Ortsbezogene Spiele in der BNE – Empirische Untersuchung zur Bewertungskompetenz und zur Veränderung der Naturverbundenheit

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Erziehungswissenschaften

(Dr. paed.)

der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg

vorgelegt von

Joachim Schneider aus Würzburg

Ludwigsburg, Juni 2018

Erstgutachter:

Prof. Dr. Steffen Schaal, Pädagogische Hochschule Ludwigsburg

Zweitgutachter:

Prof. Dr. Armin Lude, Pädagogische Hochschule Ludwigsburg

Drittgutachter:

Prof. Dr. Holger Weitzel, Pädagogische Hochschule Weingarten

Datum des Abschlusses der mündlichen Prüfung:

17.12.2018

Förderung

Die Arbeit entstand im Rahmen des Forschungsprojektes „Biodiversität erleben mit ortsbezogenen Spielen – Biodiversität to go (BioDiv2Go)“, gemeinsam gefördert durch das BMBF und das BMUB/BfN und dem Bundesprogramm für biologische Vielfalt. Förderkennzeichen: 01LC1311A. Projektkoordination: Prof. Dr. Armin Lude, Projektleiter: Prof. Dr. Armin Lude und Prof. Dr. Steffen Schaal (PH Ludwigsburg), Prof. Dr. Christoph Schlieder (Uni Bamberg), Bernd Lampe (DJH). www.finde-vielfalt.de, www.nbs-forschung-umsetzung.de/281.php

Die empirischen Untersuchungen wurden außerdem von der Forschungsförderungsstelle der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg unterstützt.

Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei meinem Betreuer Prof. Dr. Steffen Schaal bedanken, der mich zu dieser Arbeit ermutigt hat und mich wohlwollend durch diese Zeit begleitet hat. Die letzten vier Jahre waren eine sehr intensive Zeit und mein Ziel, meine tägliche Arbeit in der Bildungsarbeit auf eine fundierte Basis zu stellen, hat sich voll erfüllt.

Dies gilt im Weiteren auch für das gesamte BioDiv2Go-Projektteam der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg und der Universität Bamberg mit Prof. Dr. Armin Lude (Projektkoordination). Prof. Dr. Christoph Schlieder, Dr. Sonja Schaal, Anabel Haas, Peter Wullinger, Clemens Klug und Dr. Klaus Stein. Auch als „assoziiertes Mitglied" fühlte ich mich immer als Teil des Projektteams.

Ich bedanke mich bei Klaus Spitzl, dem Geschäftsführer des „Naturpark und Biosphärenreservat Bayerische Rhön e.V.", der mir Freiräume geschaffen hat, die Studie neben meiner regulären Arbeit in der Umweltbildungsstätte Oberelsbach durchzuführen. Allen Kolleginnen und Kollegen im Biosphärenreservat Rhön danke ich für die fachliche und motivierende Unterstützung. Dies gilt insbesondere für Hannelore Rundell, die meine englischen Veröffentlichungen auf sprachliche Korrektheit überprüft hat.

Besonders wichtig in Bezug auf meine Arbeit war auch die Bereitschaft der Lehrerinnen und Lehrer, Schülerinnen und Schüler als Gäste der Umweltbildungsstätte, die sich für die Erhebung der empirischen Daten zur Verfügung gestellt haben.

Für die Hilfe bei der Auswertung dieser Daten danke ich Prof. Dr. Florian Kaiser, Dr. Siegmar Otto und Alexandra Kibbe von der Universität Magdeburg und Prof. Dr. Susanne Bögeholz und Dr. Sabina Eggert von der Universität Göttingen.

Des Weiteren danke ich Prof. Dr. Holger Weitzel von der Pädagogischen Hochschule Weingarten, der sich neben Prof. Dr. Armin Lude als Gutachter für diese Arbeit bereiterklärt hat.

Persönlich bedanken möchte ich mich bei Dr. Sascha Zinn, der mich zu einer solchen Arbeit inspiriert hat und bei Ilka Seichter für die liebevolle Unterstützung und die Geduld in den vergangenen vier Jahren.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 9

2 Umweltbildung und BNE in der digitalisierten Gesellschaft 11

2.1 Umweltbildung: Umweltfreundliches Verhalten als Lernziel 11

2.2 Bildung für nachhaltige Entwicklung: Gestaltungskompetenz 14

2.3 Der Weg in die digitale Gesellschaft 19

2.4 Einsatz von digitalen Medien in Umweltbildung und BNE 25

3 Spiel-Design 27

3.1 Das Projekt „FindeVielfalt – Biodiversität to go“ 27

3.2 Auswahl des Spielfeldes 28

3.2.1 Ökologische Kriterien 30

3.2.2 Pädagogische und organisatorische Kriterien 31

3.2.3 Technische Kriterien 33

3.3 Auswahl der Aufgaben 34

3.3.1 Erkundungsaufgaben 35

3.3.2 Bewertungsaufgaben 38

3.4 Entwicklung der Simulation 39

4 Anlage der empirischen Untersuchung 41

4.1 Forschungsfragen 41

4.2 Auswahl der Messinstrumente 42

4.2.1 Spielfreude 42

4.2.2 Naturverbundenheit 43

4.2.3 Bewertungskompetenz 43

4.2.4 Individuelle Voraussetzungen als Kovariaten 44

4.3 Vergleichsgruppe „Actionbound“ 45

4.4 Pilotierung und Anpassung der Messinstrumente 46

4.4.1 Reduktion der Skalen zur Naturverbundenheit 47

4.4.2 Entwicklung eigener Aufgaben zur Teilkompetenz BE 52

4.4.3 Reduktion der Skala zur Spielfreude 54

4.4.4 Design der Hauptuntersuchung 56

5 Veröffentlichung 1: Geogames in education for sustainable development: Transferring a simulation game in outdoor settings 58
5.1 Abstract 59
5.2 Introduction 60
5.3 Background 61
5.3.1 Game-based learning 61
5.3.2 Location-based learning with mobile devices 62
5.3.3 Connecting Game-based and Location-based Learning with Geogames 62
5.4 Game Design 64
5.4.1 Simulation Geogame 64
5.4.2 Treasure hunt 66
5.4.3 Commonalities and differences of the two game formats 67
5.5 Study design 68
5.5.1 Participants 68
5.5.2 Measurement 69
5.6 Results 69
5.6.1 Enjoyment as an indicator for successful integration of a simulation game 69
5.6.2 Perceived autonomy 71
5.7 Discussion 72
5.8 Conclusions and Perspectives 73
5.9 Acknowledgment 74
6 Veröffentlichung 2: Location-based Smartphone Games in the context of Environmental Education and Education for Sustainable Development - Fostering Connectedness to Nature with Geogames 75
6.1 Abstract 76
6.2 Introduction 76
6.2.1 Location-based Geogames: the project BioDiv2Go 77
6.2.2 Attitude towards nature 78
6.2.3 Fostering connectedness to nature 79
6.3 Research questions and study design 79
6.3.1 Intervention 79

6.3.2 Measurement/Questionnaires 81
6.3.3 Participants 84
6.4 Data analysis and results 84
6.4.1 Connectedness to nature 84
6.4.2 Group effects between the game formats 86
6.4.3 Group effect: type of school 87
6.4.4 Effect of enjoyment during the intervention 87
6.5 Discussion 88
6.6 Future research 90
6.7 Acknowledgments 90
7 Veröffentlichung 3: Smartphone-Spiele in der BNE – Förderung von Bewertungskompetenz durch Geogames 91
7.1 Zusammenfassung 92
7.2 Abstract 92
7.3 Theoretischer Hintergrund 93
7.3.1 Bildung für nachhaltige Entwicklung und Bewertungskompetenz 93
7.3.2 Geogames in der BNE 94
7.4 Wissenschaftliche Fragestellung 95
7.5 Untersuchungsdesign und Forschungsmethodik 95
7.5.1 Interventionsstudie 95
7.5.2 Entwicklung und Adaption der Messinstrumente 96
7.6 Forschungsergebnisse 98
7.6.1 Skalierung der Daten 98
7.6.2 Ergebnisse UG_1 99
7.6.3 Ergebnisse UG_2 101
7.7 Diskussion 101
7.8 Danksagung 104
8 Gemeinsame Diskussion der Ergebnisse 105
8.1 Inhaltliche Überlegungen: Geogames als Methode für Umweltbildung und BNE 105
8.2 Methodische Überlegungen: Geogame vs. Actionbound 109
8.3 Methodische Überlegungen: Anlage der empirischen Untersuchung 112

8.4 Ausblick 115

9 Literaturverzeichnis 116

10 Anhang..... 133

10.1 Endversion des Fragebogens Prä-Test Gruppe 1..... 133

10.2 Endversion des Fragebogens Post-Test Gruppe 1 143

10.3 Screenshots zum Spiel „FindeVielfalt Simulation“ 154

1 Einleitung

Digitale Medien sind noch immer eine Randerscheinung in Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). Auch wenn es vielversprechende Ansätze gibt, die u.a. die mobil-LU-Studie bundesweit dokumentiert hat (Schaal & Lude 2015; Lude, Schaal, Bullinger & Bleck 2013), hört man von Praktikern und Naturschützern kritische Stimmen (vgl. Forkel-Schubert 2010 oder Shultis 2001). Deshalb wird in dieser Arbeit die Frage untersucht, ob sich ortsbezogene Spiele mit Smartphones, sogenannte Geogames, eignen, Naturverbundenheit aufzubauen und komplexere Lernziele der BNE zu erreichen.

Eingebettet ist diese Untersuchung in das Projekt „BioDiv2Go“ (mit der Kommunikationsbezeichnung „Finde Vielfalt“), das die Pädagogische Hochschule Ludwigsburg mit der Universität Bamberg und dem Deutschen Jugendherbergswerk gemeinsam trägt. Ziel ist es, Jugendlichen mit Geogames einen Zugang zum Naturraum vor der Haustür oder in Hotspot-Regionen der Biodiversität zu eröffnen. Durch diese Spiele soll Interesse an biologischer Vielfalt geweckt und Wissen darüber aufgebaut werden (s. Schaal So. 2016). In Erweiterung dieses Ziels untersucht die vorliegende Arbeit die Potenziale der Geogames für Umweltbildung und BNE.

Ortsbezogene Spiele brauchen einen Raum, auf den sie sich beziehen. In diesem Fall ist es die Rhön, die ein solcher „Hotspot für Biodiversität“ und seit 1991 ein UNESCO-Biosphärenreservat ist. Im Unterschied zu Nationalparken sind Biosphärenreservate nicht nur Regionen mit einer schützenswerten biologischen Vielfalt, sondern Modellregionen für eine nachhaltige Entwicklung. Grundlage ist das UNESCO-Programm „Der Mensch und die Biosphäre“ von 1970, das die Wechselwirkung von Mensch und Natur in den Mittelpunkt des Interesses stellt (vgl. Deutsches MAB Nationalkomitee 2004).

Damit liegen die Spiele organisatorisch und inhaltlich an der Schnittstelle zwischen Naturschutz und Nutzung von Ressourcen durch den Menschen. Die Motivation für die vorliegende Arbeit war die Erstellung und Auswertung einer pädagogischen Intervention auf der Grundlage von BNE, die eine Abwägung von Naturschutz und (nachhaltiger) Naturnutzung thematisiert, und damit über die „klassische“ Umweltbildung hinausgeht. Das Verhältnis dieser beiden Ansätze ist, wie ein Blick in die internationale (vgl. Hesselink, van Kempen & Wals 2000) und nationale Diskussion (vgl. Lude 2013; Lude et al. 2013), aber auch in das aktuelle Rahmenkonzept für das Biosphärenreservat Rhön (Regierung von Unterfranken 2017, S. 266ff.) zeigt, weder in der Wissenschaft, noch in der Bildungspraxis abschließend geklärt. Im Abschnitt 2.1 und 2.2 werden diese Begriffe ausführlicher behandelt und für diese Arbeit eingeordnet.

Der weit größere Umbruch, im Vergleich zur Entwicklung der Bildungsarbeit, ist der Wandel zur digitalen Gesellschaft. Abschnitt 2.3 stellt diesen dar und beschreibt mögliche Auswirkungen auf die Natur und das Naturbild des Menschen. Welche Ansätze digitale (mobile) Medien für Umweltbildung und BNE heute schon bieten, folgt im Abschnitt 2.4.

Darauf aufbauend wird der Design-Prozess des als pädagogische Intervention erstellten Geogames in Kapitel 3 dargestellt.

Mit dem Untersuchungs-Design, der Auswahl und Anpassung der Messinstrumente eröffnet Kapitel 4 den empirischen Teil der Arbeit, der die Möglichkeiten von digitalen ortsbezogenen Spielen für die Förderung von Naturverbundenheit (also eben nicht der Ablenkung von Natur) und Bewertungskompetenz (als Abwägung zwischen Naturschutz und Naturnutzung) untersucht.

Das Konferenzpaper „Geogames in education for sustainable development: Transferring a simulation game in outdoor settings" (Kapitel 5) widmet sich dem Design-Prozess des Geogames und belegt die gelungene Integration eines Simulationsspiels im Themenbereich der Ökologie mittels der Spielfreude als Indikator.

Die Ergebnisse zur Förderung der Naturverbundenheit werden in Kapitel 6 mit dem Titel „Location-based Smartphone Games in the context of Environmental Education and Education for Sustainable Development - Fostering Connectedness to Nature with Geogames" dargestellt und diskutiert.

Das komplexe Konstrukt der Bewertungskompetenz ist das Thema der dritten Studie „Smartphone-Spiele in der BNE – Förderung von Bewertungskompetenz durch Geogames" in Kapitel 7.

Abschließend werden die Studien gemeinsam in Kapitel 8 in Bezug auf die Eignung der Geogames als Methode der Umweltbildung und der BNE diskutiert.

2 Umweltbildung und BNE in der digitalisierten Gesellschaft

2.1 Umweltbildung: Umweltfreundliches Verhalten als Lernziel

Der Ansatz der „Umwelterziehung“ hat sich in den 1970er Jahren als Reaktion auf die ökologischen Krisen dieser Zeit (Ölkrise, Waldsterben, Grenzen des Wachstums) etabliert (Bolscho, Eulefeld & Seybold 1980; Eulefeld 1981). Die Feststellung, dass reine Naturschutzmaßnahmen nicht zur Bewältigung der Umweltprobleme ausreichen, führte zur Konzipierung erster didaktischer Modelle, um durch Bildung einen „Beitrag zur Sicherung der Lebensgrundlage für die Zukunft [zu] leisten“ (Bolscho, Eulefeld & Seybold 1980, S. 15). Die „problem- und handlungsorientierte Umwelterziehung“ (ebd.) baute auf die international schon länger entwickelte „environmental education“ auf, war von Beginn an interdisziplinär angelegt und sollte den Lernenden den Erwerb „ökologischer Handlungskompetenz“ ermöglichen. Diese wurde definiert als „Fähigkeit und Bereitschaft zum Handeln unter Berücksichtigung ökologischer Gesetzmäßigkeiten“ (ebd.). Empfohlene Methoden dafür waren praktische Projektarbeiten wie Kartierungen, Biotoppflege oder das Anlegen eines Lehrpfades, aber auch die Förderung von Teamfähigkeit, Lernkompetenz und Partizipation (ebd., S. 25).

Kritisiert wurde die Umwelterziehung von der Ökopädagogik – als zweite Strömung dieser Zeit – dafür, dass sie mit einer „ökonomischen-technischen Orientierung“ und einem anthropozentrischen Weltbild die Umweltprobleme als mit vorhandenen Mitteln lösbar ansieht, ohne die grundsätzlichen Denk- und Handlungsstrukturen ändern zu müssen (Beer 1984). Die Ökopädagogik vertrat im Gegensatz dazu einen biozentrischen Ansatz, der der Natur, auch unabhängig vom Menschen, einen Wert zusprach, forderte ein dialogisches Verhältnis zwischen Lehrenden und Lernenden und ein „offenes Auge für die Fülle des Utopischen“ (de Haan 1984, S. 83 ff.). Die „naturwissenschaftlich-technische Naturbeherrschung“, die sie auch der Umwelterziehung vorwirft, bezeichnet sie als „blind ohne Wissenschafts- und Technikkritik“ und ohne die „Frage nach der Geschichte der Natur“ (ebd., S. 86 ff.). Damit wirft sie grundlegende Fragen auf, was Natur eigentlich ist und wie sich der Mensch dazu verhält bzw. verhalten soll. Dies erweitert den Horizont um Aspekte der Dritte Welt- und Friedensbewegungen (Beer 1984, S. 154). Lernen geschieht in diesem Modell v.a. informell in konkreten Situationen, weshalb der Lehrende als „Lerninitiator“ eine moderierende, beratende und organisatorische Rolle hat (ebd., S. 161 ff.).

Als dritter Ansatz verfolgte die „naturbezogene Pädagogik“ einen affektiv-motivationalen Weg zur Bewahrung der Natur (Göpfert 1990). Ästhetische Naturerlebnisse, die durch naturwissenschaftliches Analysieren eher erschwert werden, sollten ein ganzheitliches Naturverständnis fördern. Der Zusammenhang zwischen Naturwahrnehmung und Umweltbewusstsein konnte empirisch nachgewiesen werden und findet auch in aktuelle

Umweltkompetenzmodelle (vgl. Kaiser, Roczen & Bogner 2008) Einzug. Trotzdem wurde an diesem Konzept kritisiert, dass wichtige Faktoren für ein umweltfreundliches Verhalten, wie z.B. konkretes Handlungswissen, nicht berücksichtigt werden (vgl. Hauenschild & Bolscho 2009).

Diese drei Strömungen wurden Ende der 1980er Jahre unter dem Begriff Umweltbildung mehr oder weniger zusammengeführt (Bolscho & Michelsen 1997; Bolscho & Seybold 1996; Beyersdorf, Michelsen & Siebert 1998). Mit dem Terminus *-bildung* statt *-erziehung* wurde, zumindest im deutschsprachigen Raum, eine Ausrichtung auf aufklärerische und kritische Intentionen vollzogen, die der zunehmenden Komplexität der Umweltsituation angemessen erschien. Diese legte auch die Grundlage für das spätere Konzept der BNE (vgl. Hauenschild & Bolscho 2009).

Weiterhin hatte Umweltbildung das Ziel, die Menschen zu umweltfreundlichem Verhalten zu befähigen und zu motivieren (s. z.B. Bogner 1998). Sie vertritt also die Vorstellung eines erwünschten „richtigen" Verhaltens, das durch pädagogische Interventionen erreicht werden kann und soll. Zahlreiche Studien (s. dazu Rost 2002) zeigen, dass diese Maßnahmen zwar zu einer Steigerung des Umweltbewusstseins führen, das Verhalten sich aber nicht ändert. Diese Feststellung zieht sich bis in aktuelle Studien zum Umweltbewusstsein durch: in Gruppendiskussionen teilen Jugendliche zwar ökologische Werte, der Umweltschutz wird aber an Experten delegiert (Gebhard & Holfelder 2015) und die Studie "Zukunft? Jugend fragen!" (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2018) stellt in einer repräsentativen Erhebung ein hohes Umweltbewusstsein fest, beim eigenen Verhalten überwiegt aber die Unsicherheit, was ein Einzelner beitragen kann.

Als Reaktion auf diesen „Graben" zwischen Umweltbewusstsein und Umweltverhalten, sollte die BNE mit neuen Inhalten und methodischen Herangehensweisen eine zukunftsfähige Ausrichtung der Bildungsarbeit ermöglichen. Darauf soll im folgenden Abschnitt 2.2 ausführlich eingegangen werden. Da aber, wie oben schon erwähnt, das Verhältnis von Umweltbildung und BNE nicht abschließend geklärt ist, und beide Ansätze nebeneinander existieren, soll noch ein Blick auf aktuelle Modelle der Umweltbildung geworfen werden.

