an dem die Akteure ihre Mobilität ausrichten, sondern nachzuvollziehen, wie nachhaltige Mobilität im Alltag in konkreten und unterschiedlichen Situationen ausgedeutet wird.

Pierce et al. (2012) beleuchten am Beispiel des häuslichen Energieverbrauchs das dieser nur schwer beschreibbar für die Nutzer ist und oft nur als abstrakter Wert adressiert wird. Sie argumentieren daher, dass Eco-Feedback Design zur Aufgabe haben sollte, um die Nutzung von ökologisch relevanten Ressourcen für den Endnutzer wieder greifbar und zu einem „sichtbaren“ Bestandteil in seinem Alltag zu machen. Nur dann können nach Pierce et al. (2012) Alltagserfahrungen mit Erfahrungen des Ressourcenverbrauchs verknüpft werden. Sie führen weiter aus, dass ein wesentliches Prinzip von Eco-Feedback darin bestehen sollte, ein Verständnis für Ressourcenverbräuche zu entwickeln und dieses mit dem eigenen Handeln in Verbindung zu setzen. Auf diese Weise bieten Pierce et al. mit ihrem phänomenologischen Ansatz einen interessanten und neuen Fokus für die Erforschung von Eco-Feedback, der in diesem Arbeitspaket zur Anwendung kommen soll.

Die Untersuchung von Ressourcenverbräuchen aus einer phänomenologischen Perspektive erscheint insbesondere deshalb als relevant für den Mobilitätskontext, weil wenig darüber bekannt ist, wie Nachhaltigkeit im Mobilitätsalltag wahrgenommen wird. Weder ist bislang hinreichend geklärt wie Verbräuche eingeschätzt werden, noch wie diese mit dem eigenen Verhalten zusammenfallen. Daher soll das Nutzerverständnis von und über nachhaltige Mobilität zunächst rekonstruiert werden, um darauf aufbauend ein angemessenes Eco-Feedback zu unterstützen.

Um die genannten Aspekte zu berücksichtigen, wird die phänomenologische Perspektive nach dem Vorbild der Studie von Schwartz et al. (2013) als Orientierung genutzt und im anschließenden Kapitel 3 näher erläutert. Zuvor werden im folgenden Abschnitt jedoch noch die zugrundeliegenden Überlegungen zur Bewertung zur Ressourceneffizienz im Mobilitätskontext vorgestellt.

2.2 Bewertung der Ressourceneffizienz von Mobilität

Zu den auf der Sehrmobil² Plattform bereits implementierten Mobilitätsdienstleistungen zählen der Fußweg, Mitfahrten, öffentliche Verkehrsmittel, Taxi und Behindertenfahrdienste. Die Mobilitäts-Plattform Sehrmobil unterscheidet bei öffentlichen Verkehrsmitteln zwischen Linienbus, Straßenbahn und Zug. Darüber hinaus bietet sie die Fahrten im privaten PKW sowie spezielle Mobilitätsservices wie Taxi oder andere Fahrdienste an. Für diese Modi wurden der Ressourcenbedarf MF (Material Footprint) sowie die Treibhausgasemission CO₂ (Carbon Footprint) für die zurückgelegten Kilometer als Vergleichswerte ermittelt und in den Berechnungsalgorithmus integriert. Die Angaben sind in Tab. 1 zusammengefasst.

² Siehe hierzu im Internet: <http://portal.sehr-mobil.de/sehrmobil/>.

Mobilitätsdienstleistung	Material Footprint	Carbon Footprint	Annahmen
Zu Fuß	0 kg/km	0 kg/km	Kein zusätzlicher Ressourcenaufwand für Zu-Fuß-Gehen
Mitfahrgelegenheit	0,37 kg/km	0,15 kg/km	PKW-Fahrt mit zwei Personen
Taxi	1,25 kg/km	0,46 kg/km	PKW-Fahrt mit einer Person; zusätzlich notwendige Anfahrt zum Kunden berücksichtigt
Behinderten-fahrdienst	1,28 kg/km	0,50 kg/km	wie Taxi, jedoch schwereres Fahrzeug
Linienbus	0,31 kg/km	0,10 kg/km	durchschnittlich 14 Passagiere
Straßenbahn	0,61 kg/km	0,08 kg/km	Verwendung des deutschen Strommix
Bahnfahrt	0,50 kg/km	0,06 kg/km	Verwendung des Bahnstrommix 2014

Tab. 1 Material und Carbon Footprint zu den auf der Sehmobil-Plattform bereits integrierten Mobilitätsmodi.

Für die Berechnung des Ressourcenbedarfs wurden insbesondere die im Folgenden skizzierten Annahmen zugrunde gelegt. Vor allem die Auslastung der Fahrzeuge, der verwendete Kraftstoff (Kraftstoff- oder Strom-Mix) sowie der Infrastrukturbedarf haben eine hohe Auswirkung auf die Ergebnisse.

Für die Fahrt im Linienbus und mit der Bahn wurden die in Ecoinvent³ hinterlegten Inventare und Berechnungsmethoden verwendet die sich auf die Schweiz beziehen. Da es mutmaßlich keine wesentlichen Unterschiede zwischen dem Betrieb eines Busses in der Schweiz und in Deutschland gibt, wird aufgrund ähnlicher kultureller, vegetativer und infrastrukturellen Voraussetzungen auf weitere Änderungen am Datensatz verzichtet.

Für die Fahrt mit der Straßenbahn wurde ebenfalls der Wert aus Ecoinvent für die Schweiz herangezogen; hier wurde jedoch der Strom-Mix an die Deutschen Verhältnisse angepasst, die durch einen höheren Anteil an Braun- und Steinkohle charakterisiert sind. Analog wurde für Fahrten mit dem Zug vorgegangen. Für diesen wurde der Bahnstrommix von 2014 verwendet. Auch für alle Fahrten mit dem PKW wurden die europäischen Datensätze aus Ecoinvent genutzt. Bei Mitfahrgelegenheiten spielt die Anzahl der Mitfahrer eine entscheidende Rolle da diese die Auslastung und damit den Ressourcenverbrauch sowie die Treibhausgasemissionen beeinflusst. In der folgenden Tab. 2 sind die Werte für bis zu vier Mitfahrer aufgeschlüsselt. Der Ressourcenbedarf pro Mitfahrer reduziert sich anteilig über die Anzahl, so dass dieser

³ Siehe hierzu die Quelle online im Internet: Ecoinvent V2.2 (<http://www.ecoinvent.org>).

von 0,73 kg/km bis 0,15 kg/km variieren kann. Für eine Fahrt mit dem PKW ohne Mitfahrer wurde der Wert auf eine Person pro Fahrt festgelegt.

Mobilitätsdienstleistung	Material Footprint	Carbon Footprint	Annahmen
Fahrt ohne Mitfahrer	0,74 kg/km	0,29 kg/km	PKW-Fahrt ohne Mitfahrer
Mitfahrgelegenheit – 1 Mitfahrer	0,37 kg/km	0,15 kg/km	PKW-Fahrt mit zwei Personen
Mitfahrgelegenheit – 2 Mitfahrer	0,24 kg/km	0,10 kg/km	PKW-Fahrt mit drei Personen
Mitfahrgelegenheit – 3 Mitfahrer	0,18 kg/km	0,07 kg/km	PKW-Fahrt mit vier Personen
Mitfahrgelegenheit – 4 Mitfahrer	0,15 kg/km	0,05 kg/km	PKW-Fahrt mit fünf Personen

Tab. 2 Material und Carbon Footprint zu Mitfahrgelegenheiten - differenziert nach Anzahl der Mitfahrer.

Bei Taxifahrten wurde berücksichtigt, dass Taxis durch die Anfahrt meist eine höhere Kilometerleistung erreichen und nur zu ca. 46 % der gefahrenen Kilometer von einem Fahrgast besetzt sind (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2015). Der Ressourcenverbrauch für eine Taxifahrt wurde darüber hinaus unter der Annahme berechnet, dass nur ein Fahrgast die Fahrt antritt. Die Behindertenfahrdienste wurden unter den gleichen Annahmen berechnet, wie eine Fahrt mit dem Taxi, jedoch wurde in der Auswertung die Nutzung eines größeren, schwereren Fahrzeugs berücksichtigt.

Für eine Fahrt mit dem Fahrrad werden in Ecoinvent sowohl der Herstellungsaufwand für das Fahrrad, als auch die Infrastruktur berücksichtigt. Einer Fahrt mit dem Fernbus wird in der gleichen Quelle jedoch ein sehr geringer Ressourcenbedarf zugerechnet. Dies liegt vor allem an der relativ hohen angenommenen Auslastungskapazität mit durchschnittlich 21 Passagieren.

Für zu Fuß zurückgelegte Strecken wird angenommen, dass kein zusätzlicher Ressourcenaufwand notwendig ist. Theoretisch könnte der Bedarf an Kleidung insbesondere an Schuhen, als auch der Bau von Fußgängerwegen dem zu-Fuß-gehen zugerechnet werden, dies würde jedoch kaum ins Gewicht fallen.

In der folgenden Abb. 2 findet sich ein Überblick über die berechneten Ressourcen- und Carbon Footprint-Werte in Prozent des höchsten Wertes für die ausgewählten Mobilitätsmodi.

