



Technische Universität Dresden, 01062 Dresden

An
die TIB –
Leibniz-Informationszentrum Technik
und Naturwissenschaften und
Universitätsbibliothek
per mail eingereicht an: dtf-edok@tib.eu

Prof. Dr.
Bärbel Fürstenau
Lehrstuhlinhaberin

Bearbeiterin: PD Dr. Inéz Labucay
Telefax: 0351 463-37194
E-Mail: inez.labucay@tu-dresden.de

Dresden, im September 2023

Schlussbericht
Teil I: Kurzbericht
Projekt
Verbraucherteilhabe durch Nachhaltigkeitskompetenz in der Circular Economy

Verbr_CircEcKomp
Förderkennzeichen (FKZ): 28V1408X20
Geschäftszeichen: 313-03.03-28V1408X20
Projektlaufzeit 01.04.2021-31.03.2023

Projektleitung:
Professor Dr. Bärbel Fürstenau, PD Dr. Inéz Labucay

Projektmitarbeiterinnen:
PD Dr. Inéz Labucay, Dr. Maria
Neubauer

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz



Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



1. Ursprüngliche Aufgabenstellung und wiss./techn. Stand, an den angeknüpft wurde

Das Projekt *Verbraucherteilhabe durch Nachhaltigkeitskompetenz in der Circular Economy* hat untersucht, wie Nachhaltigkeitswissen und nachhaltigkeitsbezogenes Verhalten als wichtige Komponenten der Nachhaltigkeitskompetenz (Wiek et al. 2011; Brundiars et al. 2021) von Verbrauchern (Mak/Terryn 2020) gefördert werden können. Hierzu wurden die Bereiche Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) und Nachhaltigkeitshandeln bezogen auf Mobilität zusammengeführt und ein innovativer, eigens für dieses Projekt entwickelter Methodenmix eingesetzt bestehend aus Concept Maps¹, einer Befragung zu Nachhaltigkeitswissen und -handeln, einem Mobilitätstagebuch und einem Nachhaltigkeitsspiel (*Serious Game*). Die ökonomische Forschung zur Kreislaufwirtschaft wurde noch kaum auf das individuelle Nachhaltigkeitshandeln (Verbraucherteilhabe) bezogen, obgleich zu ihrer Umsetzung Veränderungen im Lebensstil erforderlich werden, die dem Einzelnen nicht gravierend erscheinen („light green actions“), jedoch weitreichende Folgen für die Nachhaltigkeit des Systems haben (Katsaliaki/Mustaffee 2015), z. B. beim Recyclingverhalten und in der Mobilität. Mobilitätsnutzerinnen und -nutzer sind bei Interventionen in Städte (z. B. Schaffung eines neuen Verkehrssystems) im Sinne einer „Co-creation“ (Castelnovo/Romanelli 2016) einbezogen, da diese auch die Adressaten des Interventionsergebnisses sind (Cavada/Rogers 2020). Gegenüber der ökologischen Nachhaltigkeit sind die soziale (Fürstenau et al., 2020) und die ökonomische Komponente von Nachhaltigkeit (Stock et al. 2018) bisher weniger berücksichtigt worden. Dies gilt auch für Nachhaltigkeitsspiele (Cavada/Rogers 2020), die kritisches Denken, das Verstehen von Systemzusammenhängen (Simmers/Soderstrom 2017) sowie aktives Experimentieren (Reise et al. 2014) fördern können. Das Projekt adressierte den individuellen Verbraucher in seiner Nachhaltigkeitsbildung und seinem Nachhaltigkeitshandeln in der Mobilität, hier der Wahl der Mobilitätsformen (Tils/Rehaag 2017). Um das „Vakuum“ zwischen Wissen und Handeln bezüglich Nachhaltigkeit zu füllen, ist Visualisierung geeignet, da sie Verbraucher darin unterstützt, ein mentales Modell der abstrakten und häufig unsichtbaren Folgen ihres Handelns zu entwickeln. Diese Visualisierung erfolgte im Projekt u. a. über Concept Maps, die im Kontext eines situativen Nachhaltigkeitsspiels („Serious Game“) erstellt wurden. Durch den Vergleich der Concept Maps von Studierenden mit denen von Expertinnen und Experten („Novizen-Experten-Vergleich“) kann der qualitative Unterschied des vernetzten Wissens gemessen werden, woran sich Maßnahmen zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenz anschließen können.

¹ Concept Maps sind eine strukturelle Darstellung von Wissen, subjektiven Theorien und Informationen in zweidimensionalen Netzwerken (Fürstenau 2018), bestehend aus Propositionen (Konzepten und deren Relationen in Form gerichteter Pfeile).

2. Ablauf

Aufbauend auf eigenen Vorarbeiten zu betriebswirtschaftlichen Planspielen (Sommer/Fürstenau/Ryssel/Kunath 2009, Förster-Kuschel et al. 2014) und Concept Mapping (Fürstenau/Kneppers 2014, Fürstenau 2018, Kneppers/Fürstenau/Dekker/Schellings 2018) wurde der Methodenmix entwickelt. Neben 65 Studierenden aus Wirtschaftswissenschaften, Wirtschaftsingenieurwesen und Wirtschaftspädagogik nahmen 25 Experten und Expertinnen aus Wissenschaft und Praxis, darunter Stadt- und Verkehrsplaner/-innen, Mobilitätsforscher/-innen und Mitarbeitende sowie Leiterinnen und Leiter von Mobilitätsagenturen aus Deutschland am Projekt teil. Mit den Expertinnen und Experten wurden jeweils 45-minütige Interviews geführt, die transkribiert und durch Concept Mapping-Sitzungen begleitet wurden.

3. Wesentliche Ergebnisse

Das im Projekt entwickelte Multi-Methoden-Design hat sich als leistungsfähig in der Anwendung gezeigt. Innovativ war die Kombination von Concept Maps mit einem Serious Game, einer Befragung und Selbstbeobachtung (Mobilitätstagebuch), um Nachhaltigkeitskompetenz ganzheitlich in den Blick zu nehmen. Zwar gab es in Vorgängerstudien eine Kombination aus Spiel und Befragung, jedoch häufig nur als Nachbefragung. Das Spiel MOBILITY® (GLAMUS) wurde im Projekt dagegen in ein *Pre-post Survey Design* sowie eine Längsschnitanlage eingebettet, bezogen auf reales Nachhaltigkeitshandeln über einen längeren Zeitraum (insgesamt 9 Wochen). Frühere Studien haben Konsumtagebücher meist über einen deutlich kürzeren Zeitraum von Tagen oder wenigen Wochen führen lassen. Zwar zeigte sich kein signifikanter Vorteil der Test- gegenüber der Kontrollgruppe der Studierenden, d. h. Wissen und Verhalten in nachhaltiger Mobilität haben sich nicht signifikant durch das Spiel verändert. Dennoch konnten interessante Ergebnisse ermittelt werden: Die Concept Maps der Studierenden zeigten eine gute Qualität im Sinne von gutem Strukturwissen. Die Fähigkeit, strukturelles Wissen auf einen neuen Kontext anzuwenden, stieg nach der Intervention durch das Nachhaltigkeitsspiel. Ein Vergleich mit einer wissenschaftlichen Referenz-Concept Map sowie den Experten-Concept Maps machte deutlich, dass weitere instruktionale Maßnahmen erforderlich sind, um das Potenzial des Ansatzes voll auszuschöpfen (v. a. weitere Reflexionsphasen). Da das Projekt unterschiedliche methodische Zugänge vereint hat und sowohl Studierende als auch Expertinnen und Experten aus der Praxis teilgenommen haben, ergeben sich gute Transfermöglichkeiten der Ergebnisse in die wissenschaftliche Community und die Praxis. So lässt sich das entwickelte Methodensetting etwa durch „Rückwärtstransfer“ in die schulische Bildung für nachhaltige Entwicklung sowie durch „Vorwärtstransfer“ in den Kontext der Beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung übertragen.

Anhang

Literaturverzeichnis

- Brundiers, K. et al. (2021): Key competencies in sustainability in higher education—toward an agreed-upon reference framework. SUSTAINABILITY SCIENCE, 16(1), 13–29. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00838-2>
- Burger, M. et al. (2019): The heterogeneous skill-base of circular economy employment. In: Research Policy, Vol. 48(1), S. 248-261, doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.015.
- Castelnovo, W./Romanelli, M. (2016): Smart Cities Governance: The Need for a Holistic Approach to Assessing Urban Participatory Policy Making. In: Social Science Computer Review, 2016, Vol. 34(6), S. 724-73.
- Cavada, M./Rogers, C. D. F. (2020): Serious gaming as a means of facilitating truly smart cities: a narrative interview. In: Behaviour & Information Technology, Vol. 39 (6), S. 695-710.
- Förster-Kuschel, J., Lützner, S., Fürstenau, B. & Ryssel, J. (2014): Fehlerhafte Concept Maps im betriebswirtschaftlichen Planspielunterricht – Lernen aus eigenen vs. Lernen aus fremden Fehlern. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 110, Heft 3, S. 395-412.
- Fürstenau, B. & Kneppers, L. (2014): Concept Mapping und Zusammenfassen als Lernstrategien beim fallbasierten Lernen. berufsbildung 68, Heft 147, S. 37-39.
- Fürstenau, B. (Hrsg.). (2018): Concept Mapping. Trainings- und Instruktionsbeispiele. Dresdner Beiträge zur Wirtschaftspädagogik 01/2018. TU Dresden. Lehrstuhl Wirtschaftspädagogik.
- Fürstenau, L. B. et al. (2020): Link between sustainability and industry 4.0: trends, challenges and new perspectives. IEEE Access, S. 140079-140096. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3012812>
- Katsaliaki, K./Mustafee, N. (2015): Edutainment for Sustainable Development: A Survey of Games in the Field Simulation & Gaming, 46(6), S. 647–67.
- Kneppers, L./Fürstenau, B./Dekker, R./Schellings, G. (2018): Concept Mapping or Summary Writing as Learning Tools in Problem-Oriented Vocational Education and Training. In: Fürstenau, B. (ed.): Dresden Contributions to Vocational Education and Training No. 03/2018. Dresden.
- Mak, V./Terry, E. (2020): Circular Economy and Consumer Protection: The Consumer as a Citizen and the Limits of Empowerment Through Consumer Law. Journal of Consumer Policy (2020), 43, S. 227–248.
- Reise, C., and Müller, B.; Seliger, G. (2014): Resource efficiency learning game - Electric scooter game. Procedia CIRP, 15. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.06.090>