Denn auch weiterhin werden Umweltbildungsmaßnahmen daraufhin untersucht, ob die TeilnehmerInnen danach ein umweltfreundlicheres Verhalten zeigen oder zumindest die Motivation dafür äußern. Das 2-MEV-Modell (Wiseman & Bogner 2003) ist ein etabliertes und weit verbreitetes Messinstrument (s. dazu Bogner, Johnson, Buxner & Felix 2015), das die Probanden nach den Wertvorstellungen in die zwei Dimensionen Naturschutz (Preservation PRE) und Naturausnutzung (Utilization UTL) einordnet. Eine Verschiebung von UTL nach PRE beschreibt demnach den Erfolg einer Intervention. Die Vorstellung einer nachhaltigen oder positiven Nutzung von Natur kommt in diesem Modell nicht vor, aktuell

wird die Erweiterung des zweidimensionalen Modells durch die Wertschätzung von Natur (Appreciation APP) als dritte Dimension überprüft (Kibbe, Bogner & Kaiser 2014; Bogner 2018). Hier konnten die drei eigenständigen Dimensionen empirisch nachgewiesen werden, mit einer positiven Korrelation zwischen APP und PRE (Bogner, 2018). Damit würde sich dieses Modell an ein differenzierteres Naturbild, in dem nicht nur Schutz und Nutzung als gegensätzliche Einstellungen repräsentiert sind, annähern.

Das aktuellste und empirisch am besten fundierte Modell in diesem Bereich ist das Umweltkompetenzmodell von Kaiser und Kollegen (Kaiser et al. 2008; Roczen, Kaiser, Bogner & Wilson 2014). Es beschreibt die Wirkung von kognitiven und motivationalen Faktoren auf das Umwelthandeln. Dabei ist die Wissensdomäne in drei getrennte Bereiche aufgeteilt: das Systemwissen SYS, das Handlungswissen ACT und das Effektivitätswissen EFF. Als motivationaler Faktor wirkt die Verbundenheit zur Natur ATN (s. Abb. 2.1).

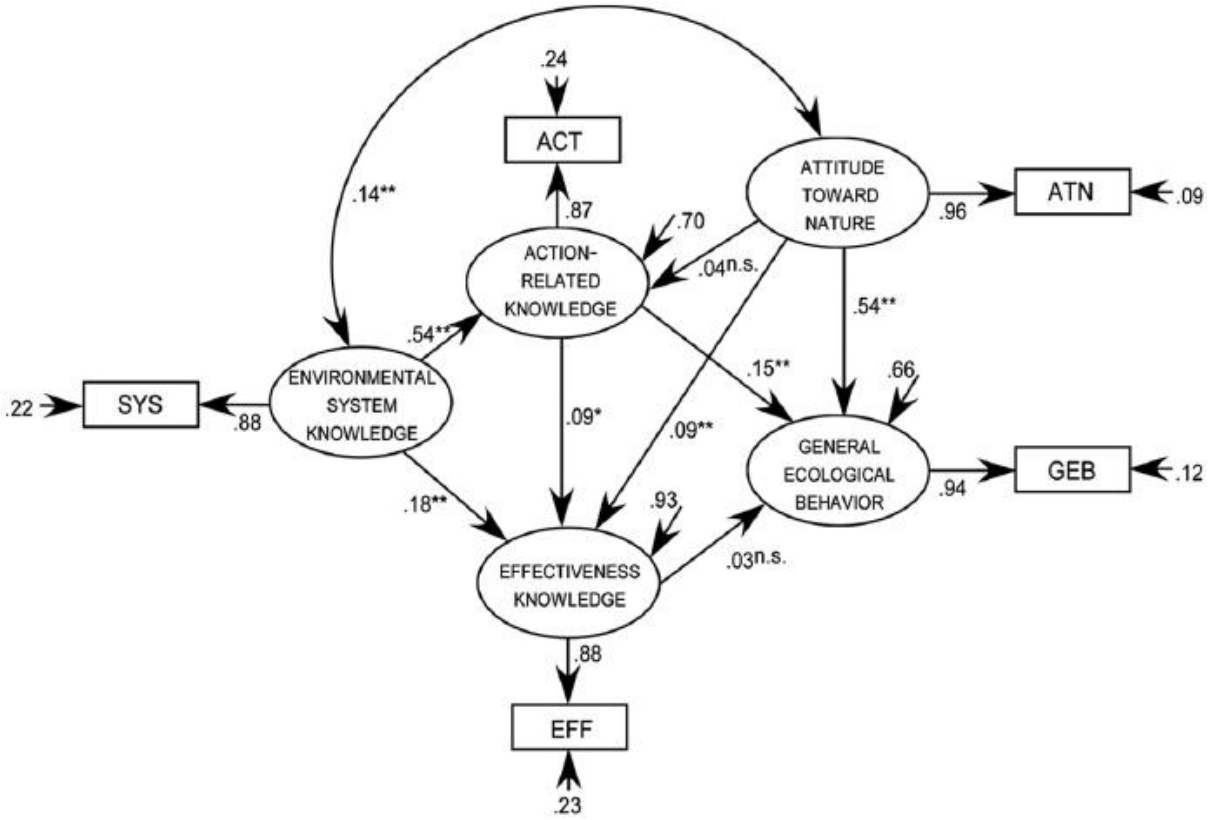


Abb. 2.1 Das Umweltkompetenzmodell nach Roczen et al. (2014): Es beschreibt den Zusammenhang der Wissensdomänen Systemwissen SYS, Handlungswissen ACT und Effektivitätswissen EFF mit dem allgemeinen umweltfreundlichen Verhalten GEB. Hinzu kommt als motivationaler Faktor die Naturverbundenheit ATN. Die ovalen Rahmen repräsentieren die latenten Kompetenzkonstrukte, während die eckigen Boxen die beobachtbaren Variablen, also die Skalen der Messinstrumente darstellen. Die Zahlenwerte neben den Pfeilen beschreiben als Faktorladungen, Regressionskoeffizienten (β-Gewichte) oder Korrelationskoeffizienten den empirisch nachgewiesenen Zusammenhang zwischen zwei Variablen. Pfeile ohne Ursprung weisen den Anteil nicht aufgeklärter Varianz aus.

Das Modell zeigt im kognitiven Bereich keine direkte Wirkung des Systemwissens SYS auf das Umweltverhalten GEB, sondern nur eine vermittelte Wirkung über das

Handlungswissen. Es reicht also nicht aus, z.B. Wissen über den Klimawandel und die Wirkung von CO_2 in der Atmosphäre zu vermitteln, es muss um konkrete Informationen zur CO_2-Reduktion ergänzt werden, um sich auf das persönliche Verhalten auswirken zu können. Die enge Verbindung von SYS und ACT zeigt aber auch, dass Systemwissen als Grundlage für Handlungswissen dient.

Die stärkste direkte Wirkung auf das Umweltverhalten hat allerdings die Naturverbundenheit. Dies wurde in der vorangegangenen Studie von Brügger, Kaiser und Roczen (2011) schon festgestellt, während die relativ schwache Wirkung der Wissenskomponenten unerwartet war (Roczen et al. 2014). Demnach ist es für ein Umweltbildungsprogramm zielführender die Naturverbundenheit zu fördern, statt kognitiv Lerninhalte zu vermitteln. Dieses Ergebnis wurde auch für die vorliegende Studie genutzt, indem sie die Wirkung der Geogames auf die Naturverbundenheit untersuchte (s. Kapitel 6). Neben der direkten Wirkung auf das Umweltverhalten zeigt das Modell noch eine wechselseitige Beziehung zwischen dem Systemwissen und der Naturverbundenheit. Diese kann so verstanden werden, dass eine hohe Naturverbundenheit zur kognitiven Auseinandersetzung mit dem Naturraum führt und umgekehrt.

Das Umweltkompetenzmodell stellt damit eine fundierte Grundlage für Umweltbildungsmaßnahmen zur Förderung von umweltfreundlichem Verhalten dar und liefert zugleich valide und reliable Messinstrumente für die einzelnen Domänen.

2.2 Bildung für nachhaltige Entwicklung: Gestaltungskompetenz

Der heute weitverbreitete Begriff „Nachhaltigkeit“ wurde 1713 von Hans Carl von Carlowitz als Prinzip der Forstwirtschaft eingeführt (Carlowitz & Hamberger 2013), um eine langfristige und stabile Bewirtschaftung der Wälder zu gewährleisten. Die sog. Brundtland-Kommission von 1987 greift diesen Begriff auf und definiert „Nachhaltige Entwicklung“ als eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der heutigen Generation deckt, ohne die Bedürfnisse der kommenden Generation zu gefährden (vgl. Hauff 1987). Mit der „Agenda 21“ als Ergebnis der Konferenz der Vereinten Nationen zu „Umwelt und Entwicklung“ 1992 wird diese zum Ziel aller (politischen) Handlungen auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene (vgl. BMU 1997).

Das aktuellste Dokument dazu wurde 2015 von der UN, aufbauend auf den Milleniums-Entwicklungszielen des Jahres 2000, beschlossen (UN 2015): die „Ziele für nachhaltige Entwicklung“ (sustainable development goals SDG oder Agenda 2030). Im Gegensatz zu den Milleniums-Entwicklungszielen bilden sie eine „universelle Agenda“ (ebd., S. 2) und eine „transformative Vision“ (ebd., S. 4) für alle Nationen, nicht nur für Entwicklungsländer. Es werden Maßnahmen für fünf Bereiche beschrieben: Mensch, Planet, Wohlstand, Frieden und

Partnerschaft. Konkretisiert werden diese in 17 Zielen (s. Tab. 2.1), die anhand von global einheitlichen Indikatoren messbar sind (bzw. messbar gemacht werden sollen).

Ein herausragendes Ziel ist die Bildung, die als „Bildung für alle“ (Ziel 4) zunächst hochwertige (formale) Bildungsstandards fordert, dann aber auch als Bildung für nachhaltige Entwicklung die Voraussetzung für „nachhaltige Lebensweisen, Menschenrechte, Geschlechtergleichstellung, eine Kultur des Friedens und der Gewaltlosigkeit, Weltbürgerschaft und die Wertschätzung kultureller Vielfalt und des Beitrags der Kultur zu nachhaltiger Entwicklung“ (ebd., S. 18) darstellt.

Tab. 2.1 Die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung der UN bis zum Jahr 2030

Die Ziele für eine nachhaltige Entwicklung
1. Armut beenden
2. Ernährung sichern – den Hunger beenden
3. Gesundes Leben für alle
4. Bildung für alle
5. Gleichstellung der Geschlechter
6. Wasser und Sanitärversorgung für alle
7. Nachhaltige und moderne Energie für alle
8. Nachhaltiges Wirtschaftswachstum und menschenwürdige Arbeit für alle
9. Widerstandsfähige Infrastruktur und nachhaltige Industrialisierung
10. Ungleichheit verringern
11. Nachhaltige Städte und Siedlungen
12. Nachhaltige Konsum- und Produktionsweisen
13. Klimawandel bekämpfen
14. Bewahrung und nachhaltige Nutzung der Ozeane und Meeresressourcen
15. Landökosysteme schützen
16. Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen
17. Umsetzungsmittel und globale Partnerschaft stärken

Mit der Formulierung des (politischen) Leitbildes der Nachhaltigen Entwicklung in der Agenda 21 und der Forderung im Kapitel 36 nach „einer weltweiten Bildungsinitiative zur Stärkung von Einstellungen, Wertvorstellungen und Handlungsweisen, die mit einer nachhaltigen Entwicklung vereinbar sind“ (BMU 1997, S. 261) stand die Bildungsarbeit vor einer inhaltlichen und didaktischen Herausforderung: Auch wenn auf Konzepten der Umweltbildung und des Globalen Lernens aufgebaut werden konnte, fehlte ein grundlegendes Konzept für die Bildung für nachhaltige Entwicklung.

Im Lernbereich Globales Lernen wurde ein Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung entworfen, das die Dimensionen Wirtschaft, Umwelt, Soziales und Politik umfasst.

Didaktische Folgerungen für die BNE in Deutschland wurden im Auftrag der Kultusministerkonferenz 2007 im „Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung“ beschrieben und 2016 mit Bezug auf die Agenda 2030 aktualisiert (Engagement Global 2016). Dieser gibt für die Erstellung von Bildungsangeboten das Kohärenzgebot vor, also eine Abstimmung der o.g. Dimensionen aufeinander, um z.B. Zielkonflikte zu vermeiden oder zu vermindern. Für alle Dimensionen werden Handlungsebenen unterschiedlicher Reichweite (individuell/familiär, regional, international, global) identifiziert, die entsprechende Lernmethoden erfordern. Dabei sind die Zieldimensionen immer als Entwicklungsdimensionen zu sehen, die nicht ein normatives Nachhaltigkeitsparadigma transportieren, sondern „in Lernprozessen Orientierung für Analyse, Urteilen und Handeln [geben]“ (ebd., S. 35). Entsprechend werden die drei Kompetenzbereiche Erkennen, Bewerten und Handeln definiert, denen elf Kernkompetenzen zugeordnet sind (z.B. Informationsbeschaffung und -verarbeitung, Perspektivenwechsel und Empathie, Partizipation und Mitgestaltung), die „sich an der Leitperspektive des erfolgreichen Lebens [orientieren]“ (ebd., S. 94).

Bezogen auf die Umweltbildung forderte die „Intergovernmental Conference on Environmental Education“ in Tiflis schon 1977 eine ganzheitliche Perspektive, die ökologische, ökonomische, soziale und politische Aspekte einschließt (UNESCO 1978). Darauf konnte ein Konzept für die BNE aufbauen. Gerade die ökonomische Dimension verlangte aber eine neue Sichtweise auf die Natur, die durch das später definierte Ziel einer Nachhaltigen Entwicklung verstärkt wurde: Beschäftigte sich Umweltbildung ursprünglich v.a. mit dem Schutz natürlicher Ressourcen durch umweltfreundliches Verhalten, impliziert der Begriff Nachhaltigkeit die Nutzung von Ressourcen. Die Definition der Brundtland-Kommission stellt die Bedürfnisbefriedigung der heutigen und der zukünftigen Generationen in den Mittelpunkt, die zwar durch die ökologische Dimension limitiert ist, grundsätzlich aber der ökonomischen Dimension zuzuordnen ist. Sie fordert, wie auch die Agenda 2030, einen gerechten Ausgleich zwischen den Generationen und den Nationen, was für die industrialisierten Länder eine Beschränkung zur Folge hat (oder haben sollte). Im Kern geht es aber nicht um den Schutz von Natur, sondern um die gerechte Verteilung und permanente Erhaltung von natürlichen Ressourcen. Hier gilt es, ein Defizit der Umweltbildung zu erkennen und zu umgehen: Das von Brämer (2004) beschriebene „Bambi-Syndrom“, kann zum Teil sicher auch auf frühere Umweltbildungsmaßnahmen zurückgeführt werden: Kinder und Jugendliche haben eine Vorstellung von Natur als etwas Zerbrechliches, Hilfloses und durch den Menschen Bedrohtes. Die Natur als Rohstoffquelle kommt in diesem Naturbild nicht vor, was der „Jugendreport Natur“ (Brämer 2006) belegt, wenn z.B. auf die Frage „Was schadet der Natur?“ 85% der Befragten das „Fällen großer Bäume“ nennt. Allerdings ist „ohne Verständnis für die Notwendigkeit von Naturnutzung […] das Nachhaltigkeitspostulat

nicht [zu] begreifen“ (ebd.). Es bedarf also eines neuen Blicks auf das Verhältnis von Mensch und Natur.

Didaktisch fordert die BNE auch aus dieser Perspektive eine Entwicklungs-, Werte- und Kompetenzorientierung, „während die klassische Umweltbildung eher konservierend, monovalent (der Schutz der Natur als oberster Wert) und handlungsorientiert war.“ (Rost 2002). Rost schlägt dafür ein Rahmenmodell mit den Bereichen Wissen (Systemkompetenz), Bewerten (Bewertungskompetenz) und Handeln (Gestaltungskompetenz) vor, um Veränderungsprozesse zu gestalten (Rost, Lauströer & Raack 2003). Die Bund-Länder-Kommission für das Programm Transfer-21 hat BNE folgendermaßen definiert: „Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) ermöglicht es dem Individuum, aktiv an der Analyse und Bewertung von nicht nachhaltigen Entwicklungsprozessen teilzuhaben, sich an Kriterien der Nachhaltigkeit im eigenen Leben zu orientieren und nachhaltige Entwicklungsprozesse gemeinsam mit anderen lokal wie global in Gang zu setzen“ (BLK 2007, S. 10).

Hier ist die Gestaltungskompetenz das zentrale Konzept, also die Fähigkeit, „Wissen über nachhaltige Entwicklung anwenden und Probleme nicht nachhaltiger Entwicklung erkennen zu können. Das heißt, aus Gegenwartsanalysen und Zukunftsstudien Schlussfolgerungen über ökologische, ökonomische und soziale Entwicklungen in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit ziehen und darauf basierende Entscheidungen treffen, verstehen und individuell, gemeinschaftlich und politisch umsetzen zu können, mit denen sich nachhaltige Entwicklungsprozesse verwirklichen lassen“ (BLK 2007, S. 12).

Zur Konkretisierung wurden zunächst zehn, dann zwölf Teilkompetenzen formuliert (vgl. de Haan 2008 und BLK 2009). Mit der Einführung des Kompetenzansatzes einher geht der Wechsel von einer input- zu einer output-orientierten Bildungsarbeit, die sich im schulischen Bereich schon etabliert hat (vgl. Weinert 2001, S. 27f.).

Ebenso wie die elf Kernkompetenzen des Lernbereichs Globale Entwicklung können diese Teilkompetenzen dem Kompetenzmodell der OECD (interaktive Anwendung von Medien und Mitteln, Interagieren in heterogenen Gruppen, eigenständiges Handeln) zugeordnet werden und sind damit international anschlussfähig (OECD 2005; BLK-Programm Transfer-21 2007, Engagement Global 2016). In beiden Modellen spielt Bewertungskompetenz, die in dieser Arbeit untersucht werden soll, eine tragende Rolle.

Die Ausrichtung der Modelle an Kompetenzen sorgt dafür, dass Lernerfolge operationalisierbar und damit messbar werden (de Haan 2008, S. 30): „Da Kompetenzen auf Ziele, Absichten und Aufgaben bezogen sind, müssen sie sich in den Handlungen des Individuums manifestieren lassen. Kompetenzen können dementsprechend in anzustrebende Lernergebnisse (outcomes) überführt und ihr Erwerb gemessen werden.“

Noch stärker als Umweltbildung setzt BNE auf *Bildung* als „aktive und eigentätige Subjektwerdung“ (Hauenschild & Bolscho 2009) statt auf die Vermittlung eines erwünschten umweltfreundlichen Verhaltens. Es wird kein zu erreichender Endzustand definiert, sondern Kompetenzen, die den Menschen die nachhaltige Gestaltung der Zukunft ermöglichen. Allerdings birgt auch die Formulierung Bildung *für* nachhaltige Entwicklung die Gefahr einer Instrumentalisierung, denn dies könnte als spezifisches Bildungsziel verstanden werden, mit dem Probleme gelöst werden sollen, die vom Bildungsempfänger nicht verursacht worden sind (Zinn 2013, S. 368). Diesem Vorwurf begegnet de Haan (2000, S. 154), indem er die „Aufklärung zur Reflexion und zum Handeln“ an oberste Stelle setzt und den Individuen die freie Entscheidung bei der Umsetzung lässt. Wie schon in der Ökopädagogik bedeutet das ein gleichberechtigtes Verhältnis zwischen Lehrenden und Lernenden, die sich gemeinsam auf den Weg machen: „Insofern gilt es Dialoge und nicht Monologe über Nachhaltigkeit zu führen“ (Zinn 2013, S. 370).