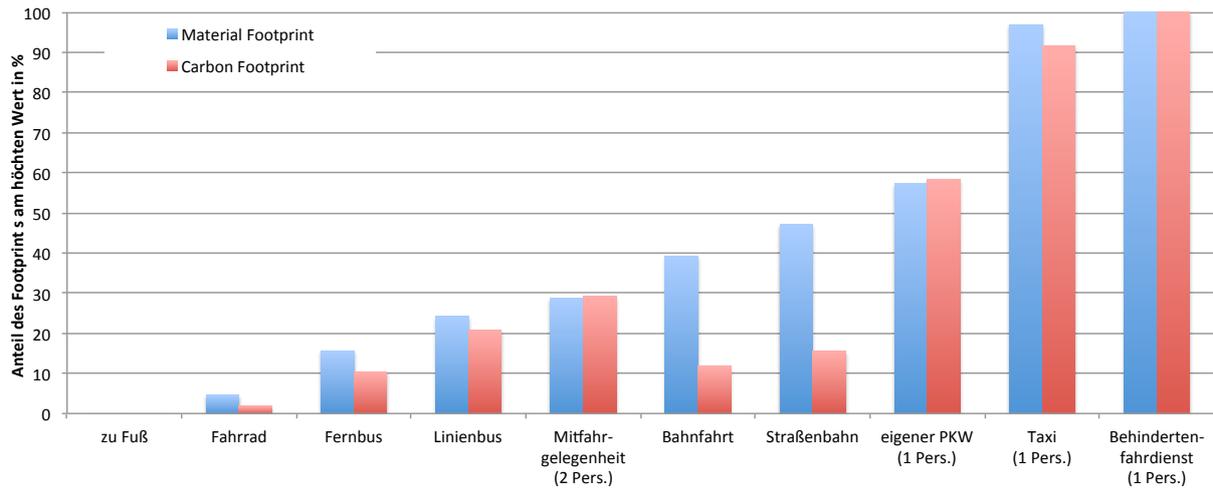


Abb. 2 Ressourcenverbrauch und Treibhausgasemissionen der verschiedenen Verkehrsmittel pro zurückgelegtem km.

Wie zu erkennen ist, unterscheiden sich der Material Footprint und Carbon Footprint vor allem in der Bewertung von elektrizitätsbetriebenen Verkehrsmitteln wie Straßen- und Eisenbahn. Dies liegt daran, dass durch die Nutzung von Elektrizität der Ausstoß von Treibhausgasen, vor allem während des Betriebs maßgeblich verringert wird. Auch sind für den Material Footprint der Herstellungsaufwand der Fahrzeuge sowie der Bau der Infrastruktur von höherer Bedeutung als dies beim Carbon Footprint der Fall ist. Darüber hinaus ist anzumerken, dass eine Verringerung des Ressourcenbedarfs für Bahnfahrten durch einen noch höheren Anteil an erneuerbaren Energien im Bahnstrommix zukünftig anzunehmen ist. So könnte der Ressourcenbedarf auch ohne eine Erhöhung der Auslastung der Bahn bei reiner Nutzung von Ökostrom ähnlich wie der bei der Nutzung eines Busses ausfallen.

Für alle Fahrzeuge gilt, dass die Auslastung eine wesentliche Rolle für die Auswirkung pro Fahrt und Person auf die Umwelt spielen. Da dies für die öffentlichen Verkehrsmittel nicht messbar ist, wurden hier die durchschnittlichen Werte aus Ecoinvent übernommen. Für Fahrten mit einem PKW soll der Nutzer selbst Angaben über die Anzahl der Mitfahrer machen können.

3 Methodischer Ansatz im Living Lab

Viele Innovationen mit hohen Nachhaltigkeitspotentialen scheitern an mangelnder Nutzerakzeptanz (Geibler, et al., 2013). Sie ist ein entscheidendes Kriterium für den nachhaltigen Einsatz und Nutzen von Innovationen. Um Nutzerakzeptanz und Anwendungskontext umfassend zu evaluieren, muss eine möglichst kontextsensitive Entwicklung in realen Nutzungssituationen angestrebt werden (Meurer et al., 2015). Living Labs bieten eine Forschungsplattform, die realweltliche Nutzungsprozesse abbilden und eine alltagsnahe Nutzungsevaluation ermöglichen können. Der Forschungs- und Entwicklungsansatz eignet sich daher besonders gut, um technische Assistenzsysteme in einem alltagsähnlichen Umfeld zu untersuchen. Im Folgenden wird das methodische Vorgehen zur Evaluation, Aneignung und Nachhaltigkeitsbewertung im Praxisprojekt „Intermodale Mobilität im Alter“ im Living Lab der PRAXLABS im Detail beschrieben. Dazu werden zunächst der Living Lab Ansatz und die Nutzergruppe vorgestellt. Im Anschluss folgt eine Beschreibung zum Vorgehen und der Nutzerintegration.

3.1 Living Lab Ansatz, Setting und beteiligte Nutzer

Ausgehend von den unterschiedlichen Ausprägungsformen eines Living Labs wie es im Arbeitsbericht von Meurer et al. (2015) beschrieben ist, findet die Entwicklung in AP 5 im realweltlichen Living Lab der Siegener PRAXLABS⁴ statt.

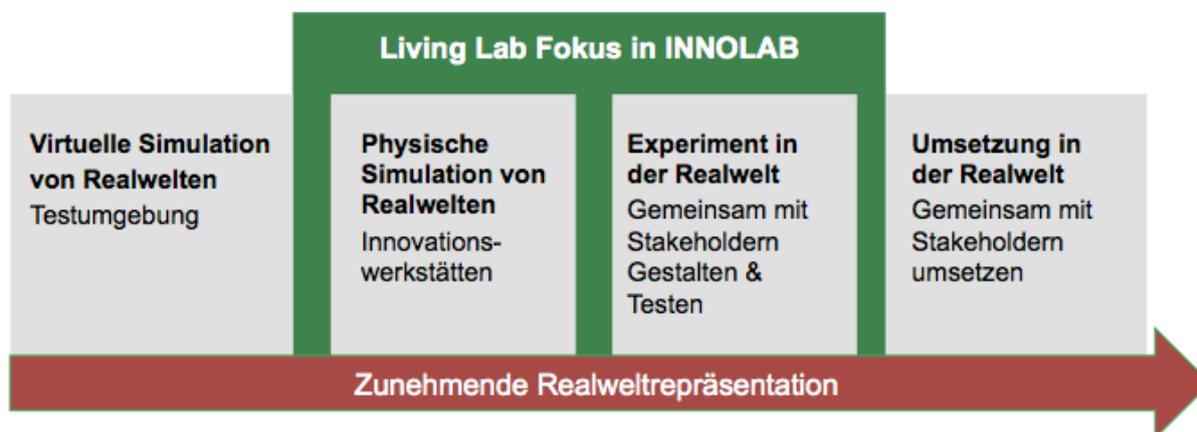


Abb. 3 Einordnung des eigenen Ansatzes in die Living Lab-Typologie.

Die PRAXLABS der Universität Siegen bestehen seit 2009 im Großraum Siegen-Wittgenstein und Dortmund (Nordrhein-Westfalen). Sie setzen sich aus unterschiedlichen Settings, wie z.B. dem häuslichen Umfeld, öffentlichen Orten der Alltagsbegegnung, virtuellen Communities und arbeitsweltlichen Umgebungen zusammen, in denen Forscher, Industrieunternehmen, öffentliche Institutionen und Nutzer gemein-

⁴ Siehe hierzu online im Internet: <https://praxlabs.de/>.

sam miteinander arbeiten und in verschiedenen Entwicklungs- und Gestaltungsstufen partizipieren können.

Die Besonderheit des realweltlichen Ansatzes (siehe hierzu auch Abb. 3) besteht in der engen Symbiose zwischen dem jeweiligen Anwendungsfeld, wie der Alltagsmobilität und der Nutzergruppe. Die Einbindung von Nutzern nimmt in diesem Zusammenhang einen besonderen Stellenwert ein, da diese aktiv an den verschiedenen Entwicklungsstufen von Beginn an beteiligt sind und kontinuierlich in die Entwicklungsarbeit in Langzeitstudien integriert werden.

In dieser Studie wurden 15 Senioren als Nutzergruppe ausgewählt. Das Durchschnittsalter liegt bei 65, wobei die Probanden zwischen 61 und 82 Jahren alt sind. Die Nutzer verfügten zum Zeitpunkt der Studie bereits allesamt über ein modernes Internet-fähiges Smartphone und solide technische Grundkenntnisse die sie bereits im Vorläuferprojekt „Sehr-Mobil100“ erlangt haben. Die Nutzergruppe besteht sowohl aus weiblichen und männlichen Teilnehmern, die aus einem städtisch fragmentierten Raum in West Deutschland kommen. Die meisten Nutzer verfügen über Ihr eigenes Auto mit Ausnahme einer älteren Frau, die vornehmlich den öffentlichen Nahverkehr nutzt. Des Weiteren sind 5 der 15 teilnehmenden Senioren alleinstehende Frauen. Die Nutzergruppe der Senioren stellt auf Grund des demographischen Wandels eine immer wichtigere Nutzergruppe dar, über deren Möglichkeiten der Sensibilisierung auf Themen der Nachhaltigkeit bislang wenig bekannt ist.

Das Forschungsdesign orientiert sich an einem Participatory Design (PD) Ansatz (vgl. Kensing 2003) entlang des Modells der Design-Case Study von Wulf et al. (2015) das in drei mit einander verwobene Phasen unterteilt ist: der Kontextstudie, der Designphase des Prototyps und der Evaluations-/ Aneignungsstudie die im Folgenden im Detail beschrieben werden.

3.2 Methodisches Vorgehen zur Nutzerintegration

Um die Nutzungszufriedenheit im Living Lab zu evaluieren wurden verschiedene Methoden aus dem im AP2 des INNOLAB Projektes konzipierten Methodenhandbuchs (Echternacht, Geibler, Stadler, Behrend, & Meurer, 2016) entnommen. Dabei galt es in der *Kontextstudie*, zunächst einen profunden-verstehenden Zugang zu dem Feld zu eröffnen. Dazu wurden qualitative, semi-strukturierte Interviews ausgewählt, um besser zu verstehen, wie Nutzer die eigene Mobilitätssituation in Bezug auf Nachhaltigkeit interpretieren. Im Vorfeld der Interviews wurden individuelle Bewegungsprofile der Nutzer über einen Zeitraum von vier Wochen aufgezeichnet und die Daten mit Unterstützung von „Google Location History“ auf einer Karte visualisiert, die jeweils für einen Tag die Bewegung eines Nutzers abbildet. Dies ist exemplarisch in der Abb. 4 einsehbar.