- Simmers, C. A./Soderstrom, S. (2017): A review of the pedagogical tools, games, and simulations in the sustainability classroom. In: Jorge A. Arevalo and Shelley F. Mitchell (Eds.): Handbook of Sustainability in Management Education. In Search of a Multidisciplinary, Innovative and Integrated Approach. Research Handbooks in Business and Management series, S. 201-220.
- Sommer, S./Fürstenau, B./Ryssel/Kunath, J. (2009): Einsatz verschieden stark strukturierter Concept Maps zur Unterstützung des Lernens betriebswirtschaftlicher Inhalte - Eine Untersuchung im Zusammenhang mit dem Planspielunterricht. In: Münk, D./Deißinger, T./Tenberg, R. (Hrsg.): Forschungserträge aus der Berufs- und Wirtschaftspädagogik, S. 20-29. Opladen u. Farmington Hills: Barbara Budrich.
- Stock, T., Obenaus, M., Kunz, S., & Kohl, H. (2018): Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential. Process Safety and Environmental Protection, 118, S. 254–267.
<https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.06.026>
- Tils G./Rehaag R. (2017): Nachhaltige Mobilität durch soziale Innovationen – Potenziale des Carsharing aus Sicht von Konsument/innen. In: Jaeger-Erben M., Rückert-John J., Schäfer M. (eds) Soziale Innovationen für nachhaltigen Konsum. Innovation und Gesellschaft. Springer VS, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16545-1_8
- Wiek, A., and Withycombe, L.; Redman, Charles L. (2011): Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. SUSTAINABILITY SCIENCE, 6(2), 203–218.



Technische Universität Dresden, 01062 Dresden

An
die TIB –
Leibniz-Informationszentrum Technik
und Naturwissenschaften und
Universitätsbibliothek
per mail eingereicht an: dtf-edok@tib.eu

Prof. Dr.
Bärbel Fürstenau
Lehrstuhlinhaberin

Bearbeiterin: PD Dr. Inéz Labucay
Telefax: 0351 463-37194
E-Mail: inez.labucay@tu-dresden.de

Dresden, im September 2023

Schlussbericht
(Teil II Eingehende Darstellung)
Projekt
Verbraucherteilhabe durch Nachhaltigkeitskompetenz in der Circular
Economy

Verbr_CircEcKomp
Förderkennzeichen (FKZ): 28V1408X20
Geschäftszeichen: 313-03.03-28V1408X20
Projektlaufzeit 01.04.2021-31.03.2023

Projektleitung:
Professor Dr. Bärbel Fürstenau, PD Dr. Inéz Labucay

Projektmitarbeiterinnen:
PD Dr. Inéz Labucay, Dr. Maria Neubauer

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz



Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

1. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Position Gesamtfinanzierungsplan	Entstandene Ausgaben insgesamt bis einschl. 2023	Gesamtfinanzierungsplan
0812	158.089,66	155.574,24
0817	0,00	0,00
0820	0,00	0,00
0822	7.234,38	8.432,20
0831	0,00	117,00
0834	0,00	760,00
0835	922,25	5.496,00
0843	51,00	1.500,00
0846	476,60	2.327,00
0850	0,00	0,00
Summe:	166.773,89	174.206,44

2. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit

2.1 Zielsetzung und Forschungsstand

Der vorliegende Projektbericht fasst die Ergebnisse des Projekts *Verbraucherteilhabe durch Nachhaltigkeitskompetenz in der Circular Economy* (Verbr_CircEcKomp, Förderkennzeichen 28V1408X20) zusammen, das nach einer Laufzeit von zwei Jahren plangemäß zum 31.03.2023 abgeschlossen wurde.

Das Projekt hat mit Nachhaltigkeitskompetenz in der Kreislaufwirtschaft (Circular Economy), insbesondere mit dem Bereich der nachhaltigen Mobilität, eine wichtige Fragestellung aufgegriffen. Es folgte damit dem in aktuellen Studien häufig geäußerten Bedarf an evidenzbasierter Forschung sowohl zur Mobilisierung des Verhaltens von Verbrauchern für das Gelingen der Nachhaltigkeitswende („Verbraucherteilhabe“) (Grugel 2017, Clark et al. 2019) als auch zur Entwicklung der Nachhaltigkeitskompetenz von Verbrauchern. Das Projekt ging davon aus, dass fehlendes Nachhaltigkeitshandeln als eine Komponente von Nachhaltigkeitskompetenz auf einen Mangel an Wissen, insbesondere Zusammenhangswissen (als weiteren Aspekt von Nachhaltigkeitskompetenz), bei Verbrauchern zurückzuführen ist.

Um das „Vakuum“ zwischen Wissen und Handeln bezüglich Nachhaltigkeit zu füllen, ist Visualisierung ein probates Mittel, da diese Verbraucher darin unterstützt, ein mentales Modell der abstrakten und häufig unsichtbaren Folgen ihres Handelns zu entwickeln. Diese Visualisierung erfolgte im Projekt u. a. über Concept Maps, die im Kontext eines situativen

Nachhaltigkeitsspiels („Serious Game“) erstellt wurden. Concept Maps sind eine strukturelle Darstellung von Wissen, subjektiven Theorien und Informationen in zweidimensionalen Netzwerken (Fürstenau 2018) bestehend aus Propositionen (Konzepte und deren Relationen, dargestellt durch gerichtete Pfeile).

Durch den Vergleich der Concept Maps von Studierenden mit denen von Expertinnen und Experten („Novizen-Experten-Vergleich“) kann der qualitative Unterschied des vernetzten Wissens gemessen werden, woran sich Maßnahmen zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenz anschließen können.

Die Notwendigkeit der geleisteten Projektarbeit begründet sich aus dem Forschungsstand. Aus diesem ist zum einen ersichtlich, dass es Bedarf an Methoden zur Vermittlung von Nachhaltigkeitskompetenz an junge Verbraucher gibt. Dabei wurde bislang insbesondere das Potenzial von Nachhaltigkeitsspielen nicht ausgeschöpft (Redman et al. 2021, Stanitsas et al. 2019). Das Projekt konnte auf eigenen Vorarbeiten zu *Serious Games*, v. a. zu betriebswirtschaftlichen Planspielen (Sommer/Fürstenau/Ryssel/Kunath 2009, Förster-Kuschel et al. 2014) sowie dem Concept Mapping (Fürstenau/Kneppers 2014, Fürstenau 2018, Kneppers/Fürstenau/Dekker/Schellings 2018) aufbauen.

Zum anderen wurde die ökonomische Forschung zur Kreislaufwirtschaft noch kaum auf die individuelle Ebene des Nachhaltigkeitshandelns bezogen, obgleich zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft Veränderungen im Lebensstil von Verbrauchern erforderlich werden. Änderungen im Konsumverhalten mögen für den Einzelnen nicht gravierend erscheinen („light green actions“), können jedoch weitreichende Folgen für die Nachhaltigkeit des Systems haben (Katsaliaki/Mustaffee 2015), z. B. betreffend das Konsum- und Recyclingverhalten, den Energieverbrauch und die Mobilität.

Im Projekt wurde der individuelle Verbraucher durch seine Nachhaltigkeitsbildung und sein Nachhaltigkeitshandeln in der Mobilität einbezogen. Nachhaltigkeitshandeln betraf hier die Wahl der Mobilitätsformen (Tils/Rehaag 2017). Mobilitätsnutzerinnen und -nutzer, hier Studierende, sind bei Interventionen in Städte (z. B. Schaffung eines neuen Verkehrssystems) durch ihr Mobilitätsverhalten im Sinne einer „Co-creation“ einbezogen (Castelnovo/Romanelli 2016). Die Nachhaltigkeitskompetenz der Nutzerinnen und Nutzer von Mobilität einzubeziehen ist wichtig, da diese auch die Adressaten des Ergebnisses der Intervention im Bereich Mobilität sind (Cavada/Rogers 2020).

Gegenüber der ökologischen Nachhaltigkeit sind die soziale Komponente (Fürstenau et al., 2020) und die ökonomische Komponente von Nachhaltigkeit (Stock et al. 2018) bisher weniger berücksichtigt worden. Das gilt auch für *Serious Sustainability Games* oder

Nachhaltigkeitsspiele (Cavada/Rogers 2020). Nachhaltigkeitsspielen wird für die Bildung für nachhaltige Entwicklung ein hoher Wert eingeräumt, da sie zu kritischem Denken und zum Verstehen von Systemzusammenhängen beitragen (Simmers/Soderstrom 2017). Studierende sind aufgerufen, sich mit sozio-ökologischen Konflikten auseinanderzusetzen (die z. B. durch Umwidmung von Straßenraum in Raum für öffentlichen Nahverkehr oder in Aufenthaltsflächen entstehen), wodurch ein kritisches Bewusstsein für die Umsetzbarkeit der Nachhaltigkeitswende entsteht (Tejedor et al. 2019). Nachhaltigkeitsspiele unterstützen so aktives Experimentieren (Reise et al. 2014) und können Nachhaltigkeitskompetenz (Wiek et al. 2011; Brundiers et al. 2021) fördern. Die Bedeutung von Nachhaltigkeitskompetenz wurde auch durch den Green Deal der Europäischen Kommission unterstrichen, die mit dem *European Sustainability Competence Framework for Life-long Learning* einen umfassenden Katalog an Nachhaltigkeitskompetenzen entwickelt hat (Punie et al. 2022). Nachhaltigkeitskompetenz hat zudem einen hohen Stellenwert beim Eintritt in den Arbeitsmarkt; insbesondere werden komplexe kognitive Fähigkeiten im Management von Zirkularität wichtiger (Burger et al. 2019), das trifft v. a. auf die Transformationssektoren, u. a. Verkehr und Mobilität, zu. Diese Nachhaltigkeitskompetenzen sollen so früh wie möglich, noch vor Eintritt der jungen Verbraucher in das Berufsleben, vermittelt werden.

Um die Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit zu begründen, werden im Folgenden das Untersuchungsdesign, die wichtigsten Meilensteine und die Ergebnisse dargestellt.