Ein weiterer Kritikpunkt am Konzept der Gestaltungskompetenz kommt u.a. aus der Praxis der Umweltbildung: die formulierten Kompetenzen haben keinen Bezug zu Natur und Umwelt. Es fehlt die Naturbegegnung als motivationale Komponente, wie sie sowohl im Umweltkompetenzmodell von Kaiser und Kollegen (Kaiser et al. 2008; Roczen et al. 2014), als auch bei Brämer (2006) repräsentiert ist.

Schließlich liegen auch im Bereich der Messbarkeit Anspruch und Wirklichkeit oft weit auseinander: Das Konstrukt der Gestaltungskompetenz ist, trotz der zwölf Teilkompetenzen, so weit gefasst, dass eine Operationalisierung und damit verbunden eine Messung des Kompetenzerwerbs kaum möglich ist. Einzig für den Bereich der Bewertungskompetenz liegen valide und reliable Messinstrumente vor (Rost 2008; Eggert & Bögeholz 2006). Damit lässt sich die Wirksamkeit von BNE nur in eng umrissenen Kompetenzbereichen nachweisen.

Außerdem berichtet eine aktuelle Studie von Kowasch (2017), dass auch in Bezug auf Nachhaltigkeit bei Schülerinnen und Schülern (SuS) ein dichotomes Verständnis vorliegt: 39 SuS der 8.-12. Jahrgangsstufe sollten Zeichnungen zum Thema Nachhaltigkeit anfertigen. Auch wenn die Lehrerinnen dies ausdrücklich nicht vermitteln wollten, stellten über die Hälfte dieser Zeichnungen ein „Richtig-Falsch-Schema“ von Nachhaltigkeit dar, das eher in das funktionale Konzept der Umweltbildung passt. Auch Bildungsakteure selbst machen in der mobi-LU-Studie von Lude und Kollegen die Feststellung, dass sie zwar Angebote an BNE-Dimensionen ausrichten, trotzdem eher Umweltbildungsziele erreichen (Lude et al. 2013, S. 35f.).

Auf dieser Erkenntnis fußt auch der Vorschlag von Vare und Scott (2007), das Konzept BNE wiederum in BNE 1 und BNE 2 aufzuteilen: Demnach wäre BNE 1 als „learning for sustainable development“ auf konkrete Verhaltensänderungen aufgrund von gesicherten

Informationen (über umweltfreundliches Verhalten) angelegt, während BNE 2 als „learning as sustainable development“ kritisches Denken und Kompetenzaufbau zum Ziel hat. Als Erziehungswissenschaftler bevorzugen sie BNE 2, da sich nach ihrer Ansicht BNE 1 langfristig sogar negativ auf eine nachhaltige Entwicklung auswirken könnte, wenn ein erwünschtes Verhalten gelehrt wird, ohne es kritisch zu hinterfragen (ebd.). Die Studie von Kowasch (2017) weist ja in diese Richtung. Trotzdem sprechen sie sich für ein komplementäres Nebeneinander beider Ansätze aus, da BNE 1 kurzfristige und messbare Erfolge liefern kann, während BNE 2 langfristig wirkt und mit Unsicherheiten umgehen lässt (Vare & Scott 2007). Damit sind sie bei einem Modell, das Lude und Kollegen (2013, S. 7) auch für das Verhältnis von Umweltbildung und BNE propagieren: Die Anerkennung beider als eigenständige Konzepte mit einer gemeinsamen Schnittmenge. Eine neue Definition von BNE 1 und 2 erscheint damit hinfällig, da BNE 1 der Umweltbildung, wie in Abschnitt 2.1 dargestellt, entspricht und BNE 2 dem hier beschriebenen Ansatz.

Entsprechend wird auch in dieser Arbeit von BNE und Umweltbildung als gleichwertige Ansätze gesprochen und die Wirksamkeit von Geogames im empirischen Teil nach unterschiedlichen Schwerpunkten ausgewertet.

2.3 Der Weg in die digitale Gesellschaft

Während der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung *normativ* eine Große Transformation zur Bewältigung der globalen Umweltprobleme fordert (WBGU 2011), stellen Stengel, van Looy und Wallaschkowski (2017) gleichzeitig eine *empirische* Große Transformation fest, die sich mit grundlegenden Veränderungsprozessen beschreiben lässt: die von der Industrie- zur Digitalgesellschaft. Sie bezeichnen diesen Übergang als dritte Revolution in den Zeitaltern der Menschheitsgeschichte, nach der neolithischen und der industriellen Wende. Stalder (2017) spricht von der „Kultur der Digitalität“, in der Medien nicht die Realität abbilden, sondern ein Teil der Realität sind, weil sie auf die Selbst- und Weltwahrnehmung wirken (ebd., S. 72). Dies führt zu „einer neuen politischen Konstellation jenseits der liberalen repräsentativen Demokratie“ (ebd., S. 206), wobei die Richtung des Prozesses noch nicht klar ist: Die „Postdemokratie“ ist eine autoritäre Gesellschaft, in der die tatsächliche Entscheidungsmöglichkeit des Einzelnen eingeschränkt wird, weil die Strukturen der digitalen Welt und der Zugang zu Informationen vom Staat oder von Unternehmen kontrolliert werden. Dagegen bietet das „Commons-Modell“ in Form von Open Source und Open Data eine Erneuerung der Demokratie durch neue Beteiligungsmöglichkeiten (ebd.). Sowohl Stengel und Kollegen (2017) als auch Stalder schätzen diese Entwicklungen so ein, dass sich „nicht einfach ein paar Facetten der bestehenden Ordnung veränder[n]“ (Stalder 2017, S. 206), sondern sich die Gesellschaft als

Ganzes ändert. Klar ist auch, dass die Digitalisierung ein von Menschen gemachter Prozess ist und deshalb auch von Menschen gestaltet werden kann und muss.

Diese Entwicklung betrifft auch die - für Umweltbildung und BNE relevante – Frage, was „Natur“ und damit verbundene „Naturerlebnisse“ eigentlich sind. Diese Frage ist, unabhängig von der Digitalisierung, noch nicht gelöst und ist wohl auch nicht abschließend lösbar.

Eine Umfrage unter Umweltpädagogen nach ihrem Naturbegriff von Häusler (2004, S. 47 - 48) zeigt die große Bandbreite, die er umfasst:

- „(…) Der reine Naturgedanke beinhaltet Natur, Wald, Tiere. Aber ein Golfplatz, ist er noch Natur oder nicht? Zumindest ist er Sauerstofflieferant“
- „Natur bedeutet für mich Entspannung, Erholung, allein sein.“
- „(…) Aber ganz wichtig ist für mich auch der Mensch in der Natur. Der Mensch ist Teil der Natur, macht aber auch die Natur und bestimmt sie. Im Grunde mache ich keinen Unterschied zwischen den Begriffen Natur, Umwelt und Welt.“
- „Der Mensch hat sich [von Natur] abgesondert, er hat sich eine Käseglocke gebaut, eine Atmosphäre, die er sich drüber gestülpt hat. Unter der Käseglocke ist alles überfüllt, ist alles voller Dinge, die eigentlich gar nicht mehr natürlich sind.“
- „Natur ist für mich nicht Umwelt. Für mich ist der Mensch nicht zwingend notwendig im Naturbegriff. Natur ist für mich Wildnis, verbunden mit intensiven Eindrücken wie Farben, Gerüche auch Geräusche.“
- „Natur hat für mich etwas mit Leben, aber auch mit Tod zu tun. Natur ist vergänglich. Hier steht dieser Blumentopf. Nun hat jemand ein Brillenetui und einen Kugelschreiber daneben gelegt. Ist das noch Natur?“

Die Abgrenzungen verlaufen an den Linien Mensch/Natur, belebt/unbelebt, Stadt/Land und Natur/Kultur. Dies weist schon darauf hin, dass es keine einheitliche Definition von Natur geben kann. Eine umfassende Darstellung philosophischer, psychologischer und soziologischer Aspekte der Diskussion findet sich bei Zinn (2013). Hier soll nur ein kurzer Überblick gegeben werden, um die Wahrnehmung von Natur in Bezug zur Digitalisierung zu setzen.

Die Biophilia-Hypothese (Wilson 1984, zitiert nach Zinn 2013) nimmt an, dass der Mensch die Liebe zum Lebendigen nicht erst lernen muss, sondern dass sie angeboren und damit instinktiv ist. Auch wenn es schwierig ist, dies empirisch zu belegen, spricht dafür z.B. die Affinität von Menschen zu natürlichen Landschaften. Was aber genau als „natürliche Landschaft“ anzusehen ist, und welche Bedeutung diese für den Einzelnen oder die Gesellschaft hat, sind aber psychologische bzw. soziologische Konstrukte. Ob Natur als Ort

der Entspannung (s. Zitat oben) oder als Rohstoffquelle, als schutzbedürftig oder nutzbar angesehen wird, ist eine Frage des Bezugssystems (Zinn 2013, S. 90ff.).

Meist lässt sich leichter sagen, was Natur *nicht* ist. Erst die Distanz des Menschen zur Natur hat den Naturbegriff relevant gemacht (vgl. Gebhard 2013, S. 43; Zinn 2013, S. 70). Mit der Industrialisierung entstand – vermeintlich – etwas außerhalb der Natur: „[durch] das Wohnen in der Stadt, das Arbeiten in einer Fabrik kam es zu einem neuen, veränderten Blickwinkel auf die Natur. Doch schon lange vor dieser Zeit hatte die Nicht-Natur einen Namen: *Kultur*." (Zinn 2013, S. 70; Hervorhebung im Original). Mit der Kontrollierbarkeit durch technische Mittel wandelte sich zu dieser Zeit die Naturwahrnehmung von etwas Feindlichem zu etwas Ästhetischem (ebd.). Dieses romantische Naturbild ist bis heute insbesondere bei Jugendlichen präsent (vgl. Brämer 2006).

Die hier beschriebene Unterscheidung zwischen Stadt und Land mit der Annahme, dass das Land naturnäher ist, lässt sich zum einen empirisch belegen: So zeigt Lude (2006), dass die privat gemachten Naturerfahrungen auf dem Dorf signifikant höher sind als in der Stadt, da der Zugang zur „Natur" leichter ist. Zum anderen zeigen Kaplan und Kaplan (1989), dass auch städtische Parklandschaften erholsame Natur darstellen. Dieser subjektive Eindruck von Stadtnatur entspricht damit auch der empirisch festgestellten höheren Biodiversität in der Stadt verglichen mit dem Land (Reichholf 2007). Die Übergänge sind also fließend.

Der Aufenthalt draußen wirkt sich auf die Naturverbundenheit aus: Für Engagierte im Naturschutz war dies der wichtigste Einflussfaktor (Tanner 1980) und Gebhard stellt das Spielen auf (städtischen) Brachflächen als wichtige Naturerfahrung für Kinder heraus (Gebhard, 2013, S. 90ff.). So untersucht auch Brämer in seinem „Jugendreport Natur 2006" (Brämer 2006) den Aufenthalt von Jugendlichen in der Natur: Er verortet Jugendliche in der „Glasmenagerie", aus der heraus sie die Draußen-Welt nur noch durch Glasscheiben oder Bildschirme wahrnehmen. Die Naturverbundenheit macht er u.a. am Zeitbudget fest, die Jugendliche drinnen (Fernsehen, Internet, Freunde treffen) oder draußen (Radeln, Wandern, Kanufahren) verbringen (ebd.). Den Medienkonsum, zu dieser Zeit waren mobile Medien noch nicht verbreitet, sieht er als Konkurrenz zu Aktivitäten in der Natur (ebd., S. 38ff.). Dazu passend stellt er fest, dass auch das Naturbild von Jugendlichen ein „Gegenüber" ist, d.h. Natur ist meist woanders als sich die Jugendlichen aufhalten und schon gar nicht der Mensch an sich. Dies führt zum schon erwähnten „Bambisyndrom", das Natur als hilfloses, vom Menschen bedrohtes Geschöpf beschreibt. Die (nachhaltige) Nutzung von Natur und ihre eigene physische Verbundenheit mit Natur kommen in dieser Naturwahrnehmung nicht vor (ebd.).

Dass eine Beziehung zur Natur auch anders aussehen kann, als die unmittelbare Naturbegegnung zeigen die zwölf Naturerfahrungsdimensionen von Lude (2006). Neben der

ästhetischen, naturschutzbezogenen oder erkundenden Dimension nimmt er auch die soziale Dimension, z.B. in Form des Versorgens eines Haustiers und die mediale Dimension, z.B. die Vermittlung durch Naturdokumentationen mit auf. Diese Dimensionen verweisen auf einen sehr weiten Begriff von Natur und Naturerfahrung. Die medial vermittelten Naturerfahrungen liegen bei der Häufigkeit im Mittelfeld, was auch mit dem Einsatz von Filmen im Unterricht zu tun haben dürfte (ebd.). Diese Öffnung der Naturerfahrung weist schon in eine Richtung, die durch die Digitalisierung immer wichtiger werden dürfte: die Naturerfahrung draußen unterstützt durch mobile Medien, aber auch Erfahrungen von Natur ganz ohne unmittelbare Begegnung, in virtuellen Welten. Wenn Spielende von Online-Rollenspielen „natürliche Landschaften" in der Spielwelt als bevorzugte Aufenthaltsorte angeben (Truong, Prévot & Clayton 2018), entsprechen diese sehr dem romantisierenden Naturbild. In der Skala von Lude (2006) trägt die Vermittlung durch Medien zur Naturerfahrung bei. Der Nachweis, ob ein vollständig virtuelles „Naturerlebnis" zu einer positiven Natureinstellung führt, wird wohl Gegenstand zukünftiger Forschungen sein. Wie bei allen „neuen Medien" ist davon auszugehen, dass sich sowohl neue Potenziale, als auch neue Risiken auftun werden.

Neben grundlegenden ontologischen Fragen zur Digitalisierung, wie die eben dargestellte zum Naturbild oder die nach der Rolle des Menschen, ergeben sich aus ihr Konsequenzen für Umweltbildung und BNE, wenn es um den Konsum, die Naturnutzung (Stengel et al. 2017) oder die Beeinflussung von Verhalten (Stalder 2017) geht.

Die Kultur der Digitalität manifestiert sich in den Formen *Referentialität*, *Gemeinschaftlichkeit* und *Algorithmizität* (ebd., S. 95), die einen Einfluss darauf haben, wie die alltägliche Informationsflut geordnet und verarbeitet wird. Die Vorauswahl durch Algorithmen, die Relevanz für andere Menschen und der Bezug zu anderen Informationen legen fest, wie der Einzelne die Welt wahrnimmt. Die „Informationssphäre [wird] als eine selbstreferentielle, geschlossene Welt aufgefasst" (ebd., S. 186), in der Informationen nicht mehr als richtig oder falsch, sondern nach ihrer Relevanz beurteilt werden. Kleine Veränderungen in dieser Informationssphäre können zu Verhaltensänderungen beim Menschen führen, was zu einer Rückkehr des Reiz-Reaktions-Lernens als „Daten-Behaviorismus" führt (ebd., S. 199). Der Mensch wird hier nicht als reflektiertes und mündiges Wesen gesehen, sondern als reagierender Organismus „- analog zu Tieren, Pflanzen und Maschinen" (ebd., S. 227-228). In Form von „Nudges", also „Schubsern", wird dieses Modell schon heute angewandt, z.B. um durch die Anordnung von Lebensmitteln in der Kantine den Nutzer zum Konsum von gesunden Produkten zu animieren (ebd.). Solche manipulativen Praktiken, die den Menschen nur als reagierendes Wesen sehen, sind in der (Umwelt-)Bildung kritisch zu sehen. Und sie funktionieren auch nur, wenn die Einstellungen des Menschen nicht besonders ausgeprägt sind, wie Kaiser, Arnold und Otto (2014) zeigen

konnten: Im Umweltkompetenzmodell sind die strukturellen Schwierigkeiten zwar ein Faktor für die Umsetzung eines umweltfreundlichen Verhaltens, viel größer ist aber der Einfluss einer positiven Umwelteinstellung, die zur Überwindung dieser Schwierigkeiten führt. Das Ziel der Umweltbildung bzw. BNE sollte also weiterhin die Förderung der Umwelteinstellung und der Bewertungskompetenz sein, nicht die Beseitigung der Schwierigkeiten.

Darüber hinaus bringt die Digitalität große Herausforderungen und Konsequenzen für die Bildungsarbeit mit sich. Diese sind viel tiefgreifender als die didaktischen und methodischen Aspekte, die seit einigen Jahren z.B. zum Einsatz von interaktiven Whiteboards oder mobilen digitalen Medien im Klassenzimmer diskutiert werden und sich bei Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) fortsetzen werden (Stengel 2017, S. 57). Denn allein das Aufwachsen der Kinder und Jugendlichen in einer digitalisierten Welt, bedeutet nicht automatisch, dass sie im Umgang mit diesen Medien kompetent sind (vgl. ICILS 2013). Andererseits ermöglicht die globale Vernetzung Lernformen, wie z.B. die Erweiterung des Lernraumes oder den Austausch in heterogenen Gruppen, die den Konzepten von BNE sehr gut entsprechen (Rosa 2013). Im Kern muss es darum gehen, welchen Zugang zu Informationen die Menschen haben und welche Kompetenzen sie brauchen, um den oben beschriebenen Daten-Behaviorismus zu verhindern, der zu einer postdemokratischen autoritären Gesellschaft führt (Stalder 2017, S. 205f.). Der Mensch muss weiterhin als mündiges und verständiges Wesen im Mittelpunkt stehen, das Informationen erzeugt, rezipiert und verarbeitet. Als Gegenmodell dazu sieht Stalder (S. 269f.) die „Commons-Bewegung“, die eine Neu-Erfindung der Demokratie durch ungehinderten Zugang zu Daten als „potentielle Machtressource“ (ebd.) ermöglicht. Nicht nur in Bezug auf Open Data, sondern auch im Energiesektor gibt es dazu Ansätze, z.B. wenn Bürger gleichzeitig als Produzenten und Konsumenten involviert sind: Der „Berliner Energietisch“ hat das Ziel, die Energienetze in Berlin zurück in die öffentliche Hand zu führen und der Ausbau der Erneuerbaren Energien, der zum Großteil auf einzelnen Haushalten oder Kooperativen beruht, wäre ohne digitale Technik nicht möglich (ebd., S. 275f.). „Im Zentrum steht eine neue Verbindung ökonomischer, sozialer und - immer dringlicher - auch ökologischer Dimensionen des Alltags auf der Basis datenintensiver Beteiligungsverfahren.“ (ebd., S. 279f.). Eine der Digitalisierung angemessene Bildungsarbeit muss den Erwerb der dafür notwendigen Kompetenzen fördern und die BNE bietet hierzu gute Ansätze.