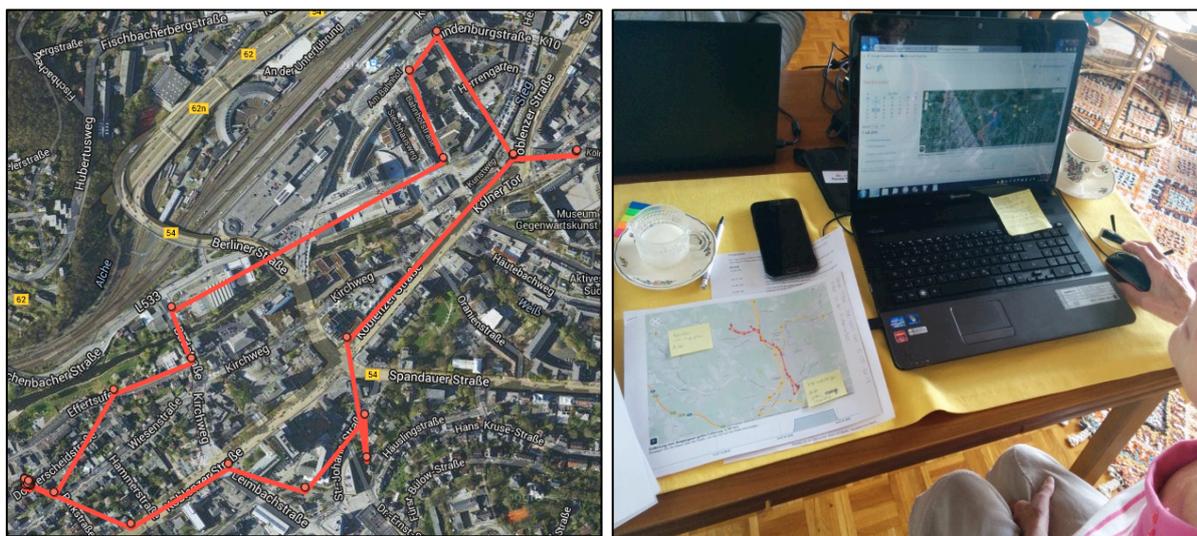


Abb. 4 Verwendete Materialien zur Exploration situierter Mobilitätspraktiken.

Die Visualisierungen der zurückgelegten Strecken unterstützen die Nutzer darin, sich an konkrete Situationen sowie die in diesem Kontext genutzten Verkehrsmodi zu erinnern. Von Seiten der Interviewer wurde auf der Basis der Bewegungsprofile gefragt, warum sie sich für einen bestimmten Mobilitätsmodus entschieden wurde und ob Nachhaltigkeit in den spezifischen Situationen eine Rolle spielte, bzw. ob und welche nachhaltigeren Mobilitätsmodi für die Nutzer in den konkreten Mobilitätssituationen zugänglich waren.

Am Ende aller Interviews wurden den Nutzern verschiedene Visualisierungsformen von Eco-Feedback-Systemen vorgestellt um für das Thema Nachhaltigkeit zu sensibilisieren. Auf dieser Basis konnten bereits teilweise neue Ideen für die Gestaltung von Eco-Feedback Systemen aus der Nutzer-Perspektive erlangt werden. Insgesamt wurden Interviews mit sieben Teilnehmern geführt (N = 7).

Die anschließende *Designphase* baute auf der Kontextstudie auf und basierte auf zwei weiteren Workshops (einem Nutzer- und einem Expertenworkshop). Zunächst fand ein Nutzerworkshop statt, dessen Ziel es war eine höhere Sensibilität für die Bedürfnisse der Nutzer zu schaffen. Dazu wurden zunächst die vier aus der Literatur bekannten Eco-Feedback Ansätze (Awareness, Emotionalität, Gamification, und sozial-normatives Feedback) prototypisch vorgestellt und hinsichtlich ihrer Relevanz im Mobilitätsalltag der Nutzer diskutiert. Dazu wurden Mobilitätszenarien, die aus vorausgegangen Interviews gewonnen wurden, genutzt. Anschließend wurden die Nutzer in drei Gruppen aufgeteilt um mit Hilfe von Mock-ups eine mobile Version eines Eco-Feedbacks zu Prototypen. Die Mock-ups konnten sie nach eigenen Bedarfen modifizieren und arrangieren, wie beispielhaft in Abbildung 5 zu sehen ist.

Im zweiten Workshop wurde gemeinsam mit Nachhaltigkeitsexperten die Kontextstudie reflektiert und zentrale Anforderungen, auch im Hinblick auf die Vermeidung von Rebound-Effekten (vgl. Buhl et al. 2017) identifiziert. Darüber hinaus wurden zuverlässige Messeinheiten wie der CO₂-Footprint oder der Material Footprint vorgestellt

und sich darauf verständigt, beide Einheiten zu nutzen - wie oben in Kapitel 2.2 beschrieben. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde der Prototyp „EcoMobil“ entwickelt.



Abb. 5 Co-Design Nutzer-Workshop mit Nutzern.

In der dritten Phase wurde in einem Usability Test und in abschließenden Interviews (abgebildet in Abb. 6) die Nutzung des EcoMobil-Prototyps reflektiert. Der Usability Test fand mit 8 Nutzern statt. Hierbei stand die funktionale Testung des Trackings und die nutzerfreundliche-Bearbeitung im Vordergrund. Schwierigkeiten und Fehler wurden dabei mithilfe der Thinking Aloud Methode aufgedeckt. Der vorerst finale Prototyp, die EcoMobil App, wurde anschließend auf den Smartphones aller 15 Nutzer installiert und für vier bis fünf Wochen in ihrem Alltag getestet. Abschließend wurde erneut mit allen 15 Nutzern ein Interview geführt. Die Interviews fanden bei den Nutzern Zuhause statt und dauerten ca. 90-120 Minuten. Im Vordergrund der Interviews standen die „Lesbarkeit“ des Feedbacks und die Frage, ob und ggf. wie das Feedback helfen kann, die Nachhaltigkeit im Mobilitätsalltag besser nachzuvollziehen und zu verstehen. Eine defilierte Übersicht der Kontextstudie ist auch in Meurer et al. (2016) nachzulesen.



Abb. 6 Nutzer-Interviews und Usability-Testing.

3.3 Methodisches Vorgehen zur Nachhaltigkeitsbewertung

Da in frühen Phasen der Innovationsentwicklung ein erhöhtes Anpassungs- und Veränderungspotential am Produkt- und Service-Design besteht und Änderungsmaßnahmen in einer frühen Phase vergleichsweise geringe Kosten gegenüber einer Änderung in einer späteren Phase verursachen, ist eine Bewertung der Nachhaltigkeit innerhalb des Innovationsprozesses deshalb von zentraler Bedeutung. Ziel ist es, im Innovationsprozess eine frühe Identifikation und Integration relevanter Nachhaltigkeitsaspekte zu erlangen.

Im Folgenden werden die genutzte Methodik und die Ergebnisse erläutert.

Um Nachhaltigkeitspotentiale in einem Innovationsprozess zu erschließen, ist es notwendig entsprechende Anforderungen zu definieren, welche den Innovationsprozess leiten können und somit Risiken für eine nachhaltige Entwicklung (u.a. auch Rebound-Effekte) minimiert bzw. ausgeschlossen werden können (Weiner, 2010).

In diesem Praxisprojekt wurden einerseits (1) die Umweltauswirkungen durch die unterschiedlichen Mobilitätsformen bewertet, indem der Material und Carbon Footprint der jeweiligen Mobilitätsformen berechnet wurde (siehe Kapitel 2.2). Diese Bewertung wurde im Assistenzsystem integriert und zudem Zielwerte hinterlegt, die dem Nutzer zur Information dienen. Die Zielwerte sollen dazu beitragen, den Reboundeffekt zu vermeiden bzw. zu minimieren, indem der Nutzer seine potentiellen Einsparungen direkt bewerten kann.

Des weiteren (2) wurde im INNOLAB Projekt ein Modell zur Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen im Living Lab Innovationsprozess (Geibler et al. 2016) entwickelt, welches dazu dient den Innovationsprozess in Living Labs zu strukturieren und Entscheidungspunkte aufzuzeigen, an denen Nachhaltigkeitskriterien aufgegriffen und anhand derer der Prozess und das Ergebnis bewertet werden können. Dies umgreift die Beschreibung von Methoden zur Nachhaltigkeitsbewertung, wie der im Projekt

entwickelte SDG-Check (Stadler et al. 2016). Dieser Check wurde in den Praxisprojekten des INNOLAB Projektes von den direkt am Projekt Beteiligten (in diesem Fall von 3 Personen) getestet.

Methodik

Der SDG-Check basiert auf den „Sustainable Development Goals“ (Nachhaltigkeitszielen) die von der UN im Jahr 2015 formuliert wurden (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, 2016). Diese Ziele dienen innerhalb des Innovationsprozesses als Referenzpunkt für die Nachhaltigkeitsbewertung indem sie zugleich ein Bewusstsein für die Thematik und deren Vielfalt schaffen.

Der SDG-Check wird in einem zweistufigen Verfahren angewandt. In der ersten Stufe wird abgefragt, inwieweit die fokale Innovation bezüglich der 17 Oberziele Chancen oder Risiken birgt, indem eine Einschätzung erfolgt, ob die Innovation positive oder negative Auswirkungen in Bezug auf diese Ziele haben könnte. Dieser Check eignet sich schon in frühen Innovationsphasen für die Bewertung von Nachhaltigkeitsanforderungen und -potentialen. Zugleich werden dadurch die im Innovationsprozess Beteiligten aufmerksamer und sensibler hinsichtlich der Thematik.

Die zweite Stufe des SDG-Checks vertieft die Oberziele aus Stufe 1, mittels drei bis fünf Fragen (Unterziele). Ähnlich wie in Stufe 1 werden hier die Chancen und Risiken der Innovation eingeschätzt. Die Unterfragen sind allgemein formuliert und eignen sich schon in einer frühen Innovationsphase für die Bewertung von Nachhaltigkeitsanforderungen und -potentialen. In der Stufe 2 werden nur die relevantesten Oberziele und deren Unterziele berücksichtigt. Die Relevanz basiert auf den Ergebnissen aus Stufe 1 und es werden, die Oberziele mit Chancen und Risiken größter Ausprägung ausgewählt.

Für die Bewertung der Innovation „Intermodale Mobilität“ haben drei am Innovationprozess beteiligte Personen einzeln die Stufe 1 und 2 des online SDG-Checks bearbeitet. Details des SDG-CHECKs, z. B. die entsprechenden Fragen, werden von Echternacht et al. (2016) erläutert.