2.2 Untersuchungsdesign

Das Projekt *Verbraucherteilhabe durch Nachhaltigkeitskompetenz in der Circular Economy* hat untersucht, wie Nachhaltigkeitswissen (konzeptuelles Wissen und strukturelles Wissen) und nachhaltigkeitsbezogenes Verhalten als wichtige Komponenten der Nachhaltigkeitskompetenz gefördert werden können. Das Projekt führte hierzu die Bereiche Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) und Nachhaltigkeitshandeln bezogen auf Mobilität zusammen und setzte einen innovativen, eigens für dieses Projekt entwickelten Methodenmix bestehend aus Concept Maps, einer Befragung, einem Mobilitätstagebuch und einem Nachhaltigkeitsspiel (*Serious Game*) ein (siehe zum Untersuchungsdesign Abbildung 1).

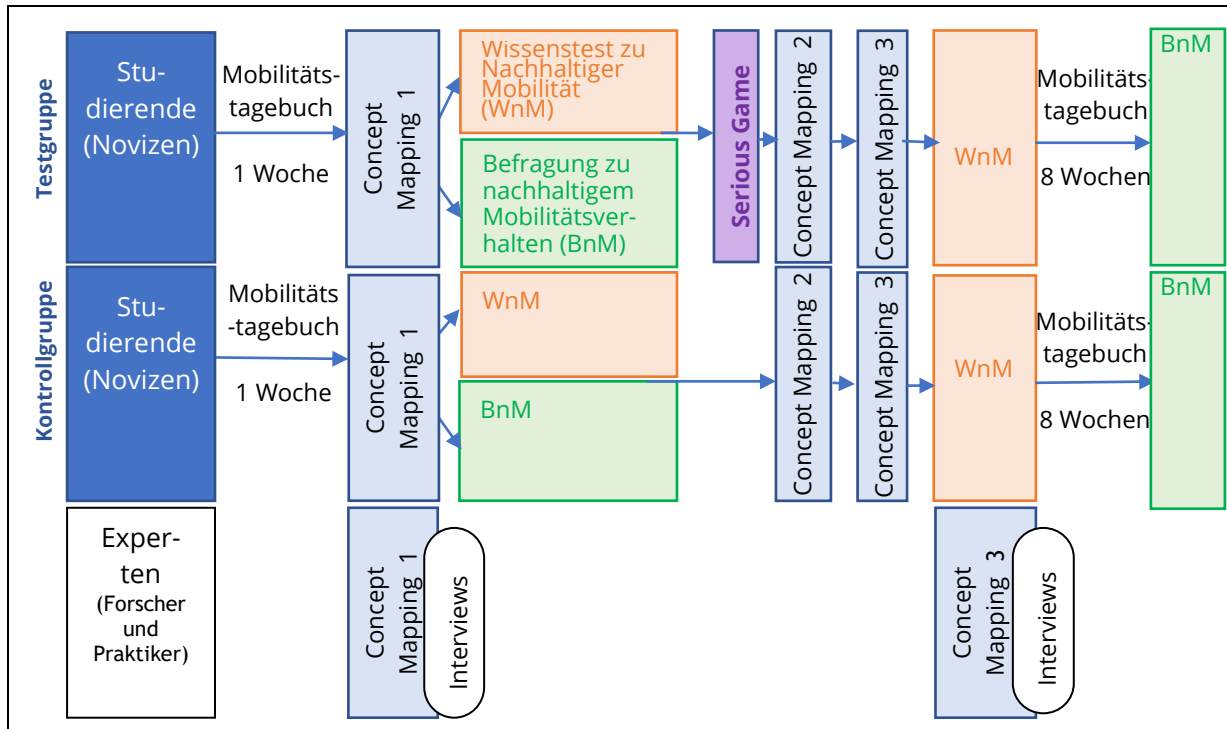


Abbildung 1: Untersuchungsdesign

Neben Studierenden nahmen Expertinnen und Experten aus Mobilitätsforschung und -praxis am Projekt teil. Durch Vergleich der Concept Maps der Studierenden mit denen der Expertinnen und Experten („Novizen-Experten-Vergleich“) wurde der qualitative Unterschied des vernetzten Wissens erfasst mit dem Ziel, Maßnahmen zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenz zu entwickeln.

Dem Projekt lagen die folgenden **Forschungsfragen** zugrunde:

Ist ein Nachhaltigkeitsspiel (*Game-based Learning Approach*), unterstützt durch Concept Mapping, geeignet, um die Entwicklung von Nachhaltigkeitswissen und nachhaltigkeitsbezogenem Verhalten zu unterstützen (wichtige Komponenten der Nachhaltigkeitskompetenz)?

Wie unterscheiden sich die Wissensnetze (Concept Maps) von Novizen und Expertinnen und Experten in Bezug auf Nachhaltigkeit?

2.3 Hauptergebnisse und Schlussfolgerungen

Das im Projekt entwickelte Multi-Methoden-Design (siehe Abbildung 1) hat sich als leistungsfähig in der Anwendung gezeigt. Neben 65 Studierenden aus

Wirtschaftswissenschaften, Wirtschaftsingenieurwesen und Wirtschaftspädagogik nahmen 25 Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Praxis, darunter Stadt- und Verkehrsplaner/-innen, Mobilitätsforscher/-innen und Mitarbeitende sowie Leiterinnen und Leiter von Mobilitätsagenturen aus Deutschland am Projekt teil (siehe Anhang 4). Mit den Expertinnen und Experten wurden jeweils 45-minütige Interviews geführt, die transkribiert und durch Concept Mapping-Sitzungen begleitet wurden.

Zwar zeigte sich kein signifikanter Vorteil der Test- gegenüber der Kontrollgruppe der Studierenden, d. h. in beiden Gruppen haben sich Wissen und Verhalten in nachhaltiger Mobilität nicht signifikant durch das Spiel verändert. Dennoch konnten interessante Ergebnisse ermittelt werden: Die Concept Maps der Studierenden zeigten eine gute Qualität im Sinne von gutem Strukturwissen. Die Fähigkeit, strukturelles Wissen auf einen neuen Kontext anzuwenden, stieg nach der Intervention durch das Nachhaltigkeitsspiel. Ein Vergleich mit einer Referenz (aus dem wissenschaftlichen Forschungsstand abgeleitete Map) sowie den Experten-Concept Maps machte deutlich, dass weitere instruktionale Maßnahmen (v. a. weitere Reflexionsphasen) erforderlich sind, um das Potenzial des Ansatzes voll auszuschöpfen.

Da das Projekt unterschiedliche methodische Zugänge vereint hat und sowohl Studierende als auch Mobilitäts-Expertinnen und Experten aus der Praxis teilgenommen haben, ergeben sich gute Transfermöglichkeiten der Ergebnisse in die wissenschaftliche Community und die Praxis (siehe Abschnitt Transfer des vorliegenden Berichts). Im Folgenden werden die Projektergebnisse nach Projektjahren zusammengefasst und kurze Zusammenfassungen der jeweils erzielten Zwischenergebnisse (Quartalsergebnisse) präsentiert.

2.4 Übersicht über die Projektergebnisse nach Projektjahren

2.4.1 Übersicht über das erste Projektjahr (04/2021-03/2022)

Im ersten Projektjahr wurden die Arbeitspakete 1-4 abgeschlossen und der erste Teil des Arbeitspakets 5 bearbeitet. Es folgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete sowie eine Kurzzusammenfassung der wesentlichen Zwischenergebnisse pro Quartal.

In Arbeitspaket 1 wurde eine Recherche zur Schnittstelle zwischen Concept Mapping und Nachhaltigkeitsspielen durchgeführt und der wissenschaftliche Forschungsstand zu Nachhaltigkeitsspielen in der Smart City mit Schwerpunkt Mobilität erhoben. Bei nachhaltiger

Mobilität handelt es sich um eine Konkretisierung des gewählten Themas Circular Economy im Forschungsantrag. Nachhaltige Mobilität eignet sich als übergreifende thematische Klammer gut, da sie die aktive Rolle des Verbrauchers als Consumer Citizen, wie im Forschungsantrag ausgeführt, einfordert und die Studienteilnehmenden zur aktiven Teilnahme motiviert. Parallel zu den laufenden Forschungsarbeiten wurde ein systematisches Review zum Thema Serious Sustainability Games im Bereich Mobilität erstellt (aktuell in der abschließenden Bearbeitung). Dies ist aus folgenden Gründen wichtig:

- Erstens wurden damit die Gestaltungsbedingungen erfolgreichen Spieleinsatzes ermittelt (u. a. die Motivation der Spielteilnehmenden, flankierende Maßnahmen zur didaktischen Unterstützung) und die Auswirkung von Spielen auf Kompetenz herausgearbeitet. Beide Aspekte sind erfolgssichernd für die Datenerhebung, da auch im Projekt ein Spiel aus dem Bereich Mobilität eingesetzt wurde.
- Zweitens wurde sichergestellt, dass die Interpretation der Ergebnisse vor dem Hintergrund etablierter Forschungsergebnisse erfolgt. Da eine Erarbeitung des Reviews parallel zu den weiteren Projektschritten erfolgte, hatte es keine Auswirkung auf die Erreichbarkeit der Meilensteine.

Zudem wurde entsprechend dem Arbeitspaket eine Auswahl an Spielen zusammengestellt, die als Nachhaltigkeitsspiel, gegebenenfalls in einer angepassten Form, eingesetzt werden können. Das Nachhaltigkeitsspiel wird im Rahmen des Untersuchungsdesigns als Intervention eingesetzt. Die Auswirkung der Intervention wurde durch den eingesetzten Methodenmix (bestehend aus Concept Mapping, Befragung und Mobilitätstagebuch) erfasst. Concept Mapping hat dabei sowohl den Charakter einer Intervention als auch einer Erhebungsmethode. Die Kombination aus Spiel und Concept Mapping fördert vernetztes Denken und eine aktive Rolle der Teilnehmenden. Es wurde (im Vorgriff auf Arbeitspaket 3) ein geeignetes Spiel identifiziert, das nachhaltige Mobilitätsentscheidungen und ihre Auswirkungen auf den Systemzusammenhang anschaulich für die Teilnehmenden simuliert. Bei beiden Methoden, Spiel und Concept Mapping, wurde die Umsetzung einer Online-Datenerhebung vorgesehen. Bei den Nachhaltigkeitsspielen wurden daher Online-Simulationen zu Nachhaltigkeit und Mobilität gesichtet und geprüft, ob die Datenerhebung online erfolgen kann. Es wurde entschieden, das Concept Mapping virtuell mithilfe der visuellen Kollaborationsplattform (MIRO), einem Online-Whiteboard, durchzuführen. Für das Concept Mapping mittels MIRO wurde ein Trainingsbeispiel erstellt. Damit wurde die Grundlage geschaffen für Arbeitspaket 3 des zweiten Projektquartals, in dem das geeignete Spiel bestimmt, gegebenenfalls angepasst und getestet werden sollte.