Denn die Digitalisierung hat natürlich heute schon Einfluss auf das Verhalten des Menschen, und verändert ganz konkret den Ressourcenverbrauch: So zeigen Sekar, Williams & Chen (2018), dass der Energiebedarf in den USA in den Jahren 2003 bis 2012 um 1,8 % gesunken ist, weil die Zeit, die zuhause verbracht wird, signifikant länger geworden ist. Einem daraus folgenden höheren privaten Energieverbrauch stehen Einsparungen im Verkehr und dem

öffentlichen Bereich (Büro, Einkaufsläden) entgegen, die in der Summe zu einer Energieeinsparung führen (ebd.). Trotzdem geht Stengel (2017, S. 208f.) von einem steigenden Energiebedarf aus, da effizientere Energieerzeugung und -nutzung immer zu einem Anstieg des Verbrauchs geführt hat und eine digitalisierte Welt tendenziell mehr Strom braucht. Eine Lösung könnte hier eine dezentrale Energieversorgung sein, wie sie sich heute schon parallel zur (industriellen) Energiegewinnung in Großkraftwerken entwickelt: Sonnenenergie, Windkraft, Geothermie und Biogas werden regional erzeugt und genutzt (s.o.). In Subsahara-Afrika ist diese Entwicklung noch deutlicher zu sehen, da diese Staaten die Technologie der Großkraftwerke und weitläufiger Stromnetze überspringen und Dörfer, die zuvor keinen Zugang zur Elektrifizierung hatten, dezentral mit Solarenergie versorgen (ebd.).

Ein weiterer Aspekt ist die „Entmaterialisierung des persönlichen Besitzes“ (Wallaschkowski & Niehuis 2017, S. 129): Die ständige Verfügbarkeit von Filmen, Büchern und Musik durch Streamingdienste macht den Besitz von entsprechenden Datenträgern nicht mehr nötig und spart somit Ressourcen ein – abgesehen von einem erhöhten Strombedarf. Die Einstellung der Nutzung statt des Besitzens könnte sich auch auf andere Konsumbereiche wie die Nutzung von Autos oder anderer technischer Geräte ausweiten (ebd.). Andererseits könnte die Verbreitung von 3D-Druckern, durch die vereinfachte Produktion von Gütern zuhause, auch zu einem erhöhten Ressourcenverbrauch führen (Stengel 2017, S. 220).

Die Hinwendung zum Konsum von Erlebnissen hat eine zusätzliche Banalisierung des Besitzes und damit einen geringeren Rohstoffverbrauch zur Folge (ebd., S. 131), wenngleich sich dann die Frage stellt, welche Auswirkungen diese Erlebnisorientierung auf die Natur als Ort und „Kulisse“ dieser Erlebnisse hat. Für Umweltbildung, ob im informellen, non-formalen oder formalen Bereich, eröffnen sich hier aber vielversprechende Möglichkeiten, durch eine stärkere Naturverbundenheit eine positive Umwelteinstellung und ein umweltfreundliches Verhalten zu erreichen (s. Abschnitt 2.1). Die weite Verbreitung von mobilen elektronischen Endgeräten (MEEs) kann dafür sowohl zur Wissensvermittlung als auch zur Gestaltung starker Erlebnisse genutzt werden. Sollte allerdings das Erlebnis vollständig im virtuellem Raum stattfinden, könnte das reale Naturerleben verdrängt werden. Truong et al. (2018) haben bei Spielenden eines Online-Rollenspiels, unabhängig von deren Naturverbundenheit, im Spiel die Bevorzugung von natürlichen Landschaften festgestellt. Diese alternativen „Naturerlebnisse“ könnten dazu führen, dass der reale Rückgang der Biodiversität keine Relevanz mehr für die Spielenden hat (ebd.). Hier könnten Geogames, die virtuelle Spielwelten mit der realen Welt verbinden, eine geeignete Maßnahme sein.

Der Weg in die digitale Gesellschaft kann also durchaus eine nachhaltige Entwicklung sein, die aktuelle Umweltprobleme verringert oder ganz vermeidet. Es wäre aber utopisch, davon auszugehen, dass sich nicht neue Problemfelder auftun werden.

2.4 Einsatz von digitalen Medien in Umweltbildung und BNE

Die vorliegende Arbeit stellt die Frage nach den Potenzialen digitaler Medien für Umweltbildung und BNE. Das Commons-Modell der Kultur der Digitalität eröffnet hier neue Ansätze, in dem es, ganz im Sinne der BNE, die Rollen des Lehrenden und des Lernenden vermischt. In einer „community of practice" wird gemeinsam an offen zugänglichen Daten gearbeitet und nicht einseitig Wissen transferiert (Stalder 2017, S. 135). Für den in der BNE erwünschten Wandel vom Lehrenden zum Lernbegleiter bietet die digitale Gesellschaft „…Infrastrukturen, um gemeinsam zu lernen, Dokumentationen zu erarbeiten und zugänglich zu machen und so Interessierten den Zugang zu erleichtern und die Gemeinschaft auszubauen." (ebd., S. 272). Der Einsatz von MEEs ist hier z.B. gut geeignet um gemeinschaftlich reale Umweltprobleme zu dokumentieren. Uzunboylu, Cavus und Ercag (2009) konnten durch dieses Vorgehen ein gesteigertes Umweltbewusstsein von Studierenden erreichen.

Die Verbindung von realer Umwelt mit virtuellen Systemen lässt sich auch durch Computersimulationen herstellen. Schon in der Zeit der Umwelterziehung wurden dafür erste Ansätze entwickelt, um z.B. das Agieren in komplexen Systemen erlernbar zu machen (vgl. Bolscho et al. 1980). Durch die Simulation von Ökosystemen oder auch Gesellschaften (Vester 2011) sollte vernetztes statt linearem Denken gefördert werden. Allerdings kritisiert Rost (2002) die Übertragbarkeit in den Alltag, da der tatsächliche Handlungsspielraum der Kinder und Jugendlichen begrenzt ist: „[U]nsere Kids lernten spielerisch, die komplexesten Systeme auf dem Computer auszubalancieren. Den Umgang mit Komplexität lernten sie nicht. […] Unsere Schüler sind keine Bürgermeister, Ressourcenverteiler oder mit Allmacht ausgestattete Systemadministratoren" (Rost 2002, S. 8).

Inzwischen liegen aber auch Studien vor, die positive Ergebnisse von Simulationsspielen in Umweltbildung und BNE feststellen: Bei KEEP COOL, das als Brett- und Computerspiel vorliegt, trägt der Spaß am Spiel und eine ausführliche Debriefing-Phase zum Aufbau von Systemwissen über den Klimawandel bei (Eisenack 2013). In der komplexen Simulation LandYOUs, die ECOPOLICY (Vester, 2011) strukturell sehr ähnlich ist, müssen die Spielenden die Bedürfnisse ihrer Bevölkerung durch die Bewirtschaftung eines begrenzten Staatsgebietes befriedigen. Auch hier wurde eine hohe intrinsische Motivation für das Spiel und den Lerngegenstand festgestellt (Schulze, Martin, Finger, Henzen, Lindner, Pietzsch et al. 2015).

Eine Frage dieser Arbeit ist, ob die Übertragung einer ökologischen Simulation in die reale, natürliche Umgebung möglich und lernförderlich ist. Denn die mobi-LU-Studie (Lude et al. 2013, S. 28) sieht in ortsbezogenen, mobilen, digitalen Lernformen eine Reihe von Potenzialen für Umweltbildung und BNE: Sie finden im Freien statt, bieten also zusätzliche Naturerlebnisse, sie bringen mobile Endgeräte an die spezifischen Orte des Lerngegenstands und erhöhen so die Authentizität des Lernens und sie kombinieren mobiles mit stationärem Lernen, indem gesammelte Daten oder Spielergebnisse im Anschluss analysiert werden können.

Dies bestätigt inzwischen eine Reihe von Spielen bzw. Lernsettings mit MEEs für Umweltbildung und BNE: In einer Vergleichsstudie einer Nationalparkführung mit einem Ranger, einer Papier-und-Bleistift-Rallye und einer Rallye mit MEEs ergaben zwar alle drei Formen den gleichen Anstieg des Umweltwissens, allerdings hatte die Gruppe mit den MEEs die höchste Motivation (Ruchter, Klar & Geiger 2010). Die Studie von Crawford, Holder und O'Connor (2016) brachte das gleiche Ergebnis bezogen auf Naturverbundenheit. Die Förderung von Naturverbundenheit und die In-Wertsetzung lokaler Biodiversität mit Hilfe von Geogames konnten Schaal, Schaal & Lude (2017) im Projekt BioDiv2Go nachweisen. Wie es schon die Ökopädagogik im Sinn hatte, verändert der selbsttätige Einsatz von MEEs die Rolle des Lehrenden zum Lernbegleiter, und macht sie damit zu einem Instrument für die BNE: Sie fördern das forschend-entdeckende Lernen (Schaal, Grübmeyer & Matt 2012) und die Interaktion der SuS untereinander und mit dem Lerngegenstand (Kamarainen, Metcalf, Grotzer, Browne, Mazzuca, Tutwiler & Dede 2013). Und das „Mad City Mystery" von Squire und Mingfong (2007) steigerte die Bewertungskompetenz der Spielenden, als Teil der Gestaltungskompetenz, durch die lokale Verankerung des zu lösenden (Umwelt-)Problems eingebettet in eine Rahmengeschichte.

Die Entwicklung der Geogames für die vorliegende Arbeit konnte also auf eine breite empirische Basis aufbauen.

3 Spiel-Design

3.1 Das Projekt „FindeVielfalt – Biodiversität to go“

Die vorliegende Studie ist in das Projekt „Biodiversität erleben mit ortsbezogenen Spielen – Biodiversität to go“ eingebettet, in dem die Projektpartner Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, Universität Bamberg und Deutsches Jugendherbergswerk Geogames entwickeln, um die Wahrnehmung und Wertschätzung von Biodiversität zu steigern (s. S. 3; www.finde-vielfalt.de). Geogames sind komplexe ortsbezogene Spiele für Smartphones, die ein virtuelles Spiel an einen realen Ort binden (Schlieder 2014). Die Fortbewegung draußen ist für die Erreichung des Spielziels ebenso wichtig, wie das geschickte Agieren in der Spielgeschichte. Damit sollen die Potenziale von Smartphones beispielhaft genutzt werden, denn die vorangegangene Studie „mobi-lu“ (Lude et al. 2013; Schaal & Lude 2015) stellte fest, dass sich der Einsatz von mobilen Medien in Umweltbildung und BNE weitgehend auf Geocaching oder ähnliche Formate beschränkt. Das bedeutet, dass die MEEs meist nur zur Navigation oder zur Darstellung und Beantwortung der Aufgaben genutzt werden. Eine Verarbeitung von Daten und die Einbettung in eine zusammenhängende Spielgeschichte fand zu diesem Zeitpunkt noch nicht statt. Dies sollte bei den Geogames verwirklicht werden, indem verschiedene ökologische Simulationsspiele entwickelt und mit einer Rahmengeschichte an einen passenden realen Ort verlegt werden.

Die Entwicklung von Geogames für den Bildungsbereich setzt ein multidisziplinäres Team voraus, wie es durch die Projektpartner gegeben ist. Um die Aufgabenverteilung der Spiele-Designer, Erziehungswissenschaftler und -praktiker zu strukturieren, wurde das Geogame-Design-Modell von Schlieder, Kremer und Heinz (2018) als Grundlage genommen (s. Abb. 3.1).

Abb. 3.1 Das Geogame-Design-Modell strukturiert den Arbeitsprozess des multidisziplinären Teams (Schlieder et al. 2018, eigene Übersetzung)

Der *perfomative Level* ist der Bereich der Bildungsexperten. Hier werden zu Beginn die Lernziele des Geogames festgelegt, und am Ende des Prozesses steht hier die konkrete Umsetzung des Spiels mit der Zielgruppe.

Auf *narrativer Ebene* werden die Spielgeschichte, das Layout und die ortsbezogenen Aufgaben erstellt. Hier arbeiten die Spiel-Entwickler und die Bildungsexperten eng zusammen, um ein zugleich spielbares und zielführendes Geogame zu bekommen.

Die *ludische Ebene* ist der Bereich der Spiel-Designer und Informatiker. Hier wird die Spielmechanik entwickelt und technisch umgesetzt.

Idealtypisch durchläuft der Design-Prozess die Ebenen von der Festlegung des Spielziels einmal von oben nach unten und dann wieder nach oben zur tatsächlichen Umsetzung des Spiels. In der Realität sind mehrere Durchgänge und Schleifen zwischen den einzelnen Ebenen notwendig (Schlieder et al. 2018). Das Geogame-Design-Modell und der Entwicklungsprozess für das Geogame der vorliegenden Arbeit werden ausführlich in Kapitel 5 beschrieben.

Zielgruppe der Spiele sind Schulklassen der Sekundarstufe I, die innerhalb der Spielsequenz Orte aufsuchen, dort Aufgaben lösen und anschließend eine Runde der Simulation bearbeiten. Innerhalb von 5 Runden soll die Simulation in einen ausgeglichenen Zustand gebracht werden. Die Gesamtspielzeit mit Laufzeiten und Bearbeitung der ortsbezogenen Aufgaben beträgt 1,5 – 2 Stunden.

Das Rahmenmodell zum Projekt wurde von Schaal, Schaal und Lude (2015) erstellt und untersucht. Ergänzend zum Gesamtprojekt, das die Wertschätzung von lokaler Biodiversität in den Mittelpunkt stellte, sollten in der vorliegenden Untersuchung die Potenziale von Geogames in Bezug auf ihre Wirkung zur Naturverbundenheit und zur Bewertungskompetenz ermittelt werden. Sie weist damit einen stärkeren Bezug zur BNE und zur Umweltbildung auf.

3.2 Auswahl des Spielfeldes

Das Spielfeld für das Geogame dieser Studie ist im UNESCO-Biosphärenreservat Rhön verortet. Für ein Spiel, das die Abwägung von Naturschutz und Nutzung natürlicher Ressourcen thematisiert, sind Biosphärenreservate ideale Standorte. Lange vor der Konzeptionierung der BNE und der Verankerung einer nachhaltigen Entwicklung mit der Rio-Konferenz 1992 hat die UNESCO mit dem Programm „Der Mensch und die Biosphäre“ (1970) und mit der Einrichtung von Biosphärenreservaten ab 1976 die Wechselwirkungen von Mensch und Natur in den Mittelpunkt des Interesses gestellt. Im Unterschied zu den Nationalparken ist der Mensch ausdrücklich Teil des Entwicklungskonzeptes eines Biosphärenreservates (vgl. Deutsches MAB-Nationalkomitee 2004). Um eine

zukunftsweisende Entwicklung sowohl der Natur, als auch des Menschen zu ermöglichen, sind diese in Zonen unterschiedlicher Schutzstufen eingeteilt (Deutsches MAB-Nationalkomitee 1996):

- Kernzonen (keine Nutzung durch den Menschen)
- Pflegezonen (Nutzung unter Auflagen)
- Entwicklungszonen (keine Einschränkung für den Menschen).

Mit der Sevilla-Strategie von 1995 wurden die UNESCO-Biosphärenreservate zu „Modellregionen für eine nachhaltige Entwicklung" erklärt. Von Beginn an war „Umweltbildung" ein zentrales Kriterium für die Anerkennung von Biosphärenreservaten, ab diesem Zeitpunkt wurden zusätzlich zu ökologischen auch die ökonomischen und sozialen Aspekte aufgenommen, also die Basis für BNE. Diese ist damit nicht mehr nur Beiwerk des Naturschutzes, sondern zentrales Element des Entwicklungsprozesses (vgl. Kruse-Graumann 2007).

Biosphärenreservate sind damit für den Ansatz der BNE besonders geeignet. Doch dieser Anspruch scheint noch lange nicht erfüllt zu sein. Ott (2007) stellt in einer Untersuchung fest, „dass die UN-Dekade eine wichtige Rolle in der Arbeit der Biosphärenreservate spielen sollte, spezifische und darauf justierte Bildungsinhalte und -arbeit aber eher selten und inhaltlich wenig spezifisch ausgeprägt sind.". Vor allem als eine Weiterentwicklung der Umweltbildung sei der umfassende Ansatz der BNE „inhaltlich noch wenig dort angekommen und substanziell ausgefüllt" (ebd.).

Vor diesem Hintergrund war es sowohl inhaltlich, als auch methodisch-didaktisch naheliegend, ein Geogame zum Biosphärenreservat Rhön zu entwickeln und dessen Wirkung empirisch zu untersuchen: Die Struktur eines Biosphärenreservates stellte die naturschutzfachliche Grundlage dar und die noch nicht abgeschlossene Verankerung der BNE in der Bildungsarbeit machte die Entwicklung eines innovativen Angebotes zur Herausforderung und zum Forschungsdesiderat.

Im Rahmen des Projektes BioDiv2Go wurden, je nach Standort der kooperierenden Einrichtung, Geogames zu verschiedenen ökologischen Themen entwickelt. Für das UNESCO-Biosphärenreservat Rhön wären alle Themen relevant:

- Das Spiel zur *Streuobstwiese* wäre in der Entwicklungszone verortet und könnte die Reaktivierung der Streuobstwiesen durch die „Rhöner Apfelinitiative" thematisieren (Landkreis Fulda, o.J.).
- Mit dem Rhönschaf als landschaftsprägende Nutztierart der Pflegezonen (Biosphärenreservat Rhön, 2008), bietet sich das Spiel zur *Schafbeweidung* an.

- Auch *Rinderbeweidung* spielt v.a. im hessischen Teil der Rhön eine Rolle in der Landschaftspflege.
- *Stadtökologie* und die soziale Dimension von Nachhaltigkeit sind in der Wahrnehmung der Einwohner und der Touristen viel weniger präsent, als die Natur- und Kulturlandschaft (Biosphärenreservat Rhön, 2016). Doch gerade in Hinblick auf die Entwicklungszone als größter Anteil des Biosphärenreservates (75% der Fläche) und die noch kaum bekannte biologische Vielfalt in Siedlungsbereichen (Reichholf 2007), wäre auch diese ein Thema für die Bildungsarbeit.
- Die *Wildkatze* ist in den Kernzonen des Biosphärenreservates heimisch geworden und steht so symbolisch für den Konflikt zwischen Naturschutz und Nutzung von Holz als nachwachsendem Rohstoff.

Für die Auswahl des letzteren Themas und die Entwicklung eines entsprechenden Geogames im UNESCO-Biosphärenreservat Rhön, genauer im Markt Oberelsbach, sprachen mehrere Gründe, die im Folgenden erläutert werden.

3.2.1 Ökologische Kriterien

Durch die Zonierung bietet das Biosphärenreservat Rhön vielfältige Lebensräume und mit einem Waldanteil von 40,9% (Biosphärenreservat Rhön 2013) sehr gute Bedingungen für die Wildkatze *Felis silvestris*. Diese braucht strukturreiche Wälder, wie sie in den Kernzonen des Biosphärenreservates vorherrschen, als Rückzugs-, Jagd- und Aufzuchtraum für sich und ihren Nachwuchs (Mölich & Klaus 2003; Mölich 2015). Im Rahmen des 2008 – 2013 laufenden Projektes „Die Wildkatze in der Rhön – Auf leisen Pfoten in eine sichere Zukunft“ (Schade 2013) wurde auch in der zur Marktgemeinde Oberelsbach gehörenden Kernzone „Gangolfsberg“ mit Hilfe der Lockstockmethode (vgl. Hupe & Simon 2007) eine stabile Population nachgewiesen. Auch wenn das Spielfeld aus organisatorischen Gründen (s. 3.2.2) nicht direkt in die Kernzone, sondern in deren Randbereich verortet wurde, waren auch hier Lockstöcke mit positiven Befunden platziert. Damit ließ das Spielfeld die Dokumentation des Lebensraumes der Wildkatze mit Waldrändern, Hecken und offenen Wiesen zu (Mölich & Klaus 2003). Gleichzeitig konnte die hohe Gefährdung der Wildkatze durch den Straßenverkehr (Mölich & Klaus 2003; Mölich 2015) thematisiert werden. Diese beiden Gefährdungsursachen, der Verlust des Lebensraumes und der Straßenverkehr, wurden deshalb sowohl in die Dilemma-Aufgaben als auch in die Simulation des Geogames übernommen. Mit dem Forschungsprojekt stand somit eine solide Grundlage für das Spielthema Wildkatze und für die Konstruktion ortsbasierter Aufgaben zur Verfügung.