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Forschungs-und Entwicklungsansatz im Detail vorgestellt. Dazu werden zunächst die jeweiligen empirischen Ergebnisse der drei Phasen erläutert. Beginnend mit der Kontextstudie, des Prototypings und der Evaluation, bzw. Aneignung vorgestellt, sowie die der Nachhaltigkeitsbewertung.

4.1 Ergebnisse der Kontextstudie

Die Kernergebnisse aus der Kontextstudie bzgl. des Designs werden in diesem Kapitel kurz zusammenfassend dargestellt. Insgesamt wurde in der Kontextstudie deutlich, dass die „Lesbarkeit“ einer ressourcenschonenden Mobilität im Alltag eine zentrale Herausforderung für die Nutzbarkeit darstellt und daher verstärkt unterstützt werden sollte. Es wurden insgesamt vier Kernkonzepte identifiziert:

Ressourcenverbrauch in der Alltagsmobilität sichtbar machen

Den meisten Nutzern fiel es leicht, Möglichkeiten zu identifizieren, um Ressourcen wie Wasser, Strom und Heizöl zu sparen. Diese Einsparungen wurden als direkt sichtbar und finanziell spürbar beschrieben. Demgegenüber zeigten viele Nutzer große Unsicherheiten darüber, welche Ressourcen die Nutzung der unterschiedlichen Transportmodi verbrauchen und was nachhaltige Mobilität im Allgemeinen aber auch im Speziellen für das eigene Mobilitätsverhalten bedeutet.

Design-Empfehlung: Um den Ressourcenverbrauch im Mobilitätsalltag sichtbar zu machen, sollte das zu implementierende Eco-Feedback Nutzer für eine ressourcenschonende Mobilität sensibilisieren und den Ressourcenverbrauch für die einzelnen Modi in Bezug auf die zurückgelegte Strecke anzeigen.

Verständliche und intuitive Verbrauchsdaten

Insbesondere der Nutzer-Workshop zeigte, dass die Interpretation von abstrakten Verbrauchsdaten über das Mobilitätsverhalten große Schwierigkeiten bereiten kann. Mehrere Nutzer gaben zu erkennen, dass die reinen Werte schwieriger zu verstehen sind als Daten über ihren Energieverbrauch. Über die Jahresabrechnung ihrer Stromanbieter ist ihnen bereits die Interpretation der Stromdaten geläufig. Insbesondere fiel es den Teilnehmern schwer, MF oder CO₂- Emissionsdaten als hoch, mittel oder als niedrig zu bewerten.

Design-Empfehlung: Daher wird eine bessere Übersetzung der Einheiten benötigt, welche die abstrakten Daten für den Nutzer besser verständlich und bewertbar macht. Der Vergleich mit anderen Nutzern oder alternativen Referenzen wurde ange-regt.

Einbettung des Eco-Feedbacks in den Handlungszusammenhang

Eine zentrale Einsicht aus den Interviews war, dass die Schonung von Ressourcen zwar grundsätzlich als wichtig von den Nutzern eingeschätzt wurde, dies aber nicht

per se dazu motiviert, das persönliche Mobilitätsverhalten zu verändern. Der situierte Blick auf einzelne Mobilitätssituationen zeigte, dass andere Anreize wie praktische, finanzielle oder soziale Aspekte eher Verhaltensänderungen der Nutzer motivieren können. Insbesondere für die autofahrenden Senioren stellt das Auto den wichtigsten Verkehrsmodus bereit und wird als maßgeblich für die persönliche Freiheit, soziale Teilhabe und persönliche Versorgung empfunden. Für die Nutzer aus dem eher ländlichen Raum wird das Auto und dessen Nutzung sogar als notwendig und als „alternativlos“ beschrieben, da die Anbindung des Wohnortes mit öffentlichen Verkehrsmitteln oft nur schwer zugänglich ist.

Design-Empfehlung: Das Eco-Feedback System sollte auf diese Diskrepanz eingehen und nachhaltige Mobilität nicht einfach als Handlungsmaxime der Nutzer voraussetzen. Stattdessen sollten die vorhandenen Mobilitätsalternativen der Nutzer respektiert werden. Die Verbindung mit einer multimodalen-Mobilitätsplattform und die Unterstützung von Mitfahrten könnte eine nachhaltigere Organisation der Mobilität unterstützen. Das Eco-Feedback sollte ferner nicht isoliert betrachtet, sondern als Gesamtverbrauch adressiert werden, der auch andere Lebensbereiche wie Konsum, Ernährung oder den Energieverbrauch berücksichtigt. In diesem Zusammenhang kann auf den „Ökologischen Rucksack“⁵ des Wuppertal-Instituts verwiesen werden, um die Mobilität als Teil des Gesamtverbrauchs zu verstehen.

Eco-Feedback als Verbrauchsfeedback anzeigen

Insgesamt zeigte sich in den Interviews eine sehr deutliche Präferenz für informierende Visualisierungskonzepte. Dagegen wurde der spielerische Wettbewerb mit anderen Nutzern und der emotionale Ansatz als weit weniger motivierend oder sogar als bevormundend empfunden. Die Nutzer bemerkten hierzu, dass sie ihre Daten nicht veröffentlichen möchten und auch nicht wünschten, dass andere Nutzer Rückschlüsse auf ihre persönliche Mobilität ziehen oder diese sogar bewerten können. Andererseits gaben sie jedoch an, dass sie die Berechnungen des durchschnittlichen Verhaltens aller Nutzer interessieren, um das eigene Verhalten im Verhältnis zu ihnen leichter zu interpretieren.

Design-Empfehlung: Aus diesem Grund sollten Entwickler die Privatsphäre ihrer Nutzer respektieren und ihre Daten weitestgehend anonymisieren. Zudem sollten Darstellungen gewählt werden, die vor allem auf den Informationsgehalt fokussieren.

⁵ Online im Internet unter: <http://ressourcen-rechner.de/>.

4.2 Assistenzsystem und Prototypentwicklung

Auf der Basis der Ergebnisse der Kontextstudie, wie sie in Kapitel 4 vorgestellt wurden, wird in diesem Kapitel das Ergebnis des Designprozesses beschrieben. Der Prototyp „EcoMobil“ besteht aus zwei Komponenten, einem Fahrtenbuch-Editor und der Informationsvisualisierung der Mobilitätsdaten. Diese beiden Komponenten sind das Ergebnis des Prototyping-Prozesses und werden im Folgenden dargestellt.

4.2.1 Fahrtenbuch-Editor

Der Fahrtenbuch-Editor nutzt die Google Activity Recognition API und die Google Location API um Mobilitätsdaten zu sammeln. Da die Google API nicht dazu fähig ist, zwischen den verschiedenen Verkehrsmodi wie Auto, Taxi, Mitfahrt, Bus oder Zug zuverlässig zu differenzieren, benötigt das Fahrtenbuch die Möglichkeit Routen und Verkehrsmodi einfach und schnell zu bearbeiten (Abb. 7).

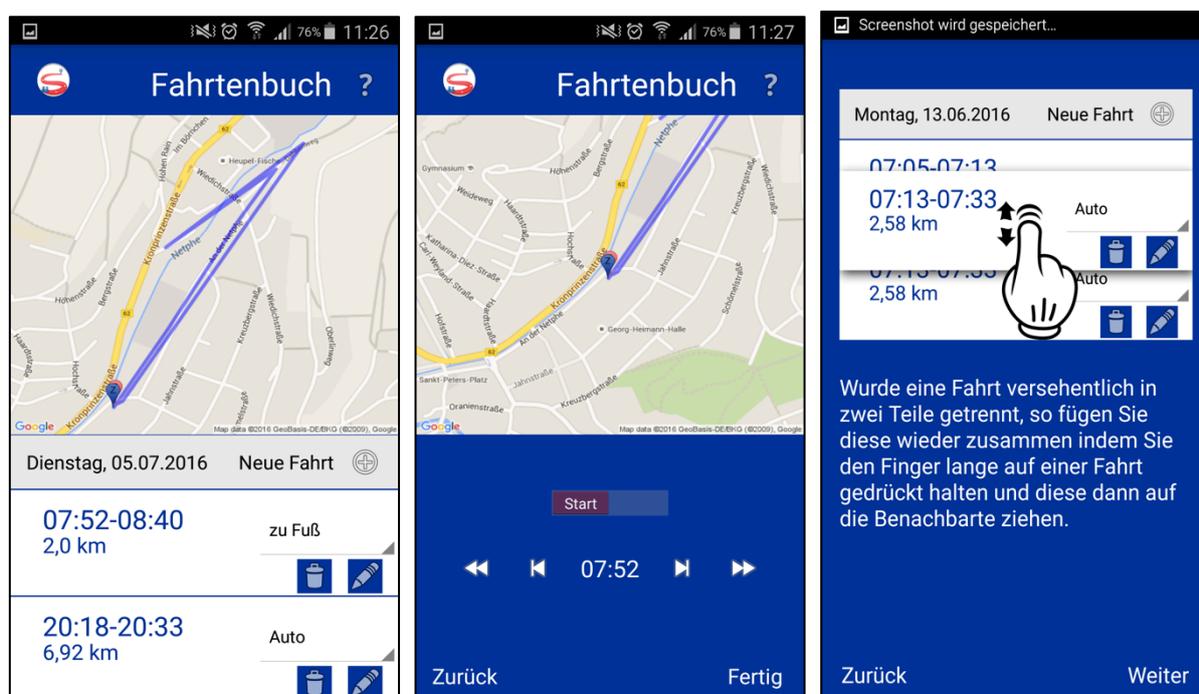


Abb. 7 Das Fahrtenbuch zum Verifizieren und Editieren von Routen und Verkehrsmodi mit dem Startbildschirm (links), editieren der Route (Mitte) und dem einführenden Tutorial (rechts).

Für jeden Tag werden die durchgeführten Strecken aufgelistet. Jede einzelne Strecke wird durch ihren Startpunkt, Ankunftszeit, die zurückgelegten Kilometer und den Verkehrsmodus definiert. Wenn der Nutzer auf eine Strecke klickt, wird ihm auf der Karte die zurückgelegte Route inklusive Start- und Endpunkt angezeigt.