Gegenstand des Arbeitspakets 2 bis zum Ende des ersten Projekt-Quartals (Juni 2021) war außerdem die Entwicklung der Methode Concept Mapping und des Vorwissenstests. Zum Concept Mapping liegen, wie auch im Projektantrag ausgeführt, umfangreiche Projekterfahrungen der Projektleiterin vor (u. a. bezogen auf das Training von Concept Mapping, vgl. Fürstenau 2018). Daher wurde der erste Teil des Arbeitspakets 2 auf die Anpassung des Concept Mapping auf den Schwerpunkt Mobilität und Nachhaltigkeit konzentriert. Es wurde (im Vorgriff auf Arbeitspaket 4) außerdem das Experimentaldesign entworfen, das u. a. die zu rekrutierenden Gruppen, deren Gruppenstärke und die genaue Abfolge der methodischen Schritte bestimmt. Darin enthalten ist auch die Entwicklung der Befragung, insbesondere des Wissenstests.

Zwischenergebnis 1. Quartal: Zum Ende des ersten Quartals lag eine in Textform dokumentierte Übersichtsrecherche zum Stand der Literatur zu Nachhaltigkeitsspielen in der Circular Economy, vor allem mit Bezug auf Mobilität vor. Der Wissenstest wurde so konzipiert, dass er auf die Inhalte des Nachhaltigkeitsspiels, insbesondere Mobilität, abgestimmt war. Das Experimentaldesign sowie ein Trainingsbeispiel zum Concept Mapping (auf Basis der virtuellen Kollaborationsplattform MIRO) lagen ebenfalls vor.

Gegenstand der Arbeiten des 2. Quartals waren der Abschluss des Arbeitspakets 2 und der weitgehende Abschluss des Arbeitspakets 3 (laut Meilensteinplan abzuschließen bis Oktober 2021).

In diesem Quartal wurden die Texte zum Concept Mapping (Situationen, die den Teilnehmenden geschildert werden als Grundlage für die Mapperstellung, siehe zu einem Beispiel Anhang 1) sowie die zugehörigen Referenzmaps erstellt. Weiter wurde eine Instruktion für die Durchführung des Concept Mapping erarbeitet, die die Grundlage für den Test dieser Erhebungsmethode ist und die den Teilnehmenden (Studierende der Test- und Kontrollgruppe und Expertinnen und Experten), die häufig nicht mit der Methode vertraut sind, deren Anwendung erleichtert. Das bereits im vergangenen Quartal erstellte Trainingsbeispiel zum Concept Mapping wurde um eine Trainingseinheit zum Umgang mit der visuellen Kooperationsplattform MIRO erweitert, da zu diesem Zeitpunkt endgültig feststand, dass die Datenerhebung virtuell erfolgen würde. Dieses Material wurde als vertonte Präsentation abgefasst, die die Teilnehmenden asynchron jederzeit aufrufen konnten.

Es wurde außerdem ein Tool zur Selbstbeobachtung (Mobilitätstagebuch) entwickelt, das die Teilnehmenden nutzen sollten, um ihr nachhaltigkeitsbezogenes Verhalten (hier: Mobilität und Nachhaltigkeit) zu dokumentieren. Es bildet im Rahmen des Experimentaldesigns einen Maßstab zum Vorher-Nachher-Vergleich des nachhaltigkeitsbezogenen Verhaltens. Ein Fragebogen zur Ermittlung des eingebrachten Wissens (Vorwissenstest) – orientiert am Nachhaltigkeitsspiel – wurde ebenso erstellt wie eine Befragung zum nachhaltigkeitsbezogenen Verhalten, angelehnt an die CSC (*Consciousness for Sustainable Consumption*)-Skala. Bei der CSC-Skala handelt es sich um eine multi-dimensionale Skala, die die Nachhaltigkeitsdimensionen (ökologisch/ökonomisch/sozial) mit deren Bedeutung aus Sicht der Konsumenten gewichtet. Die Skala ist wissenschaftlich fundiert und auf Reliabilität und Validität getestet. Sie eignet sich damit zur Erhebung von Nachhaltigkeitshandeln (in Anlehnung an Balderjahn et al. 2013).

Zwischenergebnis 2. Quartal: Zum Ende des zweiten Quartals lag das komplette Instrumentarium, bestehend aus Interventions- und Erhebungsmethoden, im Einzelnen Nachhaltigkeitsspiel, Concept Mapping, Befragung zum nachhaltigkeitsbezogenen Wissen und Verhalten sowie Selbstbeobachtung durch Mobilitätstagebuch vor. Damit konnte sich im kommenden Quartal der Methodentest anschließen.

Im 3. Quartal wurden das 3. und 4. Arbeitspaket bearbeitet und abgeschlossen, und der Meilenstein „Planung und Test des Untersuchungsdesigns“ (vorgesehen für 15. November 2021) wurde erreicht. In der Zeit vom 26.-28.10.2021 und 09.-11.11.2021 wurde das im vergangenen Quartal fertig gestellte Untersuchungsdesign im Rahmen der Seminarveranstaltung „Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeitskompetenz“ (Konzeption und Durchführung PD Dr. Inéz Labucay) an der TU Dresden getestet. Am Methodentest nahmen 35 Studierende teil. Hierbei erwiesen sich die Instrumente Concept Mapping, Befragung und Mobilitätstagebuch als leistungsfähig. Auch die Instruktionen zu Concept Mapping und Befragung, die Feedback-Möglichkeiten für die Teilnehmenden und die im Projekt durchgängig virtuell durchgeführte Datenerhebung und -sicherung haben sich im Methodentest bewährt. Die organisatorische Durchführung der Datenerhebung im Rahmen eines Seminars, die auch im Rahmen der Hauptuntersuchung geplant ist, erwies sich als effektiv. So traf die virtuelle Umsetzung (Hochladen der Concept Maps auf eine Plattform sowie Beantworten des Fragebogens online mittels LimeSurvey) auf eine hohe Akzeptanz, wie die stabile Teilnahme (Uploadzahlen) zeigte.

Geringfügige Anpassungen der Instrumente wurden im Anschluss im Hinblick auf die Hauptuntersuchung bei der Formulierung einzelner Frageitems aus der Befragung (Wissenstest) und bzgl. des Ausfüllkomforts des Mobilitätstagebuchs vorgenommen. Beim Wissenstest legte das sehr gute Abschneiden aller Teilnehmenden den Schluss nahe, dass die Frageitems für die Hauptuntersuchung im Schwierigkeitsgrad anzuheben waren.

Eine Korrektur wurde beim Methodenteil Serious Game notwendig. Hier entsprach das durch den Vertragspartner (eine IT-Firma) gelieferte Spiel nicht den vereinbarten Anforderungen, so dass von dem Spiel in dieser Form Abstand genommen werden musste. Kosten sind hierdurch im Rahmen des Projekts nicht entstanden. An Stelle des ursprünglichen Spiels wurde das durch das Unternehmen GLAMUS in Kooperation mit der Bauhausuniversität Weimar entwickelte Spiel MOBILITY gewählt, das in der Hauptuntersuchung eingesetzt wurde. Für die Durchführung der Hauptuntersuchung des Projekts mit Studierenden wurden Lehrveranstaltungen im Sommersemester 2022 und im Wintersemester 2022/23 vorgesehen, um die erforderliche Zahl an Teilnehmenden zu erreichen und Gruppenunterschiede methodisch herausarbeiten zu können.

Zwischenergebnis 3. Quartal: Die Interventions- und Erhebungsmethoden lagen komplett vor und wurden (bis auf das Spiel) im Rahmen einer Lehrveranstaltung im Wintersemester 21/22 zum Thema Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeitskompetenz erfolgreich getestet. Die Teilnehmenden entstammten der auch für die Hauptuntersuchung vorgesehenen Zielgruppe (Masterstudierende aus Wirtschaftspädagogik und Betriebs- bzw. Volkswirtschaftslehre). Der Test des Spiels erfolgte zu Beginn des 4. Quartals.

Im 4. Quartal wurde das 5. Arbeitspaket (Untersuchungsdurchführung) bearbeitet.

Durch die Bauhausuniversität Weimar/GLAMUS wurde für die Hauptuntersuchung ein auf den Bedarf des Projektes angepasstes Szenario für das Spiel MOBILITY bereitgestellt, das im Rahmen der Zeitvorgabe von 1:40 h Minuten durchgeführt werden konnte. Eine Testversion wurde am 31. Januar 2022 durch die Projektgruppe unter Einschluss von Studierenden getestet mit dem Ergebnis, dass das Spiel im Projekt eingesetzt werden konnte und die Anforderungen vollumfänglich erfüllte.

Das Spiel (siehe Abbildung 2) unterstützt die Simulation nachhaltigen Mobilitätsverhaltens, indem es die Studierenden veranlasst, sich in mehrere Rollen (Mobilitätsnutzerinnen und -nutzer, Mobilitätsplanerinnen und -planer, Stadtverantwortliche, ÖPNV-Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer) hinein zu versetzen.



Abbildung 2: Spiel MOBILITY

Quelle: Screenshot aus MOBILITY, © GLAMUS GmbH 2022, Abdruck mit freundlicher Genehmigung der GLAMUS GmbH

Insbesondere waren die Teilnehmenden aufgerufen, sich neben ihrer Rolle als Konsument (der durch die Wahl seiner Mobilitätsform Einfluss auf Nachhaltigkeit nimmt) in die Lage eines Stadt- und Mobilitätsplaners zu versetzen, der häufig miteinander im Konflikt stehende Ziele vereinbaren muss. So ist eine hohe Erreichbarkeit sicherzustellen, was auch Straßenbau, z. B. zur Anbindung von Gebäuden, einschließt. Dies steht meist, insbesondere angesichts bestehender Stadtstruktur, im Konflikt mit dem Ziel der Senkung von Emissionen, was einen Ausbau des ÖPNV, aber auch Maßnahmen wie Telearbeit und neue Antriebstechnologien beinhaltet, deren Konsumentenakzeptanz unsicher sind. Die Studierenden lernen spielerisch, strategische Entscheidungen zu treffen, ihre Entscheidungen bei Bedarf zu korrigieren und in der vorgegebenen Zeit angesichts von Zielkonflikten Prioritäten zu setzen. Ziel ist die Erhöhung von Nachhaltigkeit (ökologisch, ökonomisch, sozial), gleichzeitig sind Arbeitsplätze zu schaffen, damit die Stadt wächst. Die Studierenden sind zudem aufgerufen, den Erfolg ihrer Maßnahmen zu kontrollieren (siehe Nachhaltigkeitsindex Abbildung 3).