Durch die Lage des Spielfeldes am Übergang von Kernzone zu Pflege- und Entwicklungszone konnte die Abwägung von Naturschutz und Nutzung von natürlichen Ressourcen thematisiert werden. Auch wenn die Kernzonen nur 3% der Gebietskulisse umfassen, bietet

deren Einrichtung, bzw. Erweiterung erhebliches Konfliktpotenzial. Der erfolgreiche Nachweis der Wildkatzenpopulation am Gangolfsberg, ohne eine aktive Auswilderung in diesem Bereich, kann somit als ein gelungenes Beispiel des Zonierungskonzeptes dienen.

3.2.2 Pädagogische und organisatorische Kriterien

Aus organisatorischer und pädagogisch-didaktischer Sicht wurde die Wildkatze als Spielthema gewählt, weil sie im Bildungsprogramm der Umweltbildungsstätte noch nicht verankert war. Die zurückgezogene Lebensweise der Wildkatze machte es schwer, ein erlebnisorientiertes Angebot zu entwickeln. Mit Hilfe des Geogames kann die „reale Welt" durch die „virtuelle Welt" erweitert werden (Schaal & Lude 2015) und so die Wildkatze in ihrem Habitat erlebbar gemacht werden, auch wenn eine unmittelbare Beobachtung ausgeschlossen ist.

Für die Verortung des Spielfeldes unmittelbar am Ortsrand von Oberelsbach sprachen zunächst v.a. organisatorische Gründe: Die Einführung ins Spiel und die Nachbesprechung konnten direkt in der Umweltbildungsstätte Oberelsbach als Ausgangspunkt vorgenommen werden, die Reaktion auf das Wetter und Gruppenereignisse im Rahmen des Schullandheimaufenthaltes wurde erleichtert. Dadurch wurden die Wege innerhalb des Spiels länger als bei anderen Geogames des Projektes, es entfiel aber die Anreise zum Spielfeld. Zudem ermöglichte das Spielfeld außerhalb der Kernzone eine freiere Wahl der Wege zwischen den ortsbasierten Aufgaben. Durch das Wegegebot in der Kernzone wären die Spielenden zumindest gelegentlich formal mit dem Naturschutz in Konflikt geraten und inhaltlich hätte eine Störung des Wildkatzenhabitates dem Spielziel einer Sensibilisierung für Naturschutz und Abwägung von Interessen widersprochen.

Doch auch im Sinne einer Raumaneignung, der Aufladung eines Areals mit einer bedeutsamen Geschichte (Altman & Low 1992) war die Auswahl des Spielfeldes begründet: Harrison und Dourish (1996; 2006) beschreiben dies als Wandlung von „space" zu „place", wobei „space" den rein physischen Ort meint und „place" die emotionalen und kognitiven Verbindungen zu diesem Ort. Für die Spielenden sollte die, zunächst bedeutungslose, Umgebung zu einem Ort mit Geschichten, Wissen und Emotionen werden. Und dieser Ort sollte nicht „irgendwo im Biosphärenreservat" liegen, sondern direkt vor ihrer Haustür während des ganzen Schullandheim-Aufenthaltes.

Das Spielfeld für die erste Version des Geogames umfasste neun Stationen mit insgesamt sechs verschiedenen ortsbezogenen Aufgaben. Um den Spielfluss zu erhöhen und eine gegenseitige Störung der Spielgruppen zu minimieren, wurden drei Aufgaben doppelt platziert. Mit der Lösung der Aufgabe an einem Ort wurde der andere Ort automatisch deaktiviert. Die Spielfeldgröße umfasste ca. 1300 x 700m, die durchschnittlichen Laufwege lagen bei 3 – 4 km (s. Abb. 3.2).

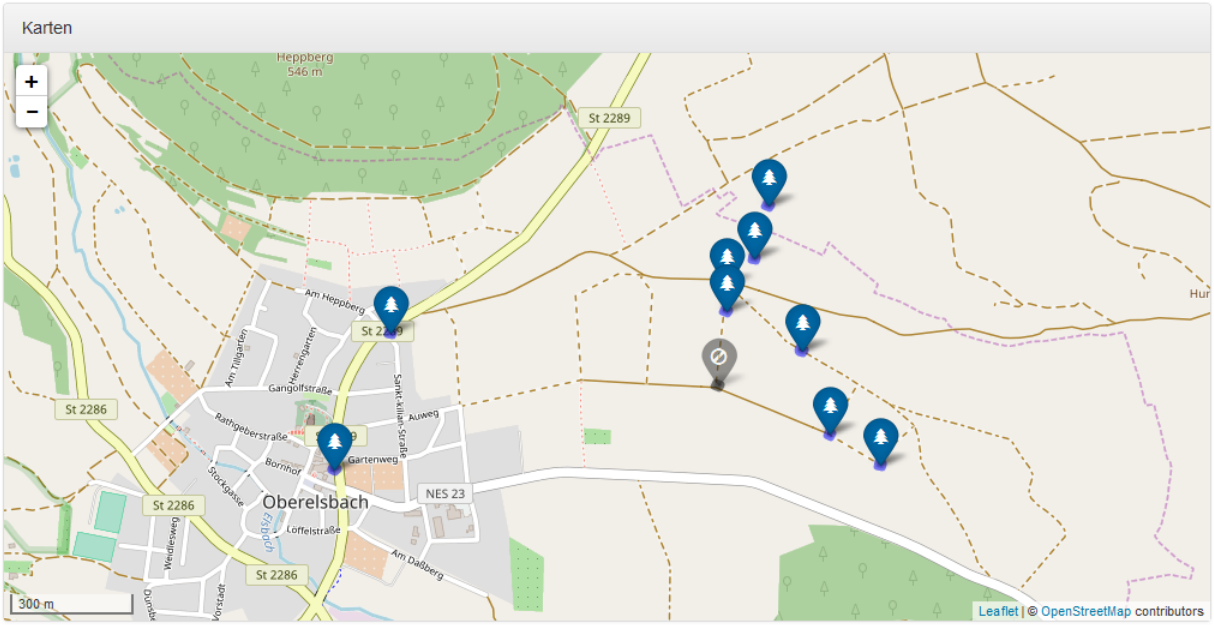


Abb. 3.2 Das Spielfeld am Ortsrand von Oberelsbach. Die Laufwege liegen bei 3 – 4 km. Von den 6 ortsbasierten Aufgaben sind 3 doppelt platziert.

In einer ersten Analyse der Serverdaten zu den Laufwegen im Jahr 2016 mit 77 Spielgruppen stellte sich heraus, dass drei Stationen (Lebensraum II, Lockstock II und Holznutzung II) so gut wie nie angelaufen wurden (s. Abb. 3.3). In den meisten Fällen legten die Spielgruppen durch die Wahl der ersten Station (BR Rhön oder Holznutzung I) fest, ob sie die Aufgaben im Uhrzeigersinn über die nördliche Verbindung anliefen, oder gegen den Uhrzeigersinn über die südliche Verbindung. Damit waren alle ortsbezogenen Aufgaben über einen „Rundweg“ zu erreichen, ohne dafür die weiter entfernten Stationen anlaufen zu müssen. Die vom Spieldesign vorgesehene freie Wahl der Wege und der Bearbeitungsreihenfolge wurde durch die Platzierung der Stationen obsolet. Dies führte auch dazu, dass die Gruppen oft kurz hintereinander an den Stationen eintrafen und sich so gegenseitig blockierten. Deshalb wurde das Spielfeld überarbeitet (s. Abb. 3.4): Die beiden nördlichsten Stationen, Lebensraum II und Lockstock II, wurden an die „Nordachse“ verlegt, die Station Straßenüberquerung zweimal auf die „Südachse“. Ziel war es, die Vernetzung der Stationen durch Nord-Süd-Verbindungen zu erhöhen und somit einen individuelleren Wechsel zwischen den Stationen zu ermöglichen. Dies konnte weitgehend erreicht werden, wie Abb. 3.4 beispielhaft zeigt. Geländebedingt wurde der Wechsel von Süd nach Nord weiterhin erschwert und nach Möglichkeit von den Gruppen vermieden, da in dieser Richtung - auf der Karte nicht erkennbar - das Spielfeld ansteigt. Für den Spielverlauf in der Praxis war die Umgestaltung des Spielfeldes sinnvoll, da es den Aktionsraum verkleinerte und trotzdem die Verteilung der Spielgruppen erhöhte. Eine systematische Auswertung der Laufwege und -zeiten und ihrer Unterschiede zwischen den Spielfeldern stehen aber noch aus.

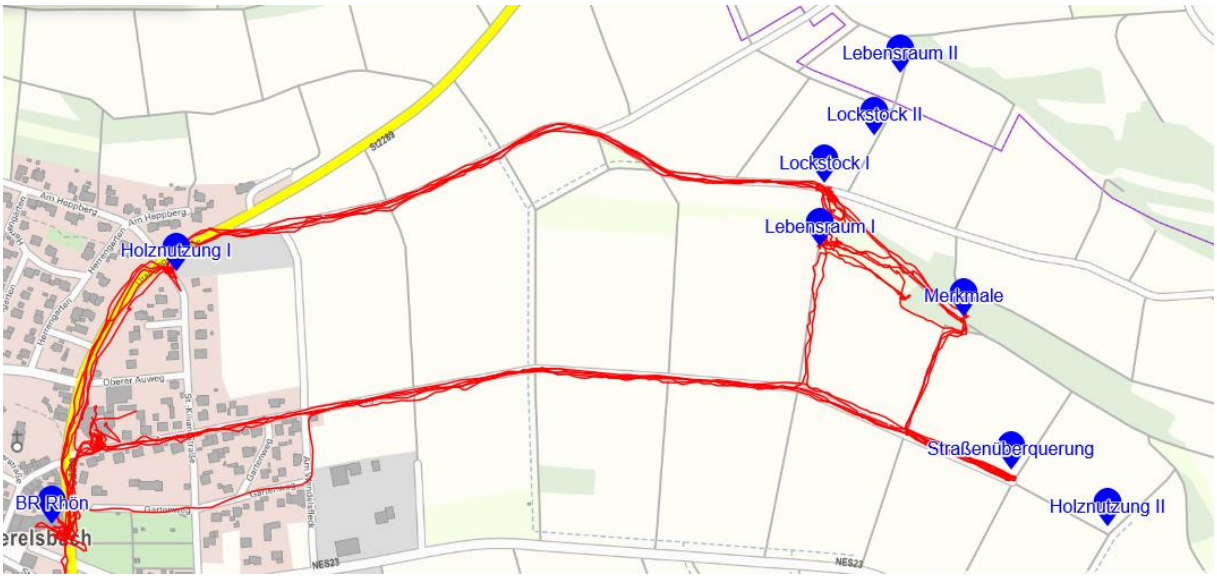


Abb. 3.3 Beispiel für Laufwege einer Spielesession (15.03.2016, 5 Spielgruppen). Die beiden nördlichsten Stationen und die östlichste wurden nicht angelaufen. Alle Gruppen bewegen sich auf zwei Hauptachsen in Ost-West-Richtung.

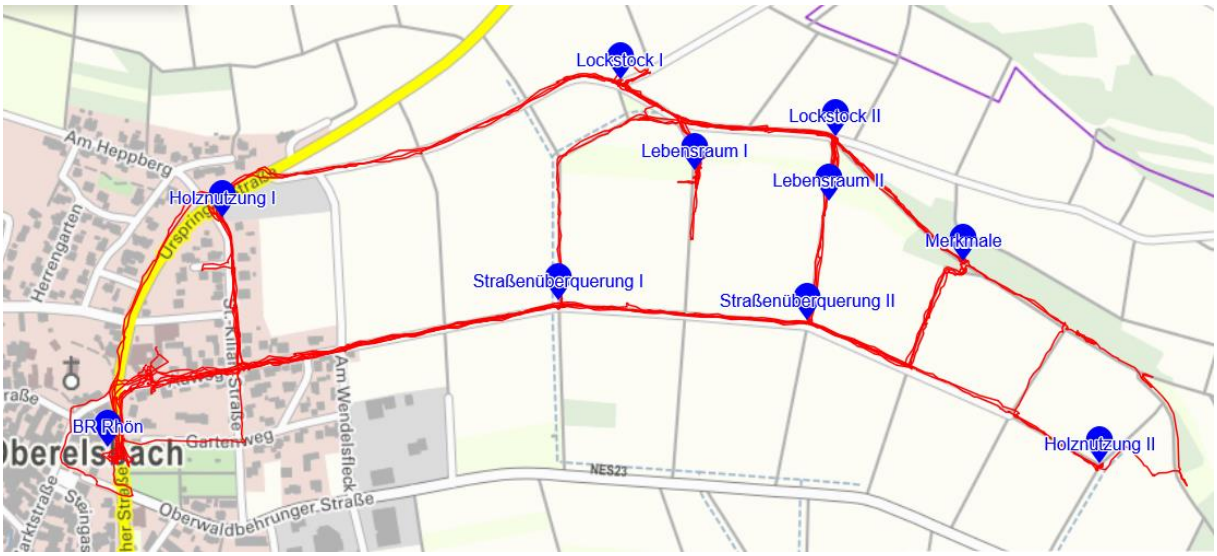


Abb. 3.4 Neues Spielfeld ab Ende 2016 (Datensatz 08.06.2017, 5 Spielgruppen)). Die Stationen wurden auf kleinerem Raum und näher zueinander platziert um den Spielgruppen eine individuellere Entscheidung über die Laufwege zu ermöglichen. Im Vergleich zu Abb. 3.3 zeigen sich wesentlich mehr Nord-Süd-Wechsel zwischen den „Hauptachsen“.

3.2.3 Technische Kriterien

Nach dem Geogame-Design-Modell (Schlieder 2014; Schlieder et al. 2018; ausführlich dargestellt im Kapitel 5) gehört die Organisation der Technik auf der performativen Ebene zur Aufgabe der Pädagogischen Fachkräfte, die das Geogame begleiten. Hier machte der Start des Spieles in der Umweltbildungsstätte das Vorladen der Daten im WLAN möglich und die Unterstützung bei technischen Problemen der Spielenden einfacher. Nach der Entscheidung im Projektverlauf, aufgrund der allgemein schlechten Netzabdeckung an den beteiligten Einrichtungen, auf ein serverbasiertes Spiel zu verzichten und das gesamte Geogame lokal

auf den Endgeräten laufen zu lassen, war das WLAN des Gästenetzes der optimale Zugang zu den Spieldaten.

Die Geländestruktur des Spielfeldes mit weitgehenden Wiesen-, Feld- und Heckenelementen machte zudem den GPS-Empfang schneller und zuverlässiger als die bewaldeten und verschatteten Hänge des Gangolfsberges.

3.3 Auswahl der Aufgaben

Die Aufgaben im Gelände sind die Spielelemente, die das Spiel zu einem Geogame machen. Um die Fortbewegung auf dem Spielfeld für die Spielenden notwendig zu machen, sollten die einzelnen Aufgaben einen möglichst starken Ortsbezug haben, also entweder nur am Ort der Aufgabenstellung lösbar oder zumindest besser lösbar sein. Da die SuS in Teams spielen, sollten die Aufgaben außerdem die Gruppe als Ganzes fordern, also bei Einbeziehung aller Teilnehmenden zu einem besseren Ergebnis führen. Schließlich sollte ein breites kognitives Anforderungsniveau, von einfachen Multiple-Choice-Aufgaben zu komplexen Bewertungsaufgaben, geboten werden. Technisch vorgegeben waren durch den Editor:

- Multiple-Choice-Aufgaben: Vorgegebene Antworten, von denen eine oder mehrere richtige sind.
- Zahlenstrahl, Ordnungsaufgabe: Begriffe oder Bilder, die in die richtige Reihenfolge gebracht werden müssen.
- Zuordnungsaufgaben: Begriffe oder Bilder, die durch Verschieben einander zugeordnet werden müssen.
- Foto-/Video-/Audio-Aufzeichnung: Hier ist, im Gegensatz zu den ersten drei Formaten, keine automatische Wertung der Lösung möglich.

Für das Geogame „Wildkatze in der Rhön“ wurden sechs ortsbezogene Aufgaben entwickelt, die teilweise doppelt auf dem Spielfeld platziert wurden, um die Spielgruppen besser zu verteilen. Diese lassen sich grundsätzlich in Erkundungs- und Bewertungsaufgaben einteilen.

3.3.1 Erkundungsaufgaben

Diese Aufgaben dienen der verstärkten Auseinandersetzung mit den örtlichen Gegebenheiten. Sie lenken die Aufmerksamkeit der Spielenden auf Naturelemente, die sie sonst möglicherweise übersehen würden. Sie sind der Anker zwischen der realen Welt und dem virtuellen Spiel.

Aufgabe 1: Biosphärenreservat Rhön (Zuordnungsaufgabe)

Im örtlichen Infozentrum sollen die Spielenden herausfinden, welche Zonen es im Biosphärenreservat gibt. Mit Hilfe der Infotafeln ordnen sie den Zonen die richtige Größe und das richtige Symbolbild zu (s. Abb. 3.5). Sowohl der Ortsbezug, als auch die Gruppenbeteiligung ist hoch, das Anforderungsniveau einfach.

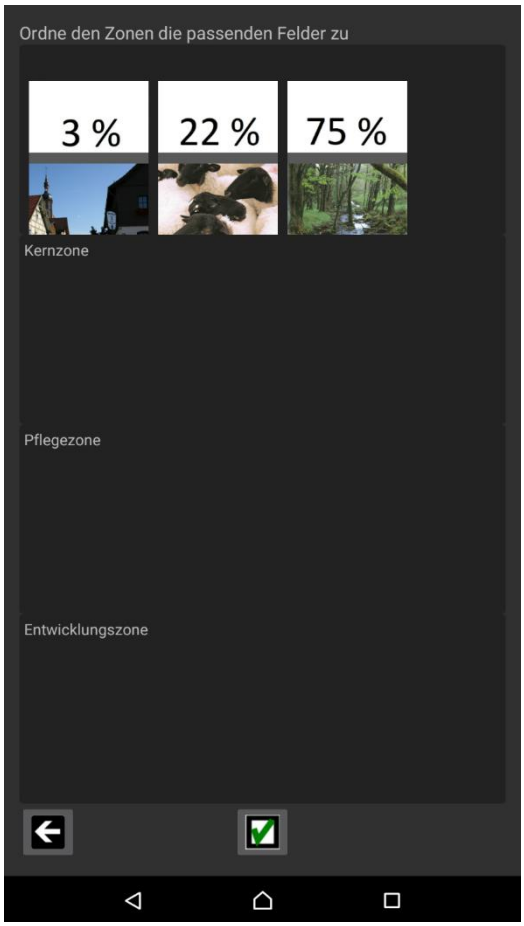


Abb. 3.5 Erkundungsaufgabe: Zuordnung der Symbolbilder und Flächenangaben zu den Zonen des Biosphärenreservates

Aufgabe 2: Lebensraum (Multiple-Choice-Aufgabe und Foto-Aufzeichnung)

Wie in Abschnitt 3.2.1 beschrieben, brauchen Wildkatzen einen vielfältigen und reich strukturierten Lebensraum (Mölich & Klaus 2003). Am Waldrand, bzw. an einem Heckensaum sollen die Spielenden in einer Multiple-Choice-Aufgabe zunächst die drei Landschaftselemente Waldrand, Wiese, Totholzhaufen auswählen und diese dann anschließend mit Fotos dokumentieren. Hier ist das Anforderungsniveau höher, da sich die Spielenden selbst überlegen müssen, welche Landschaftselemente für die Wildkatze wohl wichtig sind. Dadurch kann die Gruppenbeteiligung hoch sein, ein starker Ortsbezug ist durch die Fotodokumentation gegeben (s. Abb. 3.6).