Per Klick auf das Dropdown-Menü kann der Nutzer den Verkehrsmodus, falls nötig, korrigieren und dabei zwischen den Modi zu Fuß, Auto, Fahrrad, Zug, Bus, und Auto mit 2-5 Personen und Sonderfahrten wie Taxi auswählen. Einzelne Strecken können

per Klick auf den Mülleimer-Button gelöscht bzw. durch klicken auf dem Stift-Button bearbeitet werden. Strecken, die nicht automatisch erkannt wurden, können manuell hinzugefügt werden.

4.2.2 Visualisierung des Eco-Feedbacks

Wie in der Abb. 8 zu sehen ist, besteht die Visualisierung aus zwei Navigationselementen. Die obige Navigationsleiste stellt vier verschiedene Sektionen mit verschiedenen Einheiten dar, dazu gehören die zurückgelegte Strecke (gemessen in *km*), der Kohlenstoffdioxid-Ausstoß - (gemessen in CO_2) und Material-Footprint (gemessen in *mf*), die Kosten (gemessen in €) und Fitness (gemessen in *kcal*).

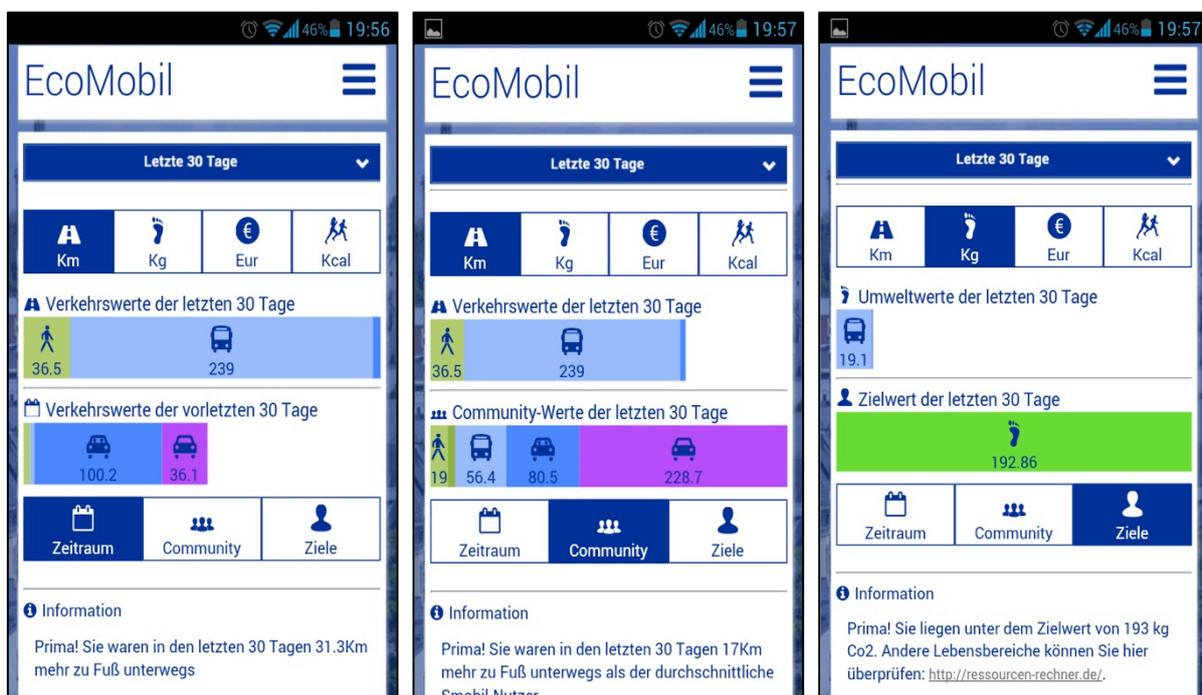


Abb. 8 Die drei Screenshots zeigen drei verschiedene Vergleichswerte an: Vergleich eines aktuellen Zeitraums mit einem vorherigen (links), mit der Community (Mitte) und mit dem Nachhaltigkeitszielwert (rechts).

Je nachdem, welche Einheit ausgewählt wird, erscheint ein Balkendiagramm, das die genutzten Verkehrsmodi in einem proportionalen Verhältnis zueinander anzeigt. Über die untere Navigationsleiste wird das zweite Balkendiagramm eingestellt und zeigt den gewünschten Vergleichswert an. Dabei kann der Nutzer für den Vergleichswert zwischen Variationen über einen gewissen Zeitraum, dem Durchschnittswert der Nutzer-Community und vorher gesetzten Zielwerten auswählen.

Die Struktur soll dem Nutzer helfen einen schnellen Überblick über die verschiedenen Werteeinheiten und den zugehörigen Vergleichsoptionen zu erhalten. Außerdem hat der Nutzer die Möglichkeit, einen bevorzugten Zeitraum (von einer Woche bis zu einem Jahr) auszuwählen. Zudem kann er sich individuelle Ziele für die Bereiche des Budgets und der eigenen Fitness setzen. Im Falle der Kosten setzt der Nutzer einen

Maximalwert für seine Monatsausgaben fest. Für die Fitness setzt er sich ein Tagesziel für den Kalorienverbrauch.

In Bezug auf eine ressourcenschonende Mobilität ist bereits ein Zielwert festgelegt und hinterlegt. Dieser Zielwert basiert auf dem politischen Zielwerten der BRD für das Jahr 2030. Aus diesen Zielwerten wurde ein Carbon Footprint von 14 Kg CO₂ und ein Material Footprint von 45 Kg MF pro Person und Woche für die private Mobilität berechnet. Dieses Vorgehen wurde auch deshalb gewählt, da die Werte des Carbon- und Material Footprints für die Nutzer zum Teil abstrakte Werte sind und es daher schwierig wäre eigene Ziele festzulegen. Zudem lassen sich über die zeitliche Aufsummierung und Abgleich mit Zielwerten Rebound-Effekte erfassen.

4.3 Ergebnisse der Evaluations- und Aneignungsuntersuchung

Auf der Basis des entwickelten Designs, wie im vorausgegangenem Kapitel vorgestellt wurde, werden in diesem Kapitel die wichtigsten Erkenntnisse der Evaluation des Designs und der Aneignung des EcoMobil Prototypen zusammengefasst. Aus der Thinking Aloud Session sowie den darauf folgenden Interviews ergaben sich folgende Ergebnisse und Anregungen, die für die weitere Entwicklung bzw. Verbesserung der App genutzt werden können. Die wesentlichen Punkte sind im Folgenden kurz zusammengefasst:

- Während der Evaluation hat sich gezeigt, dass bei älteren Smartphones, wie sie von den Probanden verwendet werden (Samsung Note II), der Tracking Algorithmus aufgrund der eingebauten Sensorik und den damit verbundenen Rückgabewerten der Google API's weniger genau arbeitet als bei neueren Modellen. Des Weiteren empfanden die Nutzer eine Frequenz von ca. 5 Minuten pro GPS-Messung als zu grobmaschig für eine genaue Aufzeichnung. Aus diesem Grund wurde in einer weiteren Iteration der Entwicklung der Algorithmus des Tracking nachgebessert, so, dass alle Fahrten erkannt und der Bearbeitungsaufwand erfolgreich minimiert werden konnte.
- Bezüglich des Akkuverbrauchs stellten die Probanden zwar einen erhöhten Verbrauch fest, der sie jedoch nicht im täglichen Laderhythmus beeinflusste oder die Handynutzung beeinträchtigte. Der für die meisten Probanden übliche Rhythmus, das Gerät einmal am Tag aufzuladen reichte weiterhin aus.
- Ein Hauptaugenmerk lag auf einer hohen Usability, da, wie beschrieben, aus technischer Sicht eine Bearbeitung der aufgezeichneten Daten unumgänglich ist. Bedingt durch das Spannungsfeld zwischen der Akkubelastung und der Trackinggenauigkeit sowie der fehlenden Möglichkeit, die Verkehrsmittel mit ausreichender Genauigkeit zu bestimmen, ist eine möglichst altersgerechte einfache Bearbeitung der erkannten Fahrten notwendig. Der Usability-Test zeigte einige Ungenauigkeiten bzw. Verbesserungspotentiale auf, die bereits vor der abschließenden Evaluation und Aneignungsstudie behoben werden konnten (wie die Nutzung einer Dynamischen Karte, Anpassungen der genutzten Icons, der Ansprache der Nutzer).
- Nach dem Bearbeiten einer Fahrt und dem damit verbundenen Bildschirmwechsel hatten einige Nutzer Probleme, die zuvor bearbeitete Fahrt zu identifizieren. Unterstützt werden könnte die Erkennung durch eine farbliche Markierung der zuletzt bearbeiteten Fahrt. Über Toasts sollte hierfür mehr mit dem Nutzer kommuniziert werden, um die nötigen Informationen und Anleitungen zu geben.
- Um Nutzern den Einstieg in das Fahrtenbuch zu erleichtern, sollte das Tutorial beim ersten Start angezeigt werden und nicht erst bei Bedarf, wie es zur Zeit implementiert ist.

- Als weiterer Motivationsfaktor soll das Fahrtenbuch ausgebaut werden und dem Nutzer auch nach der Validierung angezeigt werden, sodass auch neben den Statistiken des Eco-Feedback noch einzelne Fahrten auf der Karte betrachtet werden können. Zusätzlich sollte zukünftig geprüft werden, ob die Fahrten nach einer gewissen Zeit auch automatisch auf den Server hochgeladen werden, um auch bei Nicht-Bearbeitung eine lückenlose Aufzeichnung zu ermöglichen. Dies würde einerseits die Möglichkeiten eines genaueren Trackings, besonders in Bezug auf das genutzte Verkehrsmittel deutlich verbessern, andererseits aber auch den Standard „privacy by default“ sicherstellen.