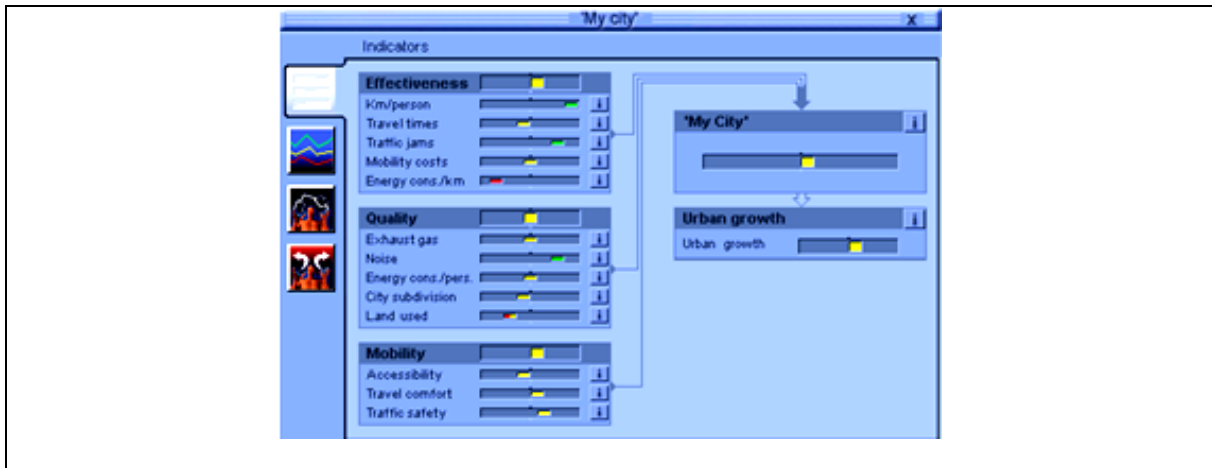


Abbildung 3: Nachhaltigkeitsindex mit Teilindizes im Spiel MOBILITY

Quelle: Screenshot aus MOBILITY, © GLAMUS GmbH 2022, Abdruck mit freundlicher Genehmigung der GLAMUS GmbH

Zum Abschluss des Quartals wurden im März 2022 Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Praxis per E-Mail kontaktiert, um sie für eine Projektteilnahme zu gewinnen. Insgesamt haben 25 Expertinnen und Experten an einer jeweils 45-minütigen Concept-Mapping-Session teilgenommen, die online, unterstützt durch die Kollaborationsplattform MIRO und Videoaufzeichnung, durchgeführt wurde. Diese Teilnahme von Expertinnen und Experten am Projekt war erforderlich, um die entsprechenden Concept Maps zu generieren, die neben der wissenschaftlich fundierten Referenzmap eine weitere Benchmark für die Lösungen der studentischen Teilnehmenden bildeten und damit die Basis für die qualitative und quantitative Auswertung der Daten lieferten.

Es wurde im Hinblick auf die wissenschaftliche Verwertung ein erster Konferenzbeitrag eingereicht bei der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft für ihre Kommissionstagung 2022 zum Thema "Ökologische, gesellschaftliche und individuelle Umbrüche und ihre Bedeutung für Bildung für nachhaltige Entwicklung". Der Beitrag wurde angenommen und bei der Tagung vom 05. bis 07.09.2022 an der Goethe Universität/Frankfurt durch Frau Dr. Maria Neubauer vorgetragen. Das positive Feedback zum Vortrag wurde für die Projektbearbeitung aufgenommen (u. a. die Bedeutung von Reflexion, die im Projekt z. B. in Form des Concept Mapping erfolgt).

Zwischenergebnis 4. Quartal: Die Methodenprüfung und -adaption in Folge des Pilots wurde abgeschlossen und auch das Spiel erfolgreich getestet. Die Rekrutierung von Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Praxis wurde abgeschlossen, es konnte dabei ein ausgeglichenes Verhältnis von Wissenschaft und Praxis erreicht werden (14:11).

2.4.2 Übersicht über das zweite Projektjahr (04/2022-03/2023)

Im 5. Quartal wurde plangemäß das 5. Arbeitspaket (Durchführung des ersten Teils der Untersuchung mit Studierenden und Expertinnen und Experten) beendet. Die Datenerhebung durch Interviews, begleitet durch Concept Mapping, wurde mit 25 Teilnehmenden aus der Praxis durchgeführt, darunter auch ein Interview zum Concept Mapping mit dem Mitentwickler des *Serious Game*. Mit diesem Teilnehmenden wurde ein weiteres Interview geführt, um Einblick in den Systemzusammenhang, der aus Entwicklersicht dem Spiel zugrunde liegt (Variablen und ihr Zusammenhang), zu erhalten. Die Ergebnisse wurden zur Validierung des Wissenstests verwendet. Die Interviews wurden mittels Audio-/Video-Technik und die resultierenden Concept Maps mit der Online-Kollaborationsplattform MIRO aufgezeichnet sowie mit den Expertinnen und Experten individuell in einer finalen Feedbackrunde abgestimmt.

Im Rahmen des 5. Arbeitspakets wurde die Datenerhebung durch Concept-Mapping, Befragung, Mobilitätstagebuch und *Serious Game* mit Studierenden im Sommersemester 2022 (ab April 2022) durchgeführt. Die Datenerhebung mit Studierenden wurde im Wintersemester 2022/23 fortgesetzt und abgeschlossen, um die erforderliche Zahl an Teilnehmenden zu erreichen und Gruppenunterschiede methodisch herausarbeiten zu können. Ein Beispiel für die einer Concept Map zugrundeliegende Situation ist Anhang 1, eine studentische (Probanden-)Concept Map sowie eine Referenzmap sind den Anhängen 2 und 3 zu entnehmen.

Zwischenergebnis 5. Quartal: Die Untersuchung konnte erfolgreich mit Studierenden (alle Teile des Untersuchungsdesigns, siehe Abbildung 1) und Expertinnen und Experten (Interviews und Concept Mapping) durchgeführt werden.

Plangemäß wurde im 6. Quartal das Arbeitspaket 6 bearbeitet (Datenanalyse bezogen auf Wissenstest, Concept Maps und Befragung zu Mobilitätsverhalten) und damit der für September 2022 vorgesehene Meilenstein erreicht. Als Teil dieses Arbeitspakets wurden die Concept Maps der Studierenden in ein Datenformat übersetzt (Codierung), das sie der

weiteren Auswertung zugänglich macht, und ebenso mit den Concept Maps der Expertinnen und Experten aus der Praxis verfahren, die den Vergleichsmaßstab der Wissensnetze der Studierenden bilden. Die Concept Maps der Studierenden wurden zudem durch ein Scoringverfahren bewertet, das erfasst, wie gut die Passung von Concept Map und Referenz war und wie gut die Qualität der Maps insgesamt war. Dabei wurde 1 Punkt für vollständig richtige Relationen, 0.5 Punkte bei teilweise richtigen Relationen (z. B. bei verkehrter Wirkungsrichtung), 0 Punkte bei nicht nachvollziehbaren Relationen und -1 Punkt bei falschen Relationen vergeben (z. B. wenn ein Teilnehmender formulierte, dass ein Anstieg der Emissionen zu einem Anstieg des Emissionsgrenzwertes führe statt zu einem Anstieg des Gesamtniveaus an Emissionen). Die höchste Punktzahl wurde bei Deckungsgleichheit der Maps der Studierenden mit der Referenz vergeben. Die Codierung erfolgte durch zwei Wissenschaftler/Wissenschaftlerinnen in engem Austausch miteinander, so dass abweichende Codierungsentscheidungen diskutiert und konsensuell darüber entschieden wurde. Das Ergebnis des Concept Mapping wurde netzwerkanalytisch ausgewertet. Zudem wurden die Experten-Interviews wörtlich transkribiert, um eine weitergehende qualitative Datenauswertung zu ermöglichen. Ziel war die Erstellung einer Veröffentlichung, die aus den Experteninterviews Erkenntnisse für die Gestaltung der Mobilitätstransition ableitet.

Zwischenergebnis 6. Quartal: Die Concept Maps der Studierenden und Experten wurden codiert und netzwerkanalytisch ausgewertet. Ebenso wurde die Datenanalyse bezogen auf Wissenstest und Befragung zum Mobilitätsverhalten vorgenommen.

Im 7. Quartal wurde die Datenerhebung und Datenanalyse durch Concept-Mapping, Befragung, Mobilitätstagebuch und Serious Game mit Studierenden des Wintersemesters 2022/23 fortgesetzt und abgeschlossen. Zudem wurde das Arbeitspaket 7 bearbeitet, dies betrifft die Dateninterpretation. Im Dezember 2022 wurde mit der Berichterstattung begonnen. Im Hinblick auf den Transfer der Projektergebnisse wurden Zeitschriftenbeiträge eingereicht bzw. befinden sich in der Fertigstellung zur Einreichung (siehe folgenden Abschnitt zum Transfer der Projektergebnisse).

Zwischenergebnis 7. Quartal: Die Datenanalyse der vollständigen Erhebung lag vor (inkl. der im Wintersemester, im Zeitraum Oktober-Dezember 2022, erhobenen Daten). Für den Ergebnistransfer wurde mit der Erstellung von Zeitschriftenbeiträgen begonnen.

Im 8. Quartal wurde die Berichterstattung fortgesetzt und abgeschlossen.

Zwischenergebnis 8. Quartal: Die Ergebnisse wurden aufbereitet und Zeitschriftenbeiträge erstellt. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf *Game-based Learning* und Concept Maps. Weitere Zeitschriftenartikel zur Mobilitätstransition aus Sicht der Expertinnen und Experten und zum Experten-Novizen-Vergleich werden zur Einreichung vorbereitet.