Abb. 3.6 Erkundungsaufgabe: Fotografische Dokumentation des Lebensraumes der Wildkatze

Aufgabe 3: Lockstock finden (Multiple-Choice-Aufgabe und Zahlenstrahl)

Diese Aufgabe hat einen hohen Ortsbezug und eine ausgeprägte Gruppenbeteiligung, da der Lockstock nur an diesen Plätzen gefunden werden kann und die arbeitsteilige Suche schneller geht. Ist der Lockstock gefunden, muss der richtige Code ausgelesen und eingegeben werden (s. Abb. 3.7). Anschließend müssen die Spielenden den Ablauf des Lockstock-Nachweises auf einem Zahlenstrahl anordnen. Die Lockstöcke waren das zentrale Instrument des Forschungsprojektes zur Wildkatze (Schade 2013), deshalb wurden für diese Aufgabe Orte mit tatsächlichen Wildkatzennachweisen ausgewählt.

Abb. 3.7 Erkundungsaufgabe: Finden und Scannen eines Lockstocks

Aufgabe 4: Merkmale der Wildkatze (Multiple-Choice-Aufgabe)

An einem Fellpräparat soll mit Hilfe der Merkmale Fellzeichnung, Schwanzform und Aalstrich entschieden werden, ob es von einer Haus- oder einer Wildkatze stammt (s. Abb. 3.8). Um einen Verlust bzw. eine Beschädigung des Präparates zu vermeiden und eine kontrollierte Annäherung für die SuS zu ermöglichen, ist diese Station als einzige mit einer Person besetzt. Nach einer gemeinschaftlichen Entscheidung der Gruppe, wird die Antwort ausgewählt. Obwohl die Jagd als Gefährdungsursache für den Wildkatzenbestand stark zurückgegangen ist (Mölich & Klaus 2003), wird hier der Schutzstatus der Wildkatze und die Verwechslungsgefahr mit der Hauskatze thematisiert. Über das Fellpräparat stellt diese Aufgabe die unmittelbarste „Begegnung“ mit der Wildkatze dar, der Ortsbezug ist allerdings gering.

Abb. 3.8 Erkundungsaufgabe: Bestimmen eines Fellpräparates

3.3.2 Bewertungsaufgaben

Alle Geogames des Projektes BioDiv2Go haben als grundlegende Spielidee die Ausbalancierung von Schutz und Nutzung von Natur. Dabei ist Nutzung in einem nachhaltigen Sinne zu verstehen, nicht als rücksichtslose Ausbeutung. Dies kommt im vorliegenden Geogame v.a. in der Simulation zum Tragen, die in Abschnitt 3.4 ausführlich beschrieben wird. Doch auch innerhalb der ortbezogenen Aufgaben sollen sich die Spielenden mit der Abwägung von Naturschutz und menschlichen Interessen beschäftigen, um ihre Bewertungskompetenz (Rost 2008; Eggert & Bögeholz 2006) als ein zentrales Element der BNE entwickeln zu können. Dafür wurden Dilemma-Aufgaben zu den beiden wichtigsten Gefährdungsursachen für die Wildkatze erstellt: den Verlust des Lebensraumes und den Straßenverkehr (Mölich & Klaus 2003; Mölich 2015).

Aufgabe 5: Ausweitung des Schutzgebietes (Zuordnungsaufgabe, Multiple-Choice-Aufgabe, Audio-Aufzeichnung)

Zunächst sollen die Spielenden an einem Holzlagerplatz Begriffe wie Energiegewinnung oder Ernährung zuordnen, ob dafür „Holz gebraucht“ wird oder nicht. Anschließend sollen sie, nachdem sie eine Reihe von Pro- und Contra-Argumenten gelesen haben, entscheiden, ob sie das Schutzgebiet am Gangolfsberg vergrößern oder verkleinern würden. Für die Eingabe der Entscheidung gibt es keine Punkte, denn wichtig ist ihre Begründung. Diese wird als Audionachricht aufgezeichnet und kann nachträglich ausgewertet werden.

Aufgabe 6: Straßenüberquerung (Multiple-Choice-Aufgabe, Audio-Aufzeichnung)

In Sichtweite einer Kreisstraße sollen sich die SuS für eine Maßnahme entscheiden, um diese Straße für die Wildkatze sicherer zu machen. Die Variante „Straße sperren“ ist mit großen Einschränkungen für die Autofahrer verbunden, das Einrichten eines Tempolimits dagegen trifft die Menschen wenig, ist aber auch nicht so wirksam. Die Untertunnelung der Straße wird beiden Interessensgruppen gerecht, bedeutet aber einen hohen Kostenaufwand. Auch hier ist eine gemeinsame Entscheidung gefordert, die nicht mit Punkten gewertet wird. Die Begründung der Entscheidung wird wiederum als Audio-Nachricht aufgezeichnet und kann ausgewertet werden.

3.4 Entwicklung der Simulation

Alle Geogames des Projektes BioDiv2Go bieten als zentrales Spielelement eine ökologische Simulation an, deren Bearbeitung wesentlich zum Spielerfolg beiträgt. Ziel ist immer die Abwägung von Naturschutz und Nutzung von natürlichen Ressourcen, im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung. Es geht also nicht um den Schutz der „guten“ Natur vor der Ausbeutung des Menschen, sondern um die Darstellung von Natur als Lebensraum und unvermeidbare Rohstoffquelle. Denn die Frage ist nicht, „ob“ sondern „wie“ wir Natur nutzen. Ohne dieses Verständnis ist der Begriff Nachhaltigkeit nicht nachvollziehbar (Brämer 2006). Soll das Geogame nach dem Ansatz der BNE konstruiert sein, sollte nicht das „Bambisyndrom“ (Brämer 2003; 2006) verstärkt werden, sondern die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen demonstriert werden. In Bezug auf das Biosphärenreservat Rhön bietet sich das Thema „Waldnutzung“ an, denn der strikte Schutz der Kernzonen und die Möglichkeit der Nutzung in den anderen Zonen macht diese Abwägung vor Ort sichtbar (s. Kapitel 3.2).

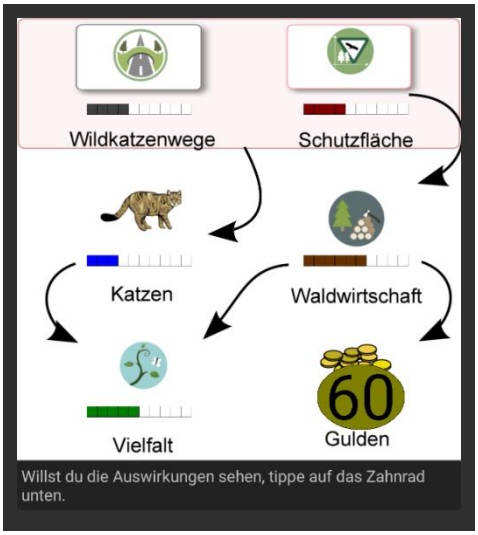


Abb. 3.9 Simulationspiel zur Wildkatze mit je zwei Interaktionsvariablen (Wildkatzenwege, Schutzfläche), Datenvariablen (Katzen, Waldwirtschaft) und Kontrollvariablen (Vielfalt, Gulden)

Daraus folgt, dass die erste Variable für das Simulationsspiel die „Größe des Schutzgebietes“ ist (s. Abb. 3.9). Diese ist für die Spielenden in beide Richtungen veränderbar. Die zweite Interaktionsvariable stellen die „Wildkatzenwege“ dar, denn hier hat das Forschungsprojekt zur Wildkatze in der Rhön Handlungsbedarf und -möglichkeiten ermittelt (Schade 2013). Damit sind die beiden größten Gefährdungen für die Wildkatze, der Verlust des Lebensraumes und der Straßenverkehr (Mölich & Klaus 2003; Mölich 2015), in den Interaktionsvariablen erfasst.

Die Zahl der Wildkatzen ist in der vorliegenden Simulation eine abhängige Datenvariable, da es in der Rhön keine aktive Auswilderung von Wildkatzen gab. Die vorhandene Population konnte also durch Lebensraumverbesserungen erreicht werden, deshalb sollten auch die

Spielenden die Zahl der Wildkatzen nicht direkt beeinflussen können. Die zweite, gegenläufige Datenvariable stellt die Menge des nutzbaren Holzes dar. Auch sie wird nur indirekt durch den Ausbau des Schutzgebietes und der Wildkatzenwege verändert.

Das Spielergebnis schließlich wird durch die Kontroll-Variablen „Vielfalt-Taler“ und „Gulden“ ermittelt. Ein gutes Ergebnis in beiden Feldern wird als optimale nachhaltige Bewirtschaftung mit der höchsten Kategorie belohnt. Spielgruppen mit einem guten Kontostand bei den Vielfalt-Talern aber zu wenig Gulden, werden den „Ökofreaks“ zugeordnet, die mit einem gegenläufigen Ergebnis zur „Wirtschaftsfraktion“. Im Spielverlauf treten diese beiden Interessensgruppen auf und versuchen die Spielenden zu beeinflussen. Doch auch hier wird durch die Aufgabenstellung Holz als ein nachhaltiges und ökologisches Produkt präsentiert, um das Verständnis von Nachhaltigkeit und die Bewertungskompetenz zu fördern (s. Kapitel 7).

Der Design-Prozess der Übertragung einer ökologischen Simulation in das Geogame und die empirischen Untersuchungen dazu sind in Kapitel 5 ausführlich dargestellt.

4 Anlage der empirischen Untersuchung

4.1 Forschungsfragen

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, Potenziale von Geogames für Umweltbildung bzw. BNE zu untersuchen. Dafür wurde im Designprozess (s. Kapitel 3 und 5) eine ökologische Simulation in einen Outdoor-Kontext verlegt. Da dies eine Vereinfachung solcher Simulationen bedeutete, diese aber trotzdem die ökologischen Zusammenhänge korrekt abbilden musste, war dieses Spielelement ein entscheidender Schritt im Spieldesign. Als Indikator für eine erfolgreiche Implementierung des Simulationsspieles in das Geogame, wurde die Spielfreude der Spielenden erfasst (s. 4.2.1 und 4.4.3). Grundlage dafür ist das Modell von Tamborini, Bowman, Eden, Grizzard & Organ (2010), das die Spielfreude (enjoyment) nicht als Spaß/Vergnügen konstatiert, sondern als grundlegende Bedürfnisbefriedigung der Spielenden. Diese geht als Kompetenzerleben, Autonomie und soziale Eingebundenheit in das Modell ein, die zusammen 51% der Varianz von Enjoyment erklären. Darauf aufbauend wird in der vorliegenden Studie also nicht (nur) erfasst, ob die Spielenden Spaß am Spiel haben, sondern ob das Spiel geeignet ist, grundlegende Bedürfnisse, die mit psychologischem Wohlbefinden zusammenhängen, zu befriedigen (ebd.). Die Forschungsfrage, mit der das Spieldesign unabhängig vom Lerninhalt untersucht wird, lautet daher:

(1) Welchen Effekt hat die Integration eines Simulationsspiels auf die Spielfreude?

Bezogen auf Effekte für Umweltbildung und BNE sollte die Entwicklung von Einstellungen und Kompetenzen ermittelt werden. Der Wissenszuwachs wurde in dieser Studie nicht erfasst, da dies Teil der parallel laufenden Untersuchung zur Wertschätzung lokaler Biodiversität (Schaal So. 2016) war, und die Wirkung von Wissen letztlich nur mittelbar auf das Umweltverhalten wirkt (s. Abschnitt 2.1).

Wenn man die Veränderung des Umweltverhaltens als „ultimatives Ziel der Umweltbildung“ (Bogner 1998) sieht, bietet sich nach dem Umweltkompetenzmodell von Roczen et al. (2014) an, die Naturverbundenheit als Indikator zu wählen, denn sie hat einen größeren Effekt auf das Umweltverhalten, als die Wissensskalen des Modells. Die Erfassung der Naturverbundenheit ermöglichte gleichzeitig die Bedenken gegenüber dem Einsatz digitaler Medien in der Umweltbildung (vgl. Forkel-Schubert 2010; Shultis 2001) aufzugreifen. Denn folgt man diesen Autoren, ist durchaus vorstellbar, dass die Ablenkung durch das digitale Spiel zu einer Verringerung der Naturverbundenheit führt. Damit lässt sich die zweite Forschungsfrage folgendermaßen formulieren:

(2) Lässt sich die Naturverbundenheit der Spielenden durch Geogames fördern?

Die BNE als kompetenzorientierter und zukunftsgewandter Ansatz definiert kein „wünschenswertes Verhalten“ im Sinne eines umweltfreundlichen Verhaltens (de Haan 1993). Ihr Ziel, den Menschen beim Erwerb von Gestaltungskompetenz zu unterstützen, ist damit aber auch schwerer empirisch zu erfassen. Das Konstrukt ist mit seinen bis zu 12 Teilkompetenzen (de Haan 2008) zu komplex, um es messbar zu machen. Notwendig ist also eine Operationalisierung der Kompetenzen. Dazu hat das „Göttinger Modell“ der Bewertungskompetenz (Eggert & Bögeholz 2006) beigetragen, das die Kompetenz zum Bewerten, Entscheiden und Reflektieren erfasst. Als ein wichtiger Teil der Gestaltungskompetenz (Rost 2008) wird deshalb der Einfluss des Geogames auf die Bewertungskompetenz untersucht. Das Spiel bietet mit den Dilemma-Aufgaben (s. Kapitel 3.3.2) und der Simulation (s. Kapitel 3.4) Anlässe zum Bewerten und Entscheiden innerhalb der Spielgruppe. Damit lauten die dritte und vierte Forschungsfrage:

(3) Ist es möglich, die Bewertungskompetenz durch das Geogame zu fördern?
(4) Wie muss eine Spielsequenz gestaltet sein, damit der Kompetenzerwerb erfolgreich ist?

Für alle Untersuchungsgegenstände gibt es etablierte Skalen, die im folgenden Abschnitt beschrieben werden.

4.2 Auswahl der Messinstrumente

Die Forschungsfragen sollten durch quantitative Erhebungen im Prä-Post-Design untersucht werden. Dafür wurden Fragebögen aus etablierten Skalen der Einstellungs- und Kompetenzforschung ausgewählt und angepasst.

4.2.1 Spielfreude

Die Spielfreude als Indikator für ein gelungenes Spieldesign wurde mit dem *intrinsic motivation inventory* (IMI; Deci & Ryan 2003) und seiner Kurzform (KIM; Wilde, Bätz, Kovaleva & Urhahne 2009) erfasst. Die Skala umfasst 29 Items zu den Subskalen

- Interesse/Vergnügen (IMI, 4 Items)
- Kompetenzerleben (KIM, 3 Items)
- Autonomie/Wahlfreiheit (KIM, 3 Items)
- Soziale Eingebundenheit (IMI, 7 Items)
- Anstrengung/Wichtigkeit (IMI, 5 Items)
- Nutzen/Brauchbarkeit (IMI, 7 Items).

Das Antwortformat ist eine 5-stufige Likert-Skala mit dem Wert 1 für „trifft gar nicht zu“ bis zu 5 für „trifft voll zu“. Insgesamt 4 Items waren negativ formuliert und mussten vor der Auswertung umcodiert werden.

4.2.2 Naturverbundenheit

Zur Naturverbundenheit gibt es zahlreiche Skalen mit unterschiedlichen Schwerpunkten (s. Kapitel 6.2.1 ff. und Brügger et al. 2011). Das Spieldesign mit seiner Abwägung zwischen Naturschutz und Naturnutzung legt augenscheinlich den Einsatz der 2-MEV-Skala von Bogner (vgl. Wiseman & Bogner 2003; Bogner & Wiseman 2004; Bogner & Kaiser 2012) nahe, die auf zwei Achsen genau diese beiden Faktoren erfasst. Allerdings ist die Skala Utilization/Nutzung ausschließlich als Ausbeutung von Natur formuliert (z.B. „Wir müssen Wälder abholzen, um möglichst viele Getreidefelder anzulegen"). Der Gedanke einer nachhaltigen Naturnutzung im Sinne von nachwachsenden Rohstoffen oder der Erholung des Menschen in der Natur nimmt in neueren Arbeiten Einzug in das Modell (Kibbe et al. 2014), war aber zu diesem Zeitpunkt noch nicht verwirklicht. Damit wurde die Skala für die Erfassung einer Natureinstellung innerhalb des BNE-Ansatzes ausgeschlossen.

Stattdessen wurden drei Skalen ausgewählt, die sich in mehreren Studien zur Ermittlung der Naturverbundenheit bewährt haben: die *disposition to connect to nature* (DCN; Brügger et al. 2011; 40 Items, Beispiele s. Tabelle 6.1) ist Teil des Umweltkompetenzmodells (Roczen et al. 2014), das auch die Basis für das Geogame-Rahmenmodell legte (Schaal et al. 2015). Hier ist die mit dem DCN gemessene Natureinstellung der stärkste Prädiktor für umweltfreundliches Verhalten. Zur Absicherung der Skala wurde sie mit der *Naturerfahrungsskala* (NEL; Lude 2006; 13 Items) und der *inclusion of nature in self* (INS; Schultz 2002; 1 Item) kombiniert. Die Skalen DCN und NEL fragen nach Tätigkeiten in der Natur, die mit 5-stufigen Likert-Skalen (1="nie", 5="sehr oft") beantwortet werden oder Wertungen zur Natur, die eine dichotome Entscheidung zulassen. Zusätzlich geben sie die Möglichkeit, mit „kann ich nicht beantworten" unentschieden zu bleiben. Die INS-Skala besteht aus einem 7-stufigen Item, das die Verbundenheit zur Natur symbolisch ausdrückt (s. Abb 6.3) und sich in zahlreichen Studien mit Kindern und Jugendlichen bewährt hat (z.B. Bragg, Wood, Barton & Pretty 2013; Schultz & Tabacino 2007; Kossack & Bogner 2012; Liefländer, Fröhlich, Bogner & Schultz 2013). Die Skalen wurden im Prä- und Post-Test eingesetzt, um ihre Veränderung durch die Intervention zu erfassen.

4.2.3 Bewertungskompetenz

Die Bewertungskompetenz lässt sich nicht mit einfachen Multiple-Choice-Items abfragen, denn sie muss in einer konkreten Bewertungs- und Entscheidungssituation angewendet werden. Einen umfassenden Überblick zu verschiedenen Modellen der Bewertungskompetenz in Bezug auf den Biologieunterricht und die BNE geben Bögeholz, Hößle, Langlet und Kollegen (2004). Für eine Kurzzeitintervention wie in dieser Studie, stellt das Göttinger Modell (Eggert & Bögeholz 2006) die geeignete Grundlage. Andere Modelle, die ebenfalls mit Dilemma-Aufgaben arbeiten, schließen z.B. die Generierung von Handlungsoptionen mit ein (Hößle 2001; Grace 2009), die in der kurzen Spielzeit des

Geogames nicht leistbar ist. Auch in methodischer Hinsicht eignet sich das Göttinger Modell für die hier angelegte empirische Untersuchung. Während Hößle (2001; 2007; Steffen & Hößle 2015) und Grace (2009; Grace & Byrne 2010) mit Interviews und Gruppendiskussionen qualitative Daten erheben, stellt das Göttinger Modell ein etabliertes Messinstrument zur quantitativen Erfassung der Bewertungskompetenz zur Verfügung (Eggert & Bögeholz 2006).