Im Folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse der Aneignungsstudie zusammengefasst:

Mobilität als Ressource für Komfort, Flexibilität und Wohlbefinden

Im Rahmen des Interviews äußerten viele Nutzer, dass das Auto das meist genutzte Verkehrsmittel sei und ihnen eine komfortable und flexible Mobilität ermöglicht und gegenüber ÖPNV bevorzugt wird. Dies wird zudem dadurch begünstigt, dass viele Senioren in Vororten oder ländlichen Gebieten alleine leben und der Zugang zur öffentlichen Verkehrsinfrastruktur oft schwierig ist (vgl. Fobker et al. 2006). Das Auto ermöglicht Spontaneität, Unabhängigkeit und das Gefühl von Kontrolle, das nicht durch andere Verkehrsmittel ersetzt werden kann (vgl. Meurer et al. 2014). Viele Nutzer gaben an, dass sie gerne zu Fuß gehen, allerdings als Freizeitbeschäftigung oder aus Gründen der gesundheitlichen Vorsorge und weniger ökologisch motiviert.

Bestehende Einschränkungen hinsichtlich nachhaltiger Mobilität

Keiner der Nutzer gab nachhaltige Mobilität als für sich entscheidenden, essentiellen Wert im Alltag an. Stattdessen wird Nachhaltigkeit eher als „Luxusthema“ gesehen (vgl. Woodruff et al., 2008). Darüber hinaus wird die Nutzung des Autos von den Nutzern oft als alternativlos wahrgenommen. Die meisten Befragten hatten den Eindruck, dass sie bezüglich nachhaltiger Mobilität nur einen sehr geringen Spielraum in ihrem Mobilitätsalltag haben.

Carbon und Material Footprint als Messeinheiten

Während der Interviews stellte sich heraus, dass die Nutzer Schwierigkeiten bezüglich der Maßeinheiten, in welchen Nachhaltigkeit quantifiziert wird, haben. Zwar ist die Mehrheit durch die Medien und den aktuellen Diskurs über CO₂-Emissionen und die Notwendigkeit, die Umweltverschmutzung zu verringern, informiert. Jedoch sind andere Umweltthemen wie Ressourcenverbrauch und entsprechende Maßeinheiten wie der Material Footprint deutlich weniger bekannt, wenn nicht sogar unbekannt. Dadurch wird nachhaltige Mobilität häufig auf Emissionen reduziert.

Doch auch bezüglich der CO₂-Emissionen offenbarten sich Wissenslücken. So wussten die meisten Teilnehmer meist nicht, dass CO₂ in (Kilo)Gramm gemessen wird und wie diese Angabe zu deuten ist. Dementsprechend kann die Kenntnis über die existierenden Maßeinheiten und weitere Hintergrundinformationen als erste Orientierung für die Nutzer gewertet werden.

Verhältnismäßigkeit und der Wert des Vergleichs

Die Maßeinheiten riefen bei den Nutzern auch die Frage danach auf, welcher Wert viel und welcher wenig ist. So gab ein Nutzer an, konkrete Vorstellungen von hohen Kosten zu haben, im Gegensatz dazu aber die Einschätzung bei Kilokalorien von CO₂ oder MF schwerfalle. Dieses Beispiel macht deutlich, dass es wichtig ist, nicht nur die Verhältnisse zwischen den verschiedenen Modi zu verdeutlichen, sondern Nutzern auch zu ermöglichen, die Daten interpretieren zu können und somit ein tiefergreifendes Verständnis über die Auswirkungen des eigenen Mobilitätsverhaltens auf die Umwelt zu entwickeln.

Grundsätzlich ist es schwierig gewesen für die Nutzer, die Frage, wie nachhaltig die eigene Mobilität ist, zu beantworten. Es fiel auf, dass die Interpretation der Nachhaltigkeitswerte nicht anhand von absoluten Werten, sondern immer in Bezug auf die lokalen und individuellen Bedingungen statt fand. Auch wenn die Nutzer wenig bis keine Möglichkeiten sahen, ihr Mobilitätsverhalten zu ändern, gaben sie an sich für die angebotenen Informationen zu interessieren. Ob sie etwas als nachhaltig interpretieren oder nicht, hing mit ökonomischen Faktoren wie Sparsamkeit und Verhältnismäßigkeit zusammen; Die verschiedenen Verkehrsmodi wurden hinsichtlich ihrer Nützlichkeit und Notwendigkeit beurteilt. Viele Nutzer berichteten hierzu, dass sie ihr Auto sparsam nutzen und nicht aus reinem Fahrspaß. Deshalb kann festgehalten werden, dass die Deutung der Verhältnismäßigkeit der eigenen Werte bewertet wird.

Sozialer Vergleich zum Bewerten des eigenen Verhaltens

Zum Bewerten und Interpretieren der eigenen Daten spielt somit auch der Vergleich mit anderen Nutzern bzw. der Nutzer-Community eine wichtige Rolle. Es konnte beobachtet werden, dass wenn die Community im Durchschnitt wesentlich mehr zu Fuß geht als der oder die Teilnehmer/In, dies oft als Anstoß gesehen wurde das eigene Mobilitätsverhalten zu hinterfragen. Insofern unterstützt der soziale Vergleich die Interpretationsmöglichkeiten des eigenen Verhaltens und kann auch zu Verhaltensänderungen anregen.

Politische und soziale Einschränkungen

Während der Interviews gewährten die Nutzer auch Einblicke in ihre Unzufriedenheit darüber, wie das Thema Nachhaltigkeit von Seiten der Gesellschaft und der Politik behandelt wird. So wurden vor allem politische und wirtschaftliche Entscheidungsträger dafür kritisiert, dass sie wenig bis keine Verantwortung für nachhaltige Mobilität übernehmen würden. Zudem äußerten Nutzer, dass sie eine verbesserte öffentliche Verkehrsinfrastruktur durchaus begrüßen würden.

4.4 Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung

Die Integration der Information von Umweltwirkungen verschiedener Mobilitätsformen (anhand deren Material und Carbon Footprint, siehe Kapitel 2.2), ermöglichen dem Nutzer, seine Entscheidung bestimmter Mobilitätsformen auf Basis der Umweltauswirkungen zu treffen. Die integrierten Zielwerte dienen darüber hinaus dazu, Reboundeffekte zu vermeiden bzw. zu minimieren, indem der Nutzer seine potentiellen Einsparungen direkt bewerten kann. Die Nutzer-Aneignung zeigte, dass diese Informationen eine Orientierung für den Nutzer bieten, jedoch insbesondere für diejenigen die eher in den ländlichen Raum wohnen und auf längere PKW angewiesen sind kaum einzuhalten sind. Auch häufige Urlaubsfahrten, wie sie von einigen Nutzern betrieben werden stellen eine Hürde dar zur Einhaltung der Zielvorgaben (siehe hierzu auch Kapitel 4.3).

Die Ergebnisse des SDG-Checks für das Praxisprojekt „Intermodale Mobilität im Alter“ legen darüber hinaus nahe, dass die Innovation insbesondere für die Oberziele 3: Gute Gesundheitsversorgung, 13: Klimaschutz und 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden eine Chance bietet. Eine Übersicht der Ergebnisse des SDG-Checks Stufe 1 ist in Abb. 9 dargestellt.

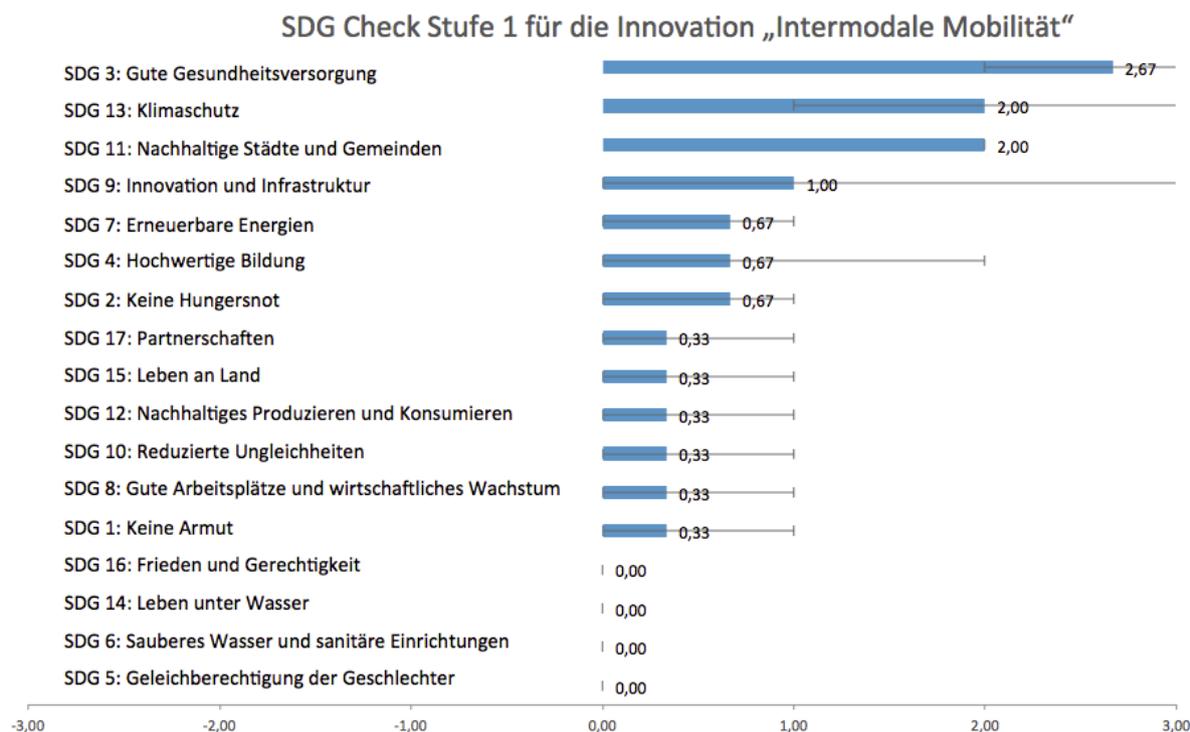


Abb. 9 Ergebnisse des SDG-Check Stufe 1 im AP5.

Anmerkung: n=3; Der blaue Balken stellt den Mittelwert der Einzelergebnisse dar und ist numerisch angegeben; Die Streuung des Mittelwerts wird durch die positive und negative maximale Abweichung mittels des schwarzen Balken dargestellt. Legende: +3 = gute Chance, 0 = neutral, -3 = hohes Risiko.