2.4.3 Zusammenfassung der Projektergebnisse

Innovativ am vorliegenden Projekt war die Kombination von Concept Maps mit einem nachhaltigkeitsbezogenen Spiel (Serious Game), einer Befragung zu Nachhaltigkeitswissen und -handeln und Selbstbeobachtung (Mobilitätstagebuch). Dadurch konnte Nachhaltigkeitskompetenz ganzheitlich in den Blick genommen werden. Zwar gab es in einigen Vorgängerstudien eine Kombination aus Spiel und Befragung, jedoch häufig nur als Nachbefragung. Das Spiel MOBILITY war in der vorliegenden Studie dagegen in ein *Pre-post Survey Design* eingebettet. Der vorliegenden Studie lag zudem eine Längsschnittanlage zugrunde bezogen auf real beobachtetes Nachhaltigkeitshandeln über einen längeren Zeitraum (insgesamt 9 Wochen). Frühere Studien haben Konsumtagebücher meist über einen deutlich kürzeren Zeitraum von Tagen oder nur wenigen Wochen führen lassen. Das im Projekt entwickelte Multi-Methoden-Design (siehe Abbildung 1) hat sich als leistungsfähig in der Anwendung gezeigt. Es haben 65 Studierende aus Wirtschaftswissenschaften, Wirtschaftsingenieurwesen und Wirtschaftspädagogik sowie 25 Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Praxis, darunter aus Stadt- und Verkehrsplanung, Mobilitätsforschung und Mobilitätsagenturen, in Deutschland am Projekt teilgenommen.

Zwar zeigte sich kein signifikanter Vorteil der Test- gegenüber der Kontrollgruppe der Studierenden, Wissen und Verhalten in nachhaltiger Mobilität haben sich nicht signifikant durch das Spiel verändert. Dennoch konnten interessante Ergebnisse ermittelt werden:

Die Concept Maps der Studierenden zeigten eine gute Qualität im Sinne von gutem Strukturwissen. Die Concept Maps der Experimentalgruppe erreichten die höchsten Punktwerte, nachdem sie das Nachhaltigkeitsspiel MOBILITY gespielt hatten, d. h. die Fähigkeit, strukturelles Wissen auf einen neuen Kontext anzuwenden, stieg nach der Intervention durch das Nachhaltigkeitsspiel. Das Scoringverfahren erlaubte es, Propositionen in den Maps der Studierenden dann als korrekt zu werten, wenn diese sich von der Referenz zwar unterschieden, aber dennoch korrekte Systemzusammenhänge erfassten. So wurden z. B. alle Propositionen der studentischen Concept Map in Anhang 2 als korrekt gewertet (1

Punkt pro Proposition), bis auf eine ("Car Sharing verbessert Reisequalität"). Diese Map wies auch die größte Nähe zur Referenz auf (Anhang 3) und ist somit die elaborierteste Map unter den Studierenden-Maps. Der Vergleich der Studierenden-Maps insgesamt mit der jeweiligen Referenz sowie den Experten-Concept Maps zeigte große Abweichungen, d. h. dass deutliche Unterschiede in der Nachhaltigkeitskompetenz (hier des vernetzten Wissens) der Studierenden zur Referenz und zu den Experten bestehen. Die Studierenden bildeten also nur einen Bruchteil der möglichen und wünschenswerten Nachhaltigkeits-Relationen ab, gemessen an der Referenz und den Expertenmaps. Dies macht deutlich, dass weitere instruktionale Maßnahmen erforderlich sind, um das Potenzial des Ansatzes nicht nur (1) zur Erfassung des Wissensgefälles zwischen Expertinnen und Experten einerseits und Novizen andererseits und (2) zur Messung der Wissens- und Verhaltensänderung durch Game-based Learning, sondern auch (3) zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenz voll auszuschöpfen. Weitergehende Überlegungen schließen sich im nachfolgenden Abschnitt an.

3. Nutzen und Verwertbarkeit der Projektergebnisse

Erste Schlussfolgerungen zur Interpretation der Projektergebnisse wurden durch Frau Dr. Maria Neubauer am 07.09.22 auf der Kommissionstagung der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft (DGfE) zum Thema „Ökologische gesellschaftliche und individuelle Umbrüche und ihre Bedeutung für die Bildung für nachhaltige Entwicklung“ an der Goethe Universität Frankfurt am Main vorgestellt. Schlussfolgerungen zum Einsatz von Game-based Learning im Kontext Nachhaltigkeit wurden durch Frau PD Dr. Inéz Labucay am 05.11.22 zum Thema „Einsatz von Game-based Learning in der Bildung für Nachhaltige Entwicklung“ auf der TUD Sylber-Konferenz an der TU Dresden vorgestellt, die sich speziell an Lehrkräfte richtete, die Bildung für nachhaltige Entwicklung in verschiedenen Schulstufen vermitteln. Die weitergehende Verwertung der Projektergebnisse erfolgt in wissenschaftlichen Zeitschriftenbeiträgen (siehe Abschnitt 5).

4. Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Während der Projektlaufzeit ist dem Zuwendungsempfänger kein Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen bekannt geworden.

5. Geplante Veröffentlichungen nach Nr. 5 NABF

Ein Beitrag zum Thema *Mobility Transition* ist zur Einreichung bei einer wirtschaftswissenschaftlichen Zeitschrift in Vorbereitung (Schwerpunkt qualitative Auswertung der Expertinnen- und Experteninterviews). Ein weiterer Beitrag ist in Bearbeitung, in dem die Novizen-Concept Maps den aggregierten Expertinnen- und Experten-Concept Maps gegenübergestellt und Empfehlungen gegeben werden, wie Bildungsprozesse organisiert werden können, um eine Annäherung der mentalen Modelle zwischen Novizen und Expertinnen und Experten zu erreichen. In einem weiteren Beitrag wird ermittelt, wie zusätzliche Reflexionsinstrumente die Teilnehmenden beim Transfer des durch das Nachhaltigkeitsspiel angeregten nachhaltigkeitsbezogenen Verhaltens in ihr tägliches Nachhaltigkeitshandeln unterstützen können.

Im Sinne eines fortgeschriebenen Verwertungsplans ist zudem vorgesehen, das erfolgreich entwickelte und getestete Methodensetting zum einen als „Rückwärtstransfer“ durch Einsatz in der schulischen Bildung für nachhaltige Entwicklung zu nutzen. Nachhaltigkeitskompetenz-Erwerb auf schulischer Ebene ergänzt die im Projekt auf universitärer Ebene adressierte Verbraucherkompetenz und schafft die Voraussetzungen, dass Nachhaltigkeitskompetenzentwicklung so früh wie möglich einsetzen kann, solange mentale Modelle und Nachhaltigkeitsroutinen sich noch nicht verfestigt haben und Veränderungen gegenüber zugänglich sind.

Die Ergebnisse lassen sich zudem als „Vorwärtstransfer“ in die Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) einbringen. Dadurch soll erreicht werden, dass nachhaltigkeitsbezogenes Wissen und Handeln im beruflichen Kontext (durch Fachexperten) in den Unternehmen praktiziert und multipliziert werden. Hierfür kann das entwickelte, sich als leistungsfähig erwiesene, Instrumentarium nahtlos übertragen werden. Dabei besteht eine hohe Anschlussfähigkeit an den BBNE-Schwerpunkt des Bundesinstituts für Berufliche Bildung und die Circular Economy-Ziele der Europäischen Union (Skawińska 2019). Eine hohe Relevanz der weitergehenden Nutzung der Projektergebnisse ergibt sich v. a. im Hinblick die Förderung von Nachhaltigkeitskompetenz, um Arbeitsmarktfähigkeit in Transformationssektoren und den damit zusammenhängenden Dienstleistungssektoren zu erreichen bzw. zu erhalten. Im Hinblick auf industrielle Symbiose (und die dazu erforderlichen Kompetenzen) ist zudem eine Anschlussfähigkeit an traditionelle *High-carbon* Sektoren gegeben. Die Ergebnisse können für die Nachhaltigkeitsbildung in Universitäten,

Schulen und, im Verständnis der OECD, zur Konsumentenbildung (z. B. in Reallaboren/Citizen Science Labs) genutzt werden.

6. Zusammenfassende Empfehlungen

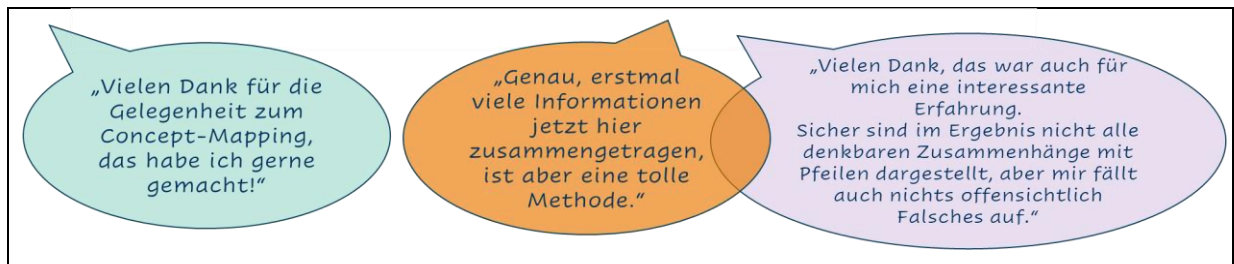
Zukünftige Verbraucher und Entscheidungsträger werden derzeit noch nicht aktiv in die Verbraucherpolitik eingebunden (Grugel 2017), dies kann aber durch Einbeziehung von Nachhaltigkeitskompetenz in die Hochschulbildung ausgeglichen werden. Die Projektergebnisse unterstreichen den Bedarf an Unterstützungsmaßnahmen, um das Potenzial von *Game-based Learning* in der Entwicklung von Nachhaltigkeitskompetenz zu nutzen. Concept Maps haben ihre Eignung zur Simulation und zur Unterstützung beim Aufbau eigenen Nachhaltigkeitshandelns junger Verbraucher gezeigt. Aufbauend auf den Projektergebnissen wird in der Verwertung ein besonderes Augenmerk auf der fokussierten Reflexion der erzielten Kompetenzveränderung liegen. Das bestehende Instrumentarium kann hierzu durch begleitende Maßnahmen wie Reflexionsphasen ergänzt werden, um die Kompetenzveränderung zu festigen und den Transfer in die eigene Lebensrealität (Mobilitätsverhalten im Alltag) sowie in die betriebliche Praxis zu sichern.