Dieses besteht aus zwei Bewertungsaufgaben zu ökologischen Themen und einer Reflexionsaufgabe über eine Entscheidungssituation (Eggert, Bögeholz, Watermann & Hasselhorn 2010). Die Bewertungsaufgaben schildern ein ökologisches Problem (Ausbreitung von Neophyten, Regulierung des Dorschfangs) mit vier Lösungsmöglichkeiten, die unterschiedliche Vor- und Nachteile mit sich bringen. Die Probanden wählen eine Lösung aus und begründen ihre Entscheidung in einem offenen Antwortformat. Diese Antworten werden mit Hilfe eines Scoring-Guides in quantitative Daten umgesetzt und anschließend mit dem Partial-Credit-Modell skaliert (für Details siehe Kapitel 7.3.2 und Eggert et al. 2010). Die Reflexionsaufgabe schildert eine Entscheidungssituation, die vom Probanden diskutiert werden soll. Da dies nicht Teil der Intervention war und die Bearbeitungszeit für den Fragebogen um ca. 30 min länger geworden wäre, wurde für die vorliegende Studie auf die Reflexionsaufgabe verzichtet. Die Skala erfasste also die Teilkompetenz Bewerten und Entscheiden (BE).

Die beiden zur Verfügung stehenden Bewertungsaufgaben sollten geeignet sein, einen Kompetenzerwerb zu erfassen, da sie thematisch unabhängig vom Geogame waren. Beide Aufgaben wurden im Prä- und im Post-Test eingesetzt.

4.2.4 Individuelle Voraussetzungen als Kovariaten

Zusätzlich zu den im Prä- und Post-Test eingesetzten Skalen zur Wirkung der Intervention wurden im Prä-Test individuelle Voraussetzungen der Probanden erfasst:

- Alter, Geschlecht
- Schulform
- Sozio-ökonomischer Status
- Smartphone-Besitz und -Nutzung

Damit konnte die teilweise sehr heterogene Stichprobe auf Kovariaten zur Wirkung der Intervention untersucht werden.

4.3 Vergleichsgruppe „Actionbound“

Bei der Entwicklung des Geogames sollten möglichst viele Potenziale der Smartphones genutzt werden, um einen Lernerfolg zu erreichen. Dass der Einsatz von mobilen Endgeräten in Outdoor-Interventionen förderlich sein kann, haben schon frühere Studien gezeigt (z.B. Ruchter et al. 2010; Crawford et al. 2016).

Ziel des Projektes BioDiv2Go war es, über die zahlreichen „Geocaching-Derivate“ (Lude et al. 2013) hinaus zu gehen, indem Spiele konstruiert werden, die so ohne Smartphones nicht möglich sind (vgl. Puentedura 2006). Deshalb dienten in dieser Studie nicht traditionelle Führungen und Papier-und-Bleistift-Rallyes als Vergleich, sondern eine einfachere Rallye mit mobilen Endgeräten. Damit sollte die Wirkung der feinen, aber wichtigen Unterschiede im Spiel-Design des Geogames ermittelt werden.

Das Spiel für die Vergleichsgruppe wurde mit der Plattform actionbound.de erstellt und nutzt für die ortsbezogenen Aufgaben die gleichen Spielelemente wie das Geogame. Auch hier können Multiple-Choice-Aufgaben bearbeitet werden, Foto- und Audioaufnahmen angefertigt werden. Inhaltlich und methodisch entsprechen diese Aufgaben genau den in Abschnitt 3.3.1 und 3.3.2 beschriebenen. Der Unterschied zum Geogame liegt darin, dass nach den Aufgaben kein Simulationsspiel folgt und die Aufgaben in einer gegebenen Reihenfolge auf einem Rundweg bearbeitet werden (s. Abb. 4.1). Einen Überblick zu den Gemeinsamkeiten und Unterschieden gibt Tabelle 5.1.

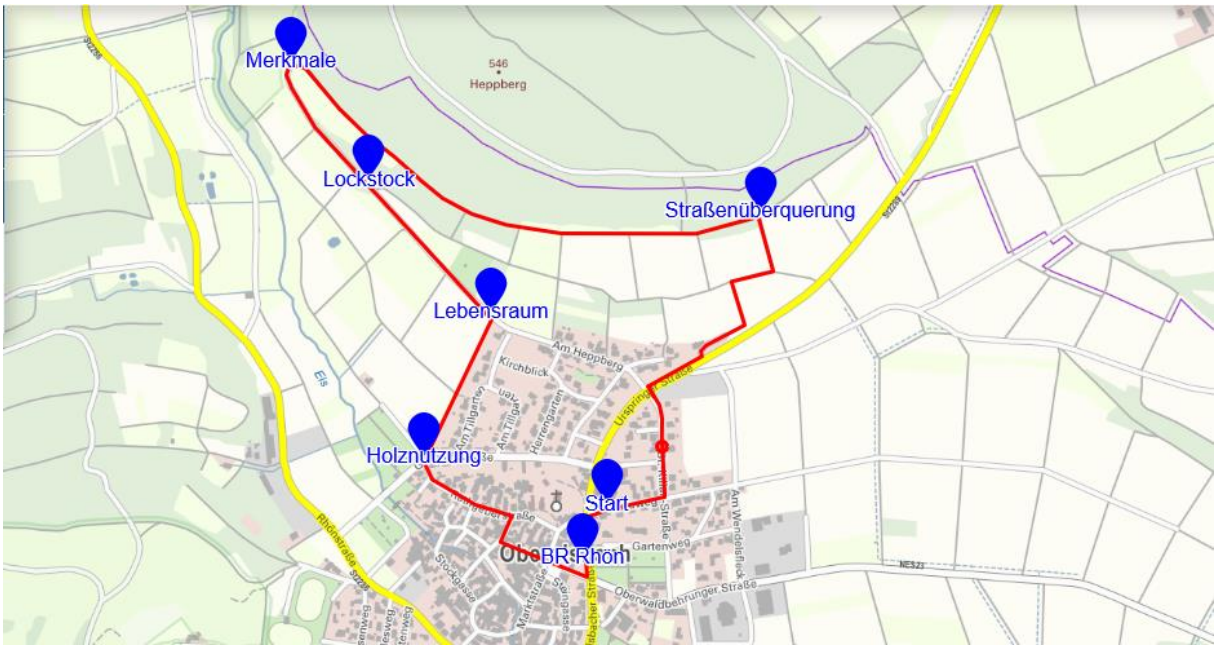


Abb. 4.1 Spielfeld der Vergleichsgruppe Actionbound. Hier ist jede der sechs Aufgaben nur einmal verortet und die Reihenfolge der Bearbeitung festgelegt.

Bezogen auf die Forschungsfragen war mit dieser Vergleichsgruppe die Integration des Simulationsspiels in das Geogame zu untersuchen und die Förderung der Bewertungskompetenz, da der Actionbound nur zwei Dilemma-Aufgaben zum Bewerten und Entscheiden präsentierte, das Geogame aber zusätzlich die Simulation. Andererseits könnte die intensivere Beschäftigung mit dem Smartphone beim Geogame zu einer größeren Ablenkung und damit zu einer negativen Wirkung auf die Naturverbundenheit führen.

Die Spielgruppen wurden zu Beginn zufällig auf die beiden Interventionen verteilt. Die Rahmenbedingungen (Wetter, Tageszeit) waren also für alle Probanden gleich. Zum Überblick des Studiendesigns siehe Abb. 4.2.

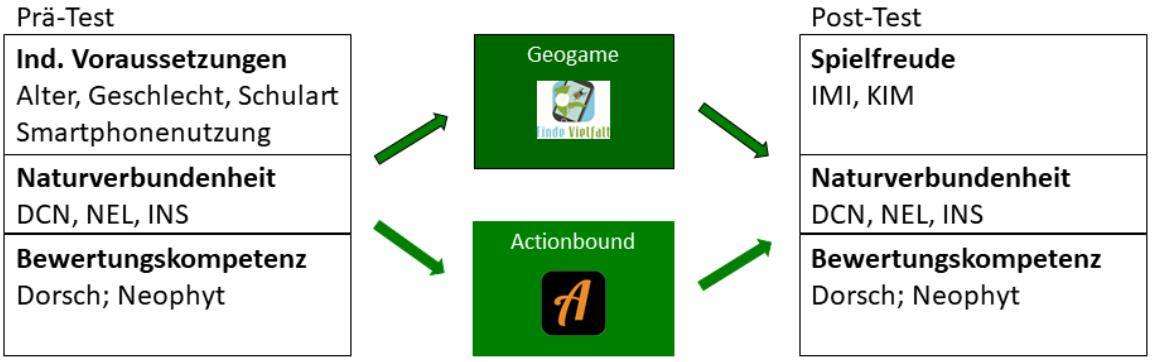


Abb. 4.2 Grafischer Überblick zum Studiendesign

4.4 Pilotierung und Anpassung der Messinstrumente

Eine Pilotstudie im Juli und September 2015 mit 169 ProbandInnen der 5.-7. Jahrgangsstufe zeigte, dass die Bearbeitungszeit des entwickelten Fragebogens mit 45 – 60 Minuten sehr lang ist und der kurze Abstand zwischen Prä- und Post-Test zu Ermüdung und Frustration bei den Probanden führte. Gerade die beiden Bewertungsaufgaben wurden im Post-Test nicht mehr oder nicht ausreichend bearbeitet, was sehr viele fehlende Werte erzeugte (95 von 169 Fragebögen der Pilotstudie, das entspricht 56%).

Deshalb wurde in den folgenden Erhebungen zum einen darauf geachtet, dass zwischen Prä- und Post-Test mindestens 12 Stunden (eine Übernachtung) lagen. Zum anderen wurde der Bearbeitungsaufwand des Fragebogens reduziert.

4.4.1 Reduktion der Skalen zur Naturverbundenheit

In der zeitgleich laufenden Untersuchung von Sonja Schaal und Kollegen (2015) stellte sich heraus, dass die beiden Skalen NEL und DCN in hohem Maß korrelierten (r = .73***), damit also kein zusätzlicher Erkenntnisgewinn zu erwarten ist. Zusätzlich ermöglicht die DCN-Skala durch die Rasch-Modellierung eine Aufteilung der Skala auf Prä- und Post-Test.

Bei der Raschskalierung werden die Rohwerte der Items standardisiert, indem jedem Item eine spezifische Schwierigkeit zugeordnet wird. Diese Schwierigkeit ergibt sich aus der Lösungswahrscheinlichkeit, also aus dem Verhältnis, wie viele Probanden einer Aussage zustimmen und wie viele nicht. Damit lassen sich alle Items auf einer Skala anordnen (s. dazu Bond & Fox 2015). Dieses Verfahren macht die Skala unempfindlich für fehlende Werte (s. Embretson & Reise 2000) und lässt damit zu, dass im Prä-Test andere Items bearbeitet werden, als im Post-Test, vorausgesetzt diese werden über Ankeritems miteinander verbunden.

Im vorliegenden Fall wurden die 40 Items des DCN nach den in der Literatur dargestellten Schwierigkeiten (Brügger et al. 2011) so aufgeteilt, dass die Verteilung von schweren und leichten Items in jeder Teilskala gleich war. Sechs der Items mittlerer Schwierigkeit wurden als Ankeritems in beide Teilskalen übernommen. Damit innerhalb der Stichprobe alle Items gleich häufig bearbeitet wurden, bekam die Hälfte der Probanden die erste Teilskala mit 23 Items im Vortest, die zweite Teilskala mit 6 gleichen Ankeritems und 17 neuen Items im Nachtest. Der anderen Hälfte der Stichprobe wurden die Skalen in umgekehrter Reihenfolge vorgelegt.

Abbildung 4.3 zeigt die Wright-Map (s. Wilson 2005) der geteilten DCN-Skala im Vortest. Auf dieser Karte werden die Schwierigkeiten der Items den Fähigkeiten der Probanden zugeordnet. Die linke Seite zeigt eine annähernde Normalverteilung für die Fähigkeiten der Probanden, repräsentiert durch ein „X“ pro 0,3 Fälle. Die Probanden mit der höchsten Naturverbundenheit stehen oben, die mit der geringsten ganz unten. Das Hauptfeld liegt zwischen den Werten 0 und -2, was darauf hindeutet, dass der Test für die Zielgruppe etwas zu schwer, aber nicht unpassend, war. Das zeigt sich auch in der Lage der Items: Auf der rechten Seite sind die Itemschwierigkeiten mit den Nummern 1 bis 40 aufgetragen. Auch hier gilt, dass die schwierigsten Items am oberen Ende der Skala liegen, die leichtesten am unteren Ende. Items, die auf gleicher Höhe liegen, weisen die gleiche Schwierigkeit auf. Im Vergleich zu den Personenfähigkeiten sind die Itemschwierigkeiten etwas nach oben verschoben, d.h. die Items waren im Mittel schwieriger als die Probanden „fähig“. Auf die Items bezogen bedeutet das, dass Tätigkeiten und Wertungen gefragt wurden, die für die Zielgruppe anspruchsvoll waren. Insgesamt liegen die Schwierigkeiten der Items und die

Fähigkeiten der Probanden aber in einem Bereich, der zeigt, dass der Test zur Zielgruppe passt (Bond & Fox 2015, S. 67ff).

In Bezug auf die Verteilung der Items auf die Fragebögen zeigt Abb. 4.3, dass die Aufteilung der Schwierigkeiten in den zwei Teilskalen ausgeglichen ist. Die roten Zahlen gehören zur Version 1 des Prä-Tests, die blauen Zahlen zur Version 2, die schwarzen Zahlen sind die Anker-Items, die in beiden Teilskalen verwendet wurden. Wie in der Untersuchung von Brügger et al. (2011), deren Schwierigkeitsverteilung als Grundlage der Zuordnung genommen wurde, liegen die Anker-Items im mittleren Schwierigkeitsbereich von -1 bis +1. Die Items der beiden Teilskalen verteilen sich über das gesamte Schwierigkeitsspektrum. Nur beim Item 40 (Haustiere sind Teil der Familie) ist ein Ausreißer zu bemerken: Diesem wurde am leichtesten zugestimmt. Bei Brügger et al. (2011) war an dieser Stelle das Item 36 (Ich finde es spannend, Tiere zu beobachten) und das Item 40 deutlich schwieriger. Dadurch enthielt die Version 2 zwei sehr leichte Items (22 und 40), was aber durch das schwerste Item 1 am oberen Ende der Skala ausglichen werden sollte.

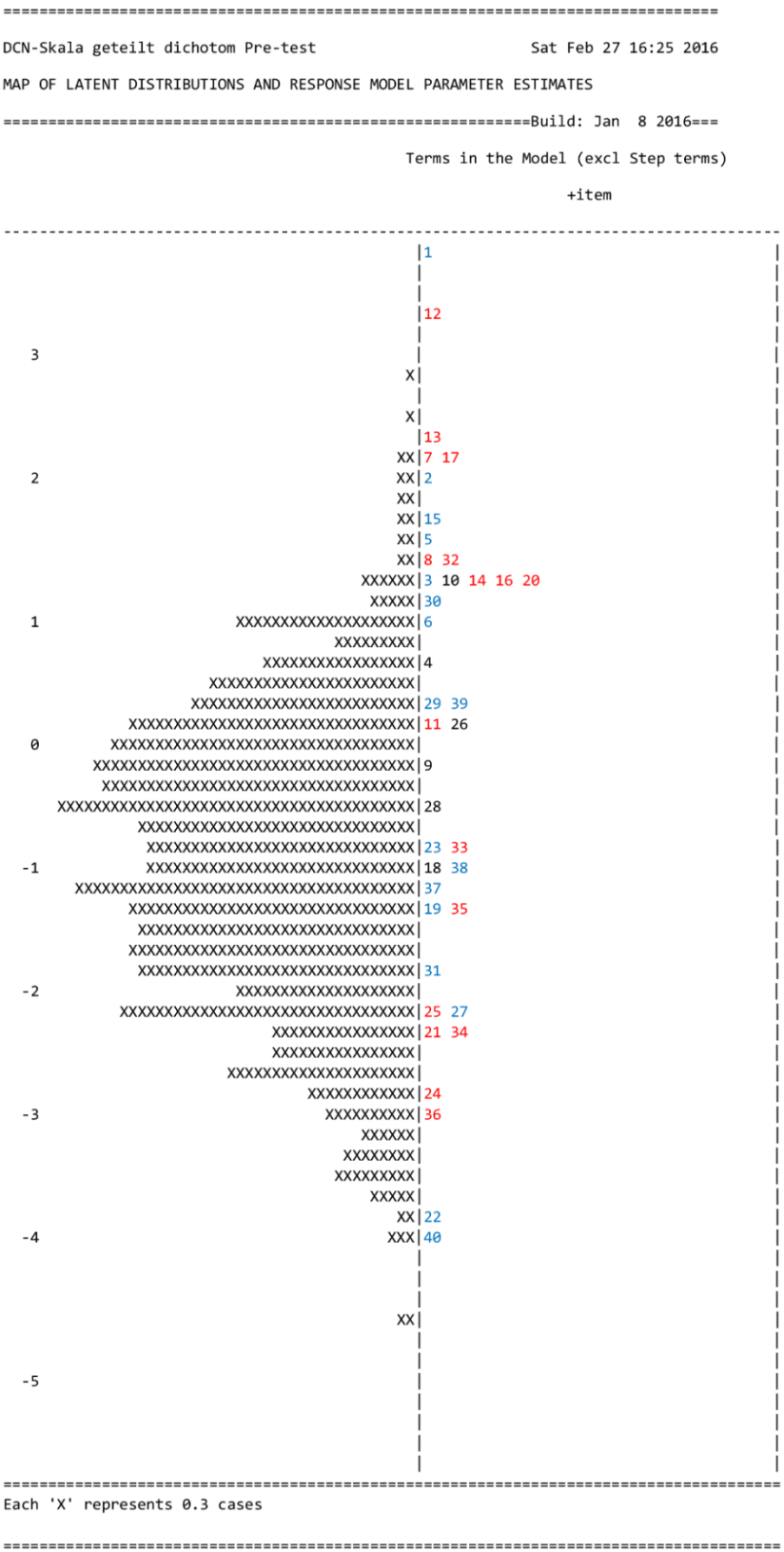


Abb. 4.3 Wright-Map der geteilten DCN-Skala im Vortest. Die roten Zahlen stehen für die Items der Version 1, die blauen für die der Version 2. Schwarz sind die Anker-Items, die in beiden Teilskalen vertreten waren. Die Verteilung der Items über den gesamten Schwierigkeitsbereich zeigt, dass die Teilskalen gleich schwierig für die Probanden sind. Die Lage der Personenfähigkeiten (markiert durch X auf der linken Seite) zeigt, dass der Test gut zu den Probanden passt, auch wenn die Itemschwierigkeit die Personenfähigkeit etwas übersteigt.

Die Wright-Map und die Skalen-Werte in Abschnitt 6.4.1 zeigen, dass die Aufteilung der DCN-Skalen in zwei Teilskalen erfolgreich war und zuverlässige Messwerte lieferte.