Die Auswertung der zweiten Stufe des SDG-Checks gibt Hinweise darauf, dass die Innovation zu den folgenden Unterzielen der SDGs beitragen kann:

- Aufklärung und Sensibilisierung für und Abschwächung des Klimawandels, der Klimaanpassung, der Reduzierung der Klimaauswirkungen sowie der Frühwarnung.
- Wissen über nachhaltige Entwicklung und Lebensweisen in der Gesellschaft verankern.
- Zahl der Todesfälle und Erkrankungen durch Umweltverschmutzung verringern.

Es wurden keine Risiken, die durch die Innovation zur Erreichung der SDGs entstehen identifiziert.

Eine Übersicht der Ergebnisse des SDG-Checks Stufe 2 ist in Abb. 10 dargestellt.

SDG Check Stufe 2 für die Innovation „Intermodale Mobilität“

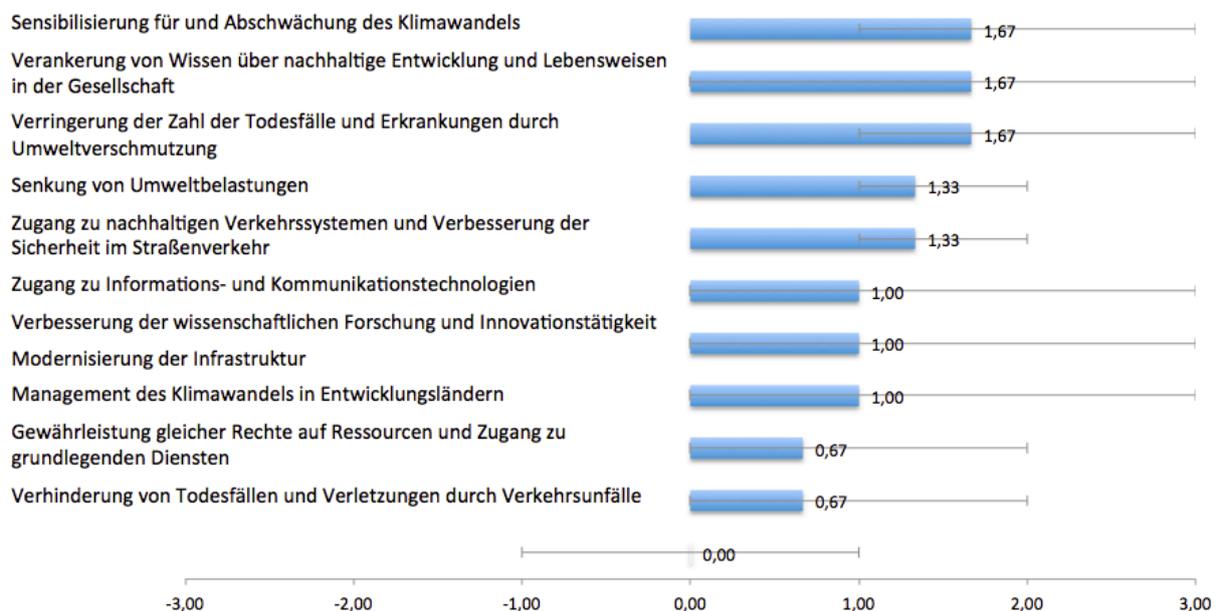


Abb. 10 Ergebnisse des SDG-Check Stufe 2 im AP5

Anmerkung: n=3; Der blaue Balken stellt den Mittelwert der Einzelergebnisse dar und ist numerisch angegeben; Die Streuung des Mittelwerts wird durch die positive und negative maximale Abweichung mittels des schwarzen Balken dargestellt. Legende: +3 = gute Chance, 0 = neutral, -3 = hohes Risiko.

Zusammenfassend zeigt die Auswertung, dass das System zur intermodalen Mobilität die grundlegende Idee des Praxisprojektes berücksichtigt und eine zentrale Anforderung der Green Economy Vision erfüllen kann: Die Applikation trägt durch die Informationen zu den Umweltwirkungen der jeweiligen Mobilitätsvarianten (Carbon und Material Footprint) zur Aufklärung und Sensibilisierung für den Klimawandel bei und hilft, Wissen über nachhaltige Entwicklung und Lebensweisen in der Gesellschaft zu verankern. Dies erfolgt, indem alternative, umweltfreundlichere Mobilitätsvorschlage gemacht werden. Somit hat das System das Potential durch die Reduzierung der Klimaauswirkungen zur Abschwachung des Klimawandels beizutragen und

die Zahl der Todesfälle und Erkrankungen durch Umweltverschmutzung zu verringern.

5 Erfahrungen zum Living Lab-Ansatz und zu den genutzten Methoden

Im Folgenden werden die Erfahrungen zur Methodennutzung in der Praxis hinsichtlich der Stärken und Schwächen des Living Lab-Ansatzes näher exploriert sowie die SWOT Analyse zur Umsetzung des Living Lab Ansatzes.

5.1 Methodennutzung in der Praxis

Da die Methodennutzung bereits im Detail in Kapitel 3 erläutert wurde, soll an dieser Stelle die Reflexion der Methodennutzung im Vordergrund stehen. Hierzu haben sich vor allem vier wesentliche Aspekte der Methodenanwendung als Zentral herausgestellt: Zum einen die offene gegenstandsangemessene Untersuchung, zum zweiten die Nutzerintegration, drittens die Nutzermotivation, sowie viertens die Nachhaltigkeitsbewertung.

Für die gelungene Umsetzung der Studie ist eine angemessene und geeignete Methodennutzung zentral. Auf Grund des qualitativen Zugangs war es entscheidend, die Methoden Gegenstands angemessen auszuwählen, im Verlauf der Forschung zu modifizieren und auf den vorliegenden Forschungskontext zu übertragen. Entsprechend kann die Methodennutzung immer erst im Nachgang bewertet werden. Anpassungen im Verlauf der Studie waren immer wieder erforderlich.

Eine weitere Herausforderung ergibt sich aus der nutzerzentrierten Entwicklung und der Frage der Übertragbarkeit der Einzelergebnisse aus den Workshops, wie dem durchgeführten Nutzerworkshop. In den Nutzerworkshops wurde deutlich, dass der Aspekt der Ko-Kreation für die älteren Nutzer häufig schwierig war. Es fehlte häufig an der nötigen Vorstellungskraft in Bezug auf das Produkt sowie an der technischen Kompetenz, um ein Design partizipativ zu entwickeln. Dies ist insbesondere der Fall bei technikferneren Nutzern, wie es die Gruppe der Senioren ist. Daher sind entsprechende Workshops vor allem dann sinnvoll, wenn das Design bereits in groben Zügen konzipiert ist und eine gute Kenntnis über den Nutzungskontext besteht.

Die Nutzermotivation war ein weiterer wesentlicher Aspekt der insbesondere im Living Lab als Langzeitstudie mit Nutzern relevant wurde. Der persönliche Kontakt, ein vertrauensvolles Verhältnis und zwischenzeitliche Motivationsförderer wie Treffen „bei Kaffee und Kuchen“ wurden zu einem festen Bestandteil der Studie.

Die Nachhaltigkeitsorientierung der Innovation erfolgte schon zu Beginn des Projektes während der Projektformulierung und mittels qualitativen Analysen im Rahmen von zwei Workshops. Auf den Workshops wurde die Produktinnovation erstmalig vorgestellt und von Nachhaltigkeitsexperten kommentiert. Da bereits zu einer frühen Phase der Innovationsentwicklung die Nachhaltigkeitsanforderungen kommuniziert wurden, bestand ein erhöhtes Anpassungs- und Veränderungspotential am Produkt- und Service-Design. Im Projekt wurde darüberhinaus das entwickelte Modell des

SDG-Checks zur Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen (Geibler et al. 2016) zu Grunde gelegt. Dies trug dazu bei, den Innovationsprozess zu strukturieren und geeignete Nachhaltigkeitskriterien zur Bewertung der Innovation zu identifizieren, zu diskutieren und anzuwenden. Dies erfolgte durch die Methodik des im Projekt entwickelten SDG-Checks (Stadler et al. 2016), welcher parallel in den beiden anderen Praxisprojekten in INNOLAB erprobt wurde.

Durch den SDG Check konnten neben der qualitativen Bewertung im Rahmen von Workshops auch erste, einfach umsetzbare *quantitative Bewertungsergebnisse* dokumentiert werden, die eine gute Diskussionsgrundlage bildeten. Eine vertiefende Analyse (z.B. mit einem größeren Expertenkreis oder eine Hotspot Analyse) konnte im Rahmen des Projektes nicht durchgeführt werden. Für eine effektive Nachhaltigkeitsanalyse wäre dies zu einem späteren Zeitpunkt sinnvoll, wenn weitere Anpassungen am Prototyp durchgeführt werden sollen.

5.2 SWOT Analyse zur Umsetzung des Living Lab Ansatzes

Für die Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsinnovation mit Hilfe von Living Labs folgt eine SWOT-Analyse aus den Erfahrungen im Praxisprojekt (Tabelle 2).

Welchen Stärken / Schwächen haben sich durch den LL Ansatz im Praxisprojekt ergeben?	
Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> - Eco-Feedback-Systeme besser aus der Perspektive der Nutzer zu verstehen. Kontextstudie konnte für die Bedarfe der Nutzergruppe sensibilisieren. - Anforderungen für Assistenzsysteme für eine ressourcenschonendere individual Mobilität aus Nutzerperspektive besser zu verstehen und mögliche Lösungsansätze mit dem Mobilitätsalltag der Nutzer abzugleichen. - Frühe Nachhaltigkeitsbewertung mit umfassenden Beobachtungsmöglichkeiten (z.B. im Hinblick auf Konsum und Energieverbrauch) zur Erkennung von Rebound-Effekten 	<ul style="list-style-type: none"> - Die qualitative und Nutzerzentrierte Untersuchung war sehr Ressourcen intensiv - Es war nicht immer deutlich inwiefern eine intensive Nutzerintegration (z.B. im Rahmen von PD-Workshops) mit nicht sehr technikaffinen Nutzern zielführend ist. - Kein fester Probandenpool der zur Nutzerintegration herangezogen werden kann
Welchen Chancen / Risiken haben sich durch den LL Ansatz im Praxisprojekt ergeben?	
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> - Realweltweltliche Umgebung mit realistischeren Ergebnisse als im Labor - Die Identifizierung von Nutzerwissen und Erhöhung der Nutzbarkeit des Systems steigern die Möglichkeiten für eine bessere Markt-Diffusion - Darstellung der Nachhaltigkeitspotentiale im Hinblick auf Beiträge zu SDGs 	<ul style="list-style-type: none"> - Der übermäßige Einsatz von personellen Ressourcen.