Abschließend geben wir Einblick in einige Stimmen der studentischen Teilnehmenden des Projekts bezogen auf das Spiel MOBILITY sowie der Expertinnen und Experten bezogen auf das Concept Mapping. Da nicht explizit nach der gemachten Erfahrung mit den Instrumenten gefragt wurde, sondern in beiden Fällen die Datenerhebung im Vordergrund stand, handelt es sich um spontane Äußerungen.

Spontane Äußerungen von Studierenden der Veranstaltung „Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeitskompetenz“ der Jahrgänge 2022 und 2022/2023 der TU Dresden:



Spontane Äußerungen von Experten, die am Concept Mapping mit der Plattform MIRO (Sessions zu je 45 Minuten) teilgenommen haben:



Literaturverzeichnis

- Balderjahn, I. et al. (2013): Consciousness for sustainable consumption: scale development and new insights in the economic dimension of consumers' sustainability. In: AMS review (Official Publication of the Academy of Marketing Science), 3, S. 181-192.
- Brundiers, K. et al. (2021): Key competencies in sustainability in higher education—toward an agreed-upon reference framework. SUSTAINABILITY SCIENCE, 16(1), 13–29. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00838-2>
- Burger, M. et al. (2019): The heterogeneous skill-base of circular economy employment. In: Research Policy, Vol. 48(1), S. 248-261, doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.015.
- Castelnovo, W./Romanelli, M. (2016): Smart Cities Governance: The Need for a Holistic Approach to Assessing Urban Participatory Policy Making. In: Social Science Computer Review, 2016, Vol. 34(6), S. 724-73.
- Cavada, M./Rogers, C. D. F. (2020): Serious gaming as a means of facilitating truly smart cities: a narrative interview. In: Behaviour & Information Technology, Vol. 39 (6), S. 695-710.
- Clark, N. et al. (2019): Understanding Consumer Disposal Behaviour with Food to Go Packaging in a Move to Circular, Zero Waste Packaging Solutions. Figshare: <https://hdl.handle.net/2134/38205>.
- Förster-Kuschel, J., Lützner, S., Fürstenau, B. & Ryssel, J. (2014): Fehlerhafte Concept Maps im betriebswirtschaftlichen Planspielunterricht – Lernen aus eigenen vs. Lernen aus fremden Fehlern. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 110, Heft 3, S. 395-412.
- Fürstenau, B. & Kneppers, L. (2014): Concept Mapping und Zusammenfassen als Lernstrategien beim fallbasierten Lernen. berufsbildung 68, Heft 147, S. 37-39.
- Fürstenau, B. (Hrsg.). (2018): Concept Mapping. Trainings- und Instruktionsbeispiele. Dresdner Beiträge zur Wirtschaftspädagogik 01/2018. TU Dresden. Lehrstuhl Wirtschaftspädagogik.
- Furstenau, L. B. et al. (2020): Link between sustainability and industry 4.0: trends, challenges and new perspectives. IEEE Access, S. 140079-140096. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3012812>

- Grugel, C. (2017): Verbraucherpolitik statt Verbraucherschutz. In: Kenning, P. et al. (Hrsg.): Verbraucherwissenschaften, doi 10.1007/978-3-658-10926-4_4, S. 51-66, Wiesbaden: Gabler.
- Katsaliaki, K./Mustafee, N. (2015): Edutainment for Sustainable Development: A Survey of Games in the Field Simulation & Gaming, 46(6), S. 647–67.
- Kneppers, L./Fürstenau, B./Dekker, R./Schellings, G. (2018): Concept Mapping or Summary Writing as Learning Tools in Problem-Oriented Vocational Education and Training. In: Fürstenau, B. (ed.): Dresden Contributions to Vocational Education and Training No. 03/2018. Dresden.
- Punie, Y. et al. (Hrsg.) (2022): EUR. Bd. 30955: GreenComp. The European sustainability competence framework. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Redman, A./Wiek, A./Barth, M. (2021): Current practice of assessing students' sustainability competencies: a review of tools. Sustainability Science, 16(1):117–135.
- Reise, C., and Müller, B.; Seliger, G. (2014): Resource efficiency learning game - Electric scooter game. Procedia CIRP, 15. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.06.090>
- Simmers, C. A./Soderstrom, S. (2017): A review of the pedagogical tools, games, and simulations in the sustainability classroom. In: Jorge A. Arevalo and Shelley F. Mitchell (Eds.): Handbook of Sustainability in Management Education. In Search of a Multidisciplinary, Innovative and Integrated Approach. Research Handbooks in Business and Management series, S. 201-220.
- Skawińska, E. (2019): Innovative and socially responsible consumer behaviour in paradigm of circular economy – a research model. Acta Scientiarum Polonorum Oeconomia, 18 (3), S. 83–90, doi: 10.22630/ASPE.2019.18.3.35
- Sommer, S./Fürstenau, B./Ryssel/Kunath, J. (2009): Einsatz verschieden stark strukturierter Concept Maps zur Unterstützung des Lernens betriebswirtschaftlicher Inhalte - Eine Untersuchung im Zusammenhang mit dem Planspielunterricht. In: Münk, D./Deißinger, T./Tenberg, R. (Hrsg.): Forschungserträge aus der Berufs- und Wirtschaftspädagogik, S. 20-29. Opladen u. Farmington Hills: Barbara Budrich.
- Stanitsas, M./Kirytopoulos, K./Vareilles, E. (2019): Facilitating sustainability transition through serious games: A systematic literature review. Journal of Cleaner Production, 208:924–936.

- Stock, T., Obenaus, M., Kunz, S., & Kohl, H. (2018): Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential. *Process Safety and Environmental Protection*, 118, S. 254–267. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.06.026>
- Tejedor, G. et al. (2019): Didactic Strategies to Promote Competencies in Sustainability. *SUSTAINABILITY*, 11(7), 2086. <https://doi.org/10.3390/su11072086>
- Tils G./Rehaag R. (2017): Nachhaltige Mobilität durch soziale Innovationen – Potenziale des Carsharing aus Sicht von Konsument/innen. In: Jaeger-Erben M., Rückert-John J., Schäfer M. (eds) *Soziale Innovationen für nachhaltigen Konsum. Innovation und Gesellschaft*. Springer VS, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16545-1_8
- Wiek, A., and Withycombe, L.; Redman, Charles L. (2011): Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *SUSTAINABILITY SCIENCE*, 6(2), 203–218.

Anhang

Anhang 1: Situation der Concept Map 2

Sie haben im Spiel typische Mobilitätsprobleme kennengelernt, wie sie in jeder größeren Stadt auftreten.

Aufgabenstellung

Ihre Aufgabe ist es, die Hauptfaktoren, die Sie im Spiel kennengelernt haben, zu identifizieren und in einen Kontext zu bringen. Sie können als Ausgangspunkt die nachfolgenden Begriffe verwenden. Überlegen Sie dann, welche weiteren Begriffe Ihnen passend erscheinen, um ein möglichst vollständiges Bild zu erhalten. Bringen Sie alle Begriffe in einer Concept Map in einen sinnvollen Zusammenhang.

Folgende Begriffe sind gegeben:

PKW-Verkehr

ÖPNV

Fahrradverkehr

Fußverkehr

Tempolimit

Stau

Emissionen

Parkgebühren

Lärm

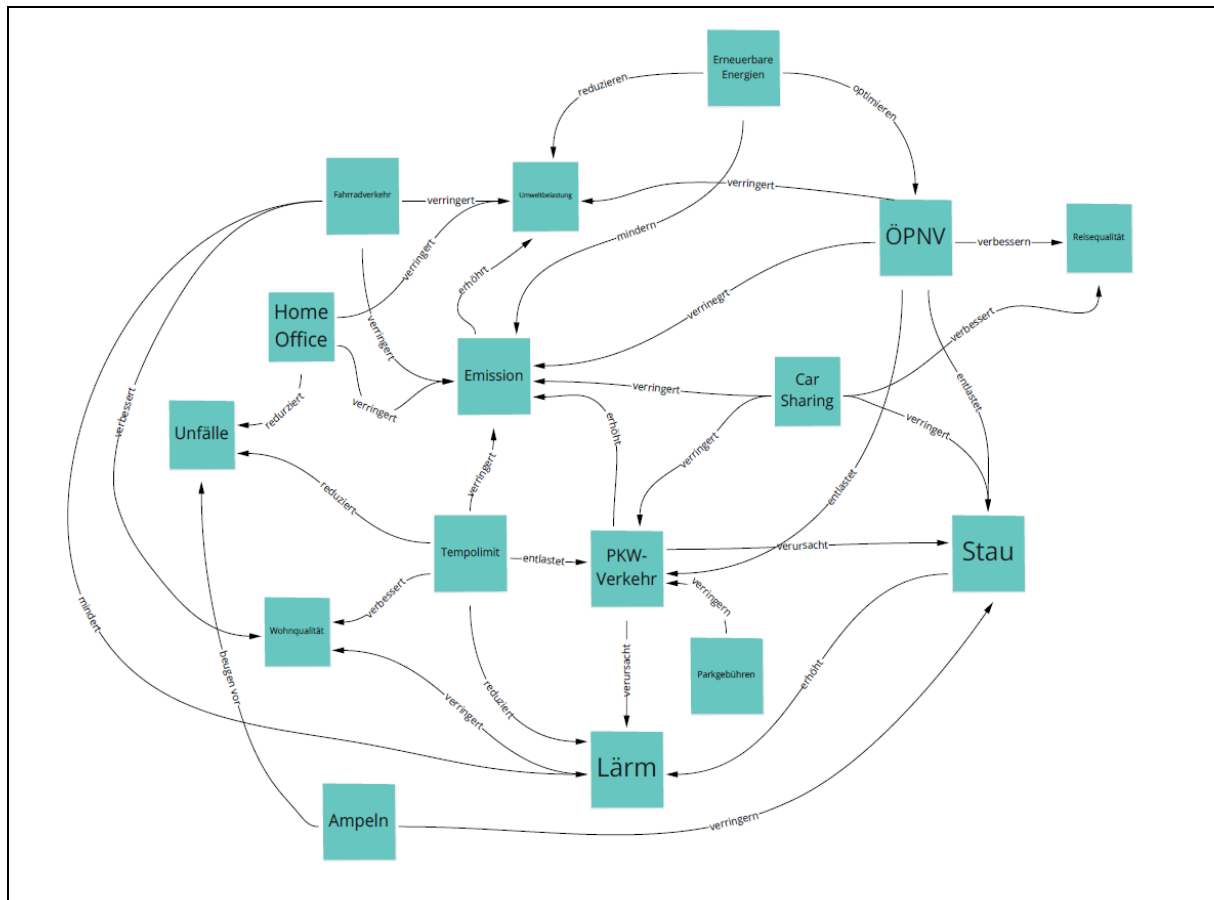
Hier sind zur Erinnerung noch einmal die wichtigsten Regeln zur Erstellung der Map aufgeführt:

- Die Verknüpfungswörter sind meist Verben (möglichst in der Aktivform), es können aber auch Adjektive oder Konjunktionen als Pfeilbeschriftung verwendet werden. Auf unbestimmte oder bestimmte Artikel wird verzichtet.
- Stehen zwei Konzepte in einer Ursache-Wirkungs-Beziehung, ist die Pfeilrichtung der Relation immer von der Ursache zur Wirkung, z. B. Sonne fördert Photosynthese (nicht: Photosynthese wird gefördert durch Sonne) (Fortsetzung nächste Seite)

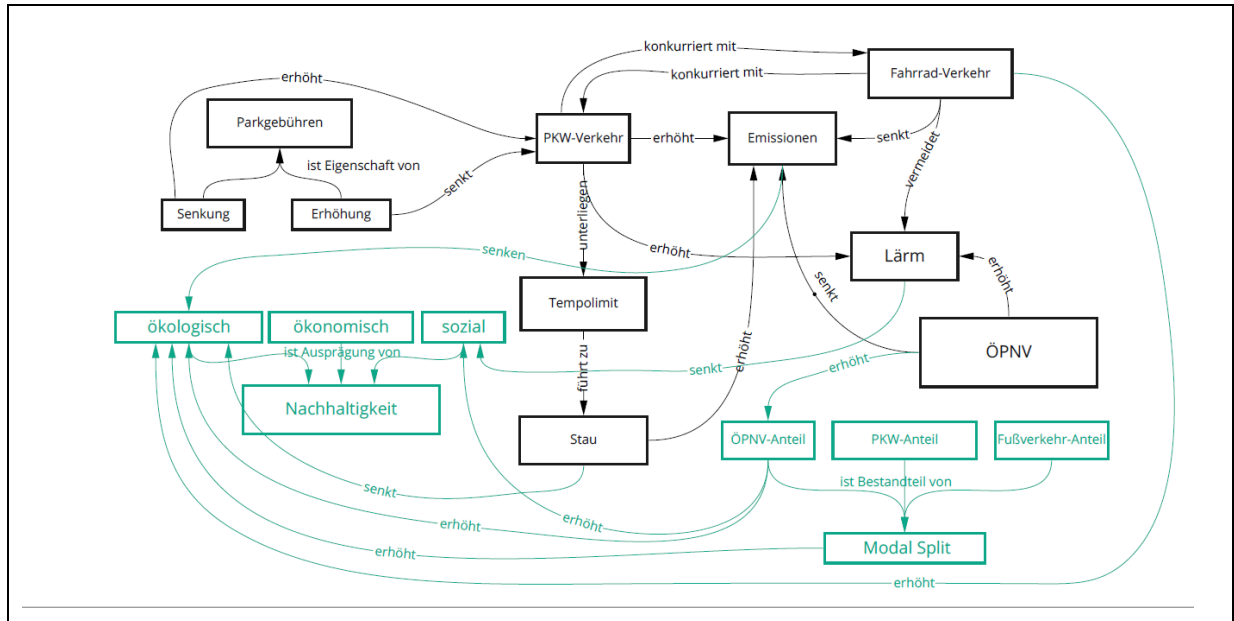
Anhang 1 (Fortsetzung): Situation der Concept Map 2

- Ist ein Konzept einem anderen Konzept untergeordnet, ist die Pfeilrichtung der Relation immer vom untergeordneten zum übergeordneten Begriff (z. B. „Bus ist Beispiel für ein Verkehrsmittel“ und nicht: „Beispiel für ein Verkehrsmittel ist Bus“).
- Besteht ein Konzept aus mehreren Wörtern (z. B. „Resistenz von Pflanzen“), werden sie beim Konzept (im selben Kasten) genannt und nicht in der Relation (nicht: „erhöht Resistenz von“ auf dem Pfeil).

Anhang 2: Beispiel für Probanden-Concept Map 2



Anhang 3: Referenz zur Concept Map 2



Bem.: vorgegebene Begriffe (siehe Anhang 1) sind in schwarzer Farbe, potenzielle Ergänzungen durch weitere Begriffe und Relationen in grüner Farbe wiedergegeben

Anhang 4: Expertinnen und Experten

Wir danken den folgenden Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Praxis recht herzlich dafür, dass sie uns durch die Teilnahme am Concept Mapping ihre Expertise für das Projekt zur Verfügung gestellt haben (in alphabetischer Reihenfolge):

Jana Arnold	Referat 44 - Klimaschutz im Verkehr	Ministerium für Verkehr, Baden- Württemberg
Dipl.-Ing. Steffen Dutsch	Forschungsgruppenleiter	TU Dresden, Professur für Bahnverkehr, öffentlicher Stadt- und Regionalverkehr
Jonas Fesser, M. Sc.	Verkehrsplaner	TransportTechnologie-Consult Karlsruhe GmbH (TTK)
Dr. Philine Gaffron	Oberingenieurin	Institut für Verkehrsplanung und Logistik der TU Hamburg (TUHH)
Jan Peter Glock, M. Sc.	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Umweltbundesamt
Raimo Harder, Dipl.-Ing.	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Bauhausuniversität Weimar, Professur Verkehrssystemplanung
Manuel Harms M.A.	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	TU Dresden, Professur für Humangeographie
Richard Hartl, Dipl.-Wi.-Ing.	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	TU Dresden, Professur für Verkehrsökologie
Dr. Juliane Haus	Wissenschaftliche Mitarbeiterin Digitale Mobilität und gesellschaftliche Differenzierung	Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung
Jonas Horlemann, M. Sc.	Projektleiter	TU München, Lehrstuhl für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung

Anhang 4 (Fortsetzung): Expertinnen und Experten

Dr. Sebastian Imhof	Senior Researcher	Kompetenzzentrum Mobilität, Hochschule Luzern
	Projektleiter Fuss- und Veloverkehr	Amt für Mobilität, Kanton Basel- Stadt
Richard Kaum, M. A.	Bereichsleiter Nachhaltige Mobilität in Kommunen	KEA-BW (Klimaschutz- und Energieagentur BW)
Anne Klein-Hitpaß	Bereichsleiterin Forschungsbereich Mobilität	Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH
Ingo Kollosche, Dipl.- Sozialwissenschaftler	Leiter des Forschungsfelds "Zukunftsforschung & Transformation"	IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH
Vanessa Kügler, M.Sc.	Research Fellow	nexus, Institut für Kooperationsmanagement und interdisziplinäre Forschung GmbH
Udo Lambrecht, Dipl.-Physiker	Fachbereichsleiter Themengebiet Mobilität	ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH
Christoph Meyer, M. A.	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Institut für Verkehrsplanung und Logistik der TU Hamburg (TUHH)
Lukas Minnich, Dipl.-Ing.	Senior Researcher Ressourcen & Mobilität	Öko-Institut e. V.
Dr. Luca Nitschke	Wissenschaftlicher Mitarbeiter Mobilität und Urbane Räume	Institut für sozial-ökologische Forschung
Dipl.-Ing. Matthias Reintjes	Geschäftsführer	mobildenker GmbH

Anhang 4 (Fortsetzung): Expertinnen und Experten

Maximilian Rohs, Dipl.-Wirt.- Ing.	Senior Manager Infrastructure & Mobility	PwC Germany
Jonathan Schreiber, M. Sc.	Researcher Ressourcen & Mobilität	Öko-Institut e. V.
Andreas Schuster, Diplomsozialpädagoge	Bereichsleitung Mobilität	Green City e. V.
Dr. Gabriele Wendorf	Wissenschaftliche Geschäftsführerin	TU Berlin, Zentrum Technik und Gesellschaft
Tim Wörle, M. Sc.	Wissenschaftlicher Mitarbeiter Institut für Verkehrswesen	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Projekt Verbr_CircEcKomp Verbraucherteilhabe durch Nachhaltigkeitskompetenz in der Circular Economy, Förderkennzeichen (FKZ): 28V1408X20

Forschung zur Kreislaufwirtschaft wurde noch kaum auf den Verbraucher bezogen. Das Projekt hat das nachhaltigkeitsbezogene Wissen und Verhalten junger Consumer Citizens (Studierender) in einem innovativen Methodenmix untersucht, bestehend aus Concept Maps (CM), einer Befragung, einem Mobilitätstagebuch und einem Nachhaltigkeitsspiel (Serious Game). Neben 65 Studierenden aus Wirtschaftswissenschaften, Wirtschaftsingenieurwesen und Wirtschaftspädagogik nahmen 25 Expertinnen und Experten aus Stadt- und Verkehrsplanung, Mobilitätsforschung und Mobilitätsagenturen aus Deutschland teil. Ein Vergleich der CM der Studierenden und Experten zeigte qualitative Unterschiede des vernetzten Wissens, aber auch gutes Strukturwissen der Studierenden. Instruktionale Maßnahmen wie die Gelegenheit zur Reflexion sind zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenz wichtig. Das anwendungsorientierte Projekt unterstützt den Transfer der Ergebnisse in die wissenschaftliche Community und die Unternehmenspraxis.

The consumer has not taken centre-stage in research on the Circular Economy so far. The project particularly targeted sustainability related behaviour and awareness of students who are still in their formative stage as a consumer. A mixed-method setting combined Concept Mapping, a serious game, self-observation and a survey in an innovative way. A total of 65 students of Economics, Industrial Engineering and Business Education and Management Training alongside 25 experts from fields such as city and traffic planning, mobility research and mobility service agencies took place in the project. A comparison of the Concept Maps of students (novices) and practitioners (experts) revealed qualitative differences in the interconnectedness of sustainability knowledge but also that students had structural knowledge of good quality. Reflexion has proven to be crucial in fostering sustainability competence. The project results can seamlessly be transferred into scientific and practice settings.