Mit dieser Aufteilung des DCN und der Eliminierung der NEL-Skala konnte die Itemzahl für den Bereich „Naturverbundenheit“ von 53 auf 23 reduziert werden und bis auf die 6 Ankeritems musste keine Frage doppelt beantwortet werden. Die Reliabilität der Skalen wurde dadurch leicht vermindert, liegt aber immer noch im akzeptablen Bereich (s. Tabelle 4.1). Die Itemkennwerte sind in Tabelle 4.2 dargestellt. Für Details zur Skalierung und Modellpassung der DCN-Skala siehe Kapitel 6.3.2 und 6.4.1.

Tabelle 4.1 Reliabilitäten (MLE seperation reliability) der ungeteilten und der geteilten DCN-Skala

	Reliabilität Prä-Test	Reliabilität Post-Test
DCN ungeteilt (n=76)	.88	.88
DCN geteilt (n=181)	.77	.79

Die INS-Skala wurde im Fragebogen behalten, da sie als einzelnes Item keinen wesentlichen Zeitaufwand bedeutet, außerdem wird sie von Brügger und Kollegen (2011) als gute Ergänzung, bzw. Alternative zum DCN empfohlen, da sie sehr zuverlässig und sensitiv ist.

Tab 4.2 Kennwerte der Skala DCN. Die Reliabilität der Gesamtskala wird über die interne Konsistenz (Cronbachs α) gemessen. Der Mittelwert MN gibt die Schwierigkeit der Items an, also wie einfach es ist, einer Aussage zuzustimmen (je höher der Wert, desto schwieriger), SD ist die Standardabweichung zu diesem Wert. Die Modellpassung zum Rasch-Modell wird durch die (gewichteten) MNSQ (Meansquare-Value) und T-Werte überprüft. Dabei sollten die MNSQ-Werte zwischen 0,8 und 1,2 liegen, die T-Werte nicht über 2 (Daten des Post-Tests vom 27.02.2016)

	Skala/Item	**Rel.**	**MN**	**SD**	**MNSQ**	**T**
	DCN *diposition to connect to nature*	0,77				
1.	Ich stehe früh auf, um den Sonnenaufgang zu erleben.		4,38	1,01	1,15	0,5
2.	Ich spreche mit Pflanzen.		1,99	0,41	1,00	0,1
3.	Ich sehe mir Fernsehsendungen an, deren Hauptdarsteller Tiere sind.		1,24	0,33	0,89	-0,6
4.	Ich wandere oder jogge in der Natur.		0,61	0,20	1,07	0,7
5.	Ich nehme mir Zeit, den Wolken beim Vorbeiziehen zuzusehen.		1,58	0,36	0,85	-0,6
6.	Ich beobachte oder höre bewusst Vögeln zu.		0,98	0,32	0,93	-0,4
7.	Ich nehme mir bewusst Zeit, die Sterne zu beobachten.		2,14	0,44	1,04	0,2
8.	Ich gehe in einen Park.		1,39	0,34	1,01	0,1
9.	Ich spreche mit Tieren.		-0,16	0,19	1,08	1,0
10.	Auch wenn es sehr kalt ist oder wenn es regnet, unternehme ich Spaziergänge in der freien Natur.		1,28	0,23	0,97	-0,2
11.	Ich verspüre ein Bedürfnis, draußen in der Natur zu sein.		0,12	0,27	1,03	0,3
12.	Ich nehme mir Zeit, um bewusst an Blumen zu riechen.		3,36	0,71	1,01	0,2
13.	Ich ahme das Verhalten von Tieren nach, z.B. den Gang eines Geiers.		2,31	0,47	1,02	0,2
14.	Ich sammle Pilze oder Beeren.		1,31	0,33	1,16	0,8
15.	Ich mache Geräusche von Tieren nach.		1,76	0,38	1,04	0,2
16.	Ich gehe barfuß über nasse Wiesen.		1,18	0,32	0,96	-0,2
17.	Ich helfe Schnecken über die Straße.		2,14	0,43	0,99	0,1
18.	Insekten, z.B. Fliegen, versuche ich zu fangen und nach draußen zu setzen, statt sie zu töten.		-0,95	0,19	0,89	-1,5
19.	Als Kind verbrachte ich viel Zeit im Wald.		-1,33	0,27	1,07	0,6
20.	Ich besitze eine CD / mp3 mit Naturgeräuschen.		1,22	0,32	1,13	0,7
21.	Ich besitze und versorge Pflanzen.		-2,29	0,29	1,12	0,8
22.	Der Tod eines Haustiers lässt mich trauern.		-3,71	0,41	0,98	0,0
23.	Mein Lieblingsplatz ist ein Platz im Grünen.		-0,81	0,28	0,82	-1,6
24.	Überfahrene Igel machen mich traurig.		-2,75	0,33	1,13	-0,3
25.	Ein kahlgeschlagener Wald macht mich traurig.		-2,17	0,30	0,85	-0,9
26.	Wenn mir eine Pflanze eingeht, mache ich mir Vorwürfe.		0,19	0,20	0,97	-0,3
27.	Ich finde es spannend, Tiere zu beobachten.		-2,14	0,28	0,86	-1,1
28.	Einem Baum in die Rinde zu ritzen, fühlt sich an, wie sich selber zu schneiden.		-0,53	0,20	0,94	-0,8
29.	Ich sammle Dinge aus der Natur, wie zum Beispiel Steine, Schmetterlinge oder Käfer.		0,29	0,29	1,20	1,4
30.	Zimmerpflanzen sind Teil der Familie.		1,12	0,34	1,04	0,2
31.	Ich lebe lieber in der Stadt als auf dem Land.		-1,90	0,29	1,15	1,2
32.	Ich verbringe lieber Zeit mit Freunden als allein in der Natur.		1,33	0,34	1,14	0,7
33.	Ich arbeite gern im Garten.		-0,94	0,26	0,82	-1,9
34.	Ich spaziere lieber im Wald als in der Stadt.		-2,27	0,30	0,86	-0,8
35.	Ein Waldspaziergang lässt mich meine Alltagssorgen vergessen.		-1,30	0,27	0,82	-1,9
36.	Ich treibe Sport lieber draußen als drinnen.		-2,93	0,35	1,23	1,0
37.	Es entspannt mich, Naturgeräuschen zuzuhören		-1,12	0,26	0,85	-1,4
38.	Der Lärm von Grillen geht mir auf die Nerven.		-1,07	0,26	1,17	1,5
39.	Das Quaken von Fröschen ist beruhigend.		0,34	0,29	0,77	-1,7
40.	Haustiere sind Teil der Familie.		-3,89	0,43	0,94	-0,1

4.4.2 Entwicklung eigener Aufgaben zur Teilkompetenz BE

Die Teilung der DCN-Skala brachte eine deutliche Reduktion der Items, doch nur eine geringe Verkürzung der Arbeitszeit, da die Multiple-Choice-Items schnell zu beantworten waren. Mit etwa der Hälfte der Bearbeitungszeit waren die beiden Bewertungsaufgaben der BE-Skala immer noch zeitintensiver. Erschwerend für eine Erfassung des Kompetenzverlaufes kam hinzu, dass ursprünglich nur zwei Aufgaben für Vortest und Nachtest zur Verfügung standen, die keinen thematischen Bezug zur Intervention hatten (Neophytenbekämpfung und Dorschfang). Für die Erfassung einer – kontextunabhängigen – Kompetenz ist dieses Vorgehen wünschenswert, da die ProbandInnen zeigen können, dass sie im Geogame zur Wildkatze erworbene Kompetenzen erfolgreich in anderen Bereichen anwenden können. Im realen Setting der Untersuchung zeigte sich, dass die Bearbeitung von zwei fachfremden Aufgaben in kurzer Zeit zu Unverständnis und Motivationsverlust bei den SuS führte, was nicht verwertbare Aussagen wie „das Gleiche wie vorher“ (JA06) oder „hat sich nichts geändert“ (KT24) zur Folge hatte.

Um diesem entgegenzuwirken wurden eigene Bewertungsaufgaben zur BE-Skala erstellt und pilotiert. In der Endversion der Skala sollte eine themenbezogene Aufgabe (Wildkatzen-Aufgabe) als Ankeritem im Prä- und Posttest und zusätzlich eine der kontextunabhängigen Aufgaben abwechselnd im Prä- und im Posttest eingesetzt werden. Die eine Hälfte der Stichprobe bekam also im Prä-Test die Wildkatzen-Aufgabe und den Dorschfang, im Post-Test die Wildkatzen-Aufgabe und die Neophytenbekämpfung, die zweite Hälfte die umgekehrte Reihenfolge (s. Abb 4.3). So sollte erreicht werden, dass die Wildkatzen-Aufgabe einen Bezug zum Spielgeschehen darstellte und die jeweils andere Aufgabe den Transfer in einen anderen Zusammenhang ermöglichte.

Die Bewertungsaufgabe zur Wildkatze wurde neu entwickelt. Dafür wurden zwei unterschiedliche Aufgaben erstellt und in einer Pilotstudie getestet. Als Grundlage wurden die beiden Dilemma-Aufgaben aus dem Geogame genommen und in ihrer Struktur an die Aufgaben des BER angepasst (vollständiger Fragebogen s. Anhang 10.1 und 10.2):

- Waldwirtschaft: „Wie kann der Wald gut bewirtschaftet werden? Wälder sind Lebensräume für Tiere und Pflanzen, aber auch wichtige Rohstofflieferanten. Das Holz wird für Möbel, Häuser oder als Brennholz gebraucht. Da es ein nachwachsender Rohstoff ist, ist die Nutzung von Holz auch gut für die Umwelt. Durch intensive Nutzung sind aber viele Tiere, wie z.B. die Wildkatze aus den Wäldern verdrängt worden. Die biologische Vielfalt ist dadurch gesunken. Stell Dir vor, Du bist Bürgermeister/in in einer Gemeinde mit eigenem Wald. Damit bist Du für die Bewirtschaftung des Waldes zuständig. Wir stellen Dir verschiedene Möglichkeiten der Waldnutzung vor:“ Als Auswahl werden die Optionen intensiv

genutzter Laubwald, Laubwald mit Unterwuchs, Weihnachtsbaum-Plantage oder Naturwaldreservat angeboten, die jeweiligen Vor- und Nachteile werden tabellarisch aufgeführt.

- Straßenüberquerung: „Wie kann man der Wildkatze im Straßenverkehr helfen? Die Wildkatze wird in unseren Wäldern wieder heimisch, ist aber immer noch sehr bedroht und muss geschützt werden. Eine der größten Gefahren für Wildkatzen ist der Straßenverkehr. Auf ihren Streifzügen werden sie beim Überqueren von Landstraßen oder Autobahnen oft überfahren. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, das zu verhindern. Stell Dir vor, Du bist Bürgermeister/in in einer Gemeinde mit eigenem Wald, in dem auch Wildkatzen leben. An diesem Wald führt eine Landstraße vorbei, die Deinen Ort mit dem Nachbarort verbindet.“ Hier gibt es die Lösungsmöglichkeiten Straße sperren, Tempolimit, Untertunnelung der Straße oder ein Warnschild „Wildwechsel“. Auch dafür werden die Vor- und Nachteile für Mensch und Natur in einer Tabelle dargestellt.

Wie bei den ursprünglichen Aufgaben des BER sollen sich die ProbandInnen für eine Option entscheiden und schriftlich begründen. Die weitere Auswertung erfolgt mit einem Scoring-Guide wie in den Abschnitten 4.2.3 und 7.5.2 beschrieben.

Die beiden Aufgaben wurden im September 2015 mit je 30 SuS getestet, um die zuverlässigere für den künftigen Fragebogen zu ermitteln. Die Berechnung der internen Konsistenz ergab für die Aufgabe „Straßenüberquerung“ einen akzeptablen Wert von $\alpha = 0{,}75$. Die Aufgabe „Waldwirtschaft“ dagegen musste mit $\alpha = 0{,}33$ verworfen werden. Damit wurde ab Dezember 2015 die Aufgabe „Straßenüberquerung“ in die Hauptuntersuchung zur Entwicklung der Bewertungskompetenz übernommen (s. Tab. 4.3 und Kapitel 7).

Eine letzte Veränderung in diesem Bereich wurde am Ende der Hauptuntersuchung vorgenommen, um eine von Sonja Schaal (2016) entwickelte, aber nicht näher untersuchte Skala zum Entscheiden in Dilemma-Situationen zu testen. Statt der offenen Antwortformate der BER-Skala wurden den ProbandInnen sechs Dilemma-Situationen geschildert, zu denen sie sich auf einer Likert-Skala zwischen den Polen Naturschutz und Naturnutzung positionieren sollten. Die Beantwortung dieser Aufgaben ist wesentlich schneller möglich, allerdings ist davon auszugehen, dass damit eher eine Einstellung bzw. Einstellungsänderung als eine Kompetenzentwicklung erfasst wird. Der Vergleich dieser beiden Instrumente wird in Kapitel 7 ausführlich dargestellt und diskutiert.

Tab 4.3 Kennwerte der Skala BE. Die Reliabilität der Gesamtskala wird bei der Rasch-Skalierung bestimmt und entspricht der internen Konsistenz (Cronbachs α). Die Schwierigkeit der Items (MN) gibt an, wie häufig diese Lösungsoption gewählt wurde (je höher der Wert, desto weniger), SD ist die Standardabweichung zu diesem Wert. Die Modellpassung zum Rasch-Modell wird durch die (gewichteten) MNSQ (Meansquare-Value) und T-Werte überprüft. Dabei sollten die MNSQ-Werte zwischen 0,8 und 1,2 liegen, die T-Werte nicht über 2. Die Items 7 und 11 überschreiten diese Werte, liegen aber noch im akzeptablen Bereich (Daten des Post-Tests vom 31.10.2017)

	Skala/Item	**Rel.**	**MN**	**SD**	**MNSQ**	**T**
	BE *Bewerten und Entscheiden*	0,73				
	Unterskala Neophyt					
1.	Pflanzenschutzmittel		-0,07	0,22	0,92	-0,6
2.	Schilf		-0,18	0,21	1,11	1,0
3.	Schafe		-0,50	0,20	1,10	0,9
4.	Mähen		0,35	0,26	0,79	-1,8
	Unterskala Dorsch					
5.	Maschenöffnung		0,59	0,31	1,12	0,8
6.	Fangverbot		0,49	0,28	0,96	-0,3
7.	Schutzzeiten		-0,20	0,23	1,30	2,3
8.	Fangquote		-0,15	0,25	0,92	-0,6
	Unterskala Wildkatze					
9.	Straße sperren		0,21	0,18	0,84	-1,9
10.	Tempolimit		0,42	0,22	0,86	-1,8
11.	Untertunnelung		-1,51	0,13	1,27	3,1
12.	Warnschild		0,54	0,22	0,78	-2,7

4.4.3 Reduktion der Skala zur Spielfreude

Schließlich konnte auch die Skala zur Erfassung der Spielfreude im Post-Test um einzelne Items reduziert werden. Dafür wurde auf die Arbeit von Sonja Schaal (2016) im gleichen Projekt zurückgegriffen. Sie wählte nach dem Modell von Tamborini und Kollegen (2010) einen engeren Begriff von Enjoyment, als von der gesamten IMI-Skala abbildet. Hier wird Enjoyment im Spiel als grundlegende Bedürfnisbefriedigung gesehen, die durch die Faktoren Kompetenzerleben, Autonomie und soziale Eingebundenheit darstellbar ist (Tamborini et al. 2010). Diesem Begriff von Spielfreude folgend und um eine konsistente Datenerhebung innerhalb des Projektes BioDiv2Go zu gewährleisten, wurden die Subskalen Anstrengung/Wichtigkeit (5 Items) und Nutzen/Brauchbarkeit (7 Items) eliminiert (s. Tab 4.4).

Tab 4.4 Kennwerte der Skala Enjoyment (IMI). Die Reliabilität der Gesamtskala und der Unterskalen wurde durch die interne Konsistenz (Cronbachs α) ermittelt. Die Itemschwierigkeit wird in der klassischen Testtheorie als Prozentwerte der Personen angegeben, die dem Item zugestimmt haben. Die Werte sollten im mittleren Bereich liegen, zu leichte (>80) und zu schwere Items (<20) sollten aus der Skala eliminiert werden. Die Trennschärfe gibt an, wie gut das Item die ProbandInnen unterscheiden kann. Ihre Werte können zwischen 0 und 1 liegen, je höher, desto trennschärfer ist das Item. Ein Wert unter 0,4 gilt als Ausschlusskriterium. Aufgrund mangelhafter Reliabilität und Trennschärfe wurde die Unterskala *Kompetenzerleben* aus der weiteren Analyse eliminiert, ebenso die Unterskala *Soziale Eingebundenheit* wegen mangelhafter Schwierigkeit und Trennschärfe der Items.

	Skala/Item	**Reliabilität**	**Schwierigkeit**	**Varianz**	**Trennschärfe**
	IMI *intrinsic motivation inventory*	0,73			
	Unterskala Interesse/Vergnügen	0,87			
1.	Das Spiel hat mir Spaß gemacht		72,25	1,08	0,73
2.	Ich glaube, das Spiel zu spielen könnte von einigem Wert für mich sein.		60,75	1,64	0,69
3.	Ich fand das Spiel sehr interessant.		73,25	1,63	0,81
4.	Das Spiel ist unterhaltsam.		71,50	1,78	0,70
	Unterskala Kompetenzerleben	0,40			
5.	Mit meiner Leistung beim Spiel bin ich zufrieden.		78,75	0,94	0,29
6.	Beim Spiel habe ich mich geschickt angestellt.		72,00	6,84	0,25
7.	Ich glaube, ich war beim Spiel ziemlich gut.		67,75	1,18	0,39
	Unterskala Autonomie	0,70			
8.	Bei den Aktionen im Spiel konnte ich wählen, wie ich es mache.		60,50	1,42	0,47
9.	Ich konnte die Aktionen im Spiel selbst steuern.		45,00	1,43	0,54
10.	Bei den Aktionen im Spiel konnte ich so vorgehen, wie ich es wollte		49,75	1,31	0,55
	Unterskala Soziale Eingebundenheit	0,71			
11.	Ich fühle mich meinen Mitspielern sehr nahe		72,25	1,14	0,42
12.	Meine Mitspieler und ich könnten gut befreundet sein, wenn wir häufiger zusammenarbeiten würden		75,25	1,77	0,40
13.	Ich hatte das Gefühl, meinen Mitspielern wirklich trauen zu können.		81,00	1,27	0,43
14.	Ich möchte in Zukunft lieber nichts mehr mit meinen Mitspielern zusammen machen.		90,00	0,80	0,48
15.	Ich hatte das Gefühl, meinen Mitspielern nicht wirklich trauen zu können.		84,00	1,23	0,41
16.	Ich hätte gerne häufiger die Möglichkeit, mit meinen Mitspielern etwas zusammen zu machen.		74,25	1,34	0,38
17.	Ich hatte das Gefühl, dass die anderen und ich keine „echte“ Gruppe waren.		79,75	1,61	0,50

4.4.4 Design der Hauptuntersuchung

Nach der Pilotierungsphase mit insgesamt 230 ProbandInnen lag ein Messinstrument vor, das dem Setting der Untersuchung angemessen war und reliable Daten lieferte. Die Bearbeitungszeit konnte auf maximal 45 Minuten reduziert werden. Zusätzlich hielten der Zeitabstand zwischen Prä- und Post-Test von mindestens 12 Stunden und die Vorlage unterschiedlicher Items in der DCN- und BER-Skala die Motivation und Leistungsbereitschaft der ProbandInnen hoch. Das Untersuchungsdesign für die Hauptuntersuchung ist in Abb. 4.4 dargestellt, ein Gesamtüberblick zum Ablauf der vorliegenden Arbeit in