Tab. 3 Living Lab Ansatz und seine Stärken und Schwächen, Chancen und Risiken im Praxisprojekt.

6 Fazit und Ausblick

Die Anwendung von Living Labs zur Innovationsentwicklung im Arbeitspaket 5 zeigte, dass die Nutzung von Living Labs zur Innovationsentwicklung insgesamt als vorteilhaft bewertet werden kann. Für die Gestaltung von „EcoMobil“ war insbesondere die Möglichkeiten für eine enge Zusammenarbeit zwischen Nutzern und Herstellern von großem Vorteil. Dies äußerte sich vor allem in der Möglichkeit inkrementell auf die Bedarfe der älteren und vorwiegend ländlich-wohnenden Nutzer reagieren zu können. Darüber hinaus ermöglichte die Innovationsentwicklung in Living Labs die Integration und Berücksichtigung von spezifischen Nachhaltigkeitsaspekten (u.a. zur Vermeidung von Reboundeffekten) und zeichnete sich durch die Einbindung von Nachhaltigkeitsexperten und den direkten Einbezug potentieller Nutzer als vorteilhaft aus. Es konnten weitere Potenziale des Living-Lab-Ansatzes für eine Green Economy aufgezeigt werden:

- Durch die enge und kontinuierliche Einbindung der Nutzer in den Design- und Entwicklungsprozess konnten Erkenntnisse darüber gewonnen werden, wie sich die Einschätzung und Beurteilung von nachhaltiger Mobilität durch die Nutzung des Prototypen „EcoMobil“ verändert hat.
- Im Rahmen der Kontextstudie und der Evaluation des Prototypen konnten ferner Einsichten darüber gewonnen werden, wie Nachhaltigkeit im Kontext von Alltagsmobilität von den Nutzern verstanden wird und welchen Einfluss dem individuellen Handeln beigemessen wird.
- Der Austausch mit Nachhaltigkeits-Experten zeigte insbesondere die große Bedeutung von Rebound- und Ressourceneffekten sowie der Wahl der Bewertungskriterien (anhand des Material Footprint“ und des „Carbon Footprint“) für eine nachhaltige Mobilität auf.

Darüber hinaus zeigte die Kontextstudie, dass der „Literacy“ nachhaltiger Mobilität eine Schlüsselrolle zukommt, um nachhaltige Mobilität besser zu verstehen und das eigene Mobilitätsverhalten in Bezug auf die Nachhaltigkeit einschätzen und bewerten zu können. Im weiteren Verlauf der Living Lab Studie konnte das Nutzerwissen über die „Literacy“ weiter angereichert werden.

Die Ergebnisse der Auswertung werden als Basis für das Roadmapping genutzt. Ziel ist es, Verbesserungspotentiale der Methodenanwendung abzuleiten. Aufbauend werden in AP 8 Transfermaterialien (Methodenmix, Methodenbeschreibungen und Managementhandbuch) entwickelt und aufbereitet.

7 Literatur

- Bie, J., Bijlsma, M., Broll, G. et al. (2012): "Move better with tripzoom", International journal on advances in life sciences Vol. 4, No. 3 & 4.
- Bliznyuk, A. (2011): "Green Daily Guide. Easier environmentally friendly transportation with the help of mobile technologies", in: Collaboration Technologies and Systems (CTS), 612–617.
- Brynjarsdottir, H., Håkansson, H., Pierce, J., Baumer, E., DiSalvo, C. und Sengers, P. (2012): "Sustainably unpersuaded: how persuasion narrows our vision of sustainability", in: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 947–956.
- Buhl, J., von Geibler, J., Echternacht, L., & Linder, M. (2017). Rebound effects in Living Labs: Opportunities for monitoring and mitigating re-spending and time use effects in user integrated innovation design. Journal of Cleaner Production, 151, 592-602.
- DiSalvo, C., Sengers, P. und Brynjarsdóttir, H. (2010): "Mapping the landscape of sustainable HCI", in: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1975–1984.
- 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.
- 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.
- Fobker, S. und Grotz. R. (2006): "Everyday mobility of elderly people in different urban settings: The example of the city of Bonn, Germany", Urban Studies Vol. 43, No. 1, 99–118.
- Froehlich, J., Dillahunt, T., Klasnja, P. et al. (2009): "UbiGreen: investigating a mobile tool for tracking and supporting green transportation habits", in: Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems, 1043–1052.
- Froehlich, J., Findlater, L., Landay, J. (2010): "The design of eco-feedback technology", in: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1999–2008.
- Gabrielli, S., Maimone, R., Forbes, P. et al. (2013): "Designing motivational features for sustainable urban mobility," in: CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 1461–1466.
- Geibler, J.v., Echternacht, L., Stadler, K., Liedtke, C., Hasselkuß, M., Wirges, M., Führer, J., Rösch, R., Piwowar, 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.
- Geibler, J., Erdmann, L., Liedtke, C., Rohn, H., Stabe, M., Berner, S., et al. (2013). *Living Labs für nachhaltige Entwicklung: Potentiale einer Forschungsinfrastruktur zur Nutzerintegration in der Entwicklung von Produkt- und Dienstleistungen*. Wuppertal: Wuppertal Institut.
- Holleis, P., et al. (2012): "TRIPZOOM: a System to Motivate Sustainable Urban Mobility". In: SMART 2012, The First International Conference on Smart Systems, Devices and Technologies, 101–104.

- 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).
- Jacob, K.; Graaf, L.; Werland, S. (2016): Policy Paper 10: Handlungsbedarfe und Optionen für eine innovationsorientierte Ressourcenpolitik in planetaren Grenzen.
- Jariyasunant, J., Abou-Zeid, M., Carrel, A. et al. (2015): "Quantified traveler: Travel feedback meets the cloud to change behavior", *Journal of Intelligent Transportation Systems* Vol. 19, No. 2, 109–124.
- Jylhä, A., Nurmi, P., Sirén, M., Hemminki, S. und Jacucci, G. (2013): "MatkaHupi: a persuasive mobile application for sustainable mobility", in: *Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication*, 227–230.
- Kensing, F. (2003): "Methods and practices in participatory design", ITU Press Vol. 27.
- Lettenmeier, M., Liedtke, C., Rohn, H. (2013): "A production- and consumption-oriented reference framework for low resource household consumption. Perspectives for sustainable transformation processes of lifestyles", in: *Journal of Resources*, Vol. 2, No. 1.
- Meurer, J., Stein, M., Beil, J. & Wulf, V. (2013): "Untersuchung und Unterstützung von Mobilitätspraxen bei Senioren mit mobilen ICT Lösungen", in: *Wohnen – Pflege – Teilhabe – „Besser leben durch Technik“ - 7. Deutscher AAL-Kongress*.
- Meurer, J., Stein, M., Randall, D., Rohde, M. und Wulf, V. (2014): "Social dependency and mobile autonomy – Supporting older adults' mobility with ridesharing ICT", in: *Proceedings of the 2014 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems CHI*, 1923-1932.
- 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*.
- Meurer, J.; Lawo, D.; Janssen, L. und Wulf, V. (2016): „Desiging Eco-Feedback Tools for Elderly Users in Mobility Contexts“; *Proceedings of the 2016 International Conference on Human Factors in Computing Systems CHI' 16*, ACM Press.
- Pierce, J. und Paulos, E. (2012): "Beyond energy monitors: interaction, energy, and emerging energy systems", in: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 665–674.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F.S. Chapin, III, E.F. et al. (2009): A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472-475, doi:10.1038/461472a.
- Ross, J., Amsel, N., Beckman, R. und Tomlinson, B. (2010): "EcoPath: Adding Spatial, Social, and Gaming Contexts to Personal Tracking Systems", in: *Social Code Report 2010* Vol. 1.
- Schwartz, T., Stevens, G., Ramirez, L. und Wulf, V. (2013): "Uncovering practices of making energy consumption accountable: A phenomenological inquiry", in: *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)* Vol. 20, No. 2, 12.
- Spagnolli, A., Corradi, N., Gamberini, L. et al. (2011): "Eco-feedback on the go: Motivating energy awareness", *Computer* Vol. 44, Nr. 5, 38–45.

- Stadler, K., Geibler, J.v., Geringhoff, L. (2016): Methoden im Living Lab: Sustainable Development Goals – Check im Innovationsprozess von Living Labs. Arbeitspapier im Arbeitspaket 2 (AS 2.1) des INNOLAB Projekts. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Wuppertal.
- Stein, M., Meurer, J., Boden, A. und Wulf, V. 2017. Mobility in Later Life – Appropriation of an Integrated Transportation Platform. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '17).
- Strengers, Y. A. (2011): "Designing eco-feedback systems for everyday life," in: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2135–2144.
- UN (2015): Resolution: Transforming our world the 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> (31.05.2016).
- Watson, D., Acosta Fernández, J., Wittmer, D. und Gravgård Pedersen, O. (2013): "Environmental Pressures from European Consumption and Production. A study in integrated environmental and economic analysis" in: EEA Technical Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Weiner, N. (2010): Business Models in the Internet of Services: Trends and developments on the German IT-sector. Fraunhofer IAO, Berlin.
- Woodruff, A., Hasbrouck, J. und Augustin, S. (2008): "A bright green perspective on sustainable choices", in: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 313–322.
- Wulf, V., Müller, C., Pipek, V. et al. (2015): "Practice-Based Computing: Empirically Grounded Conceptualizations Derived from Design Case Studies", in: Wulf, V., Schmidt, K. und Randall, D. (Hrsg.): Designing Socially Embedded Technologies in the Real-World. London: Springer, 111–150.
- Wulf, V., Rohde, M., Pipek, V. und Stevens, G. (2011): "Engaging with practices: design case studies as a research framework in CSCW", in: Proceedings of the ACM 2011 conference on Computer supported cooperative work, 505–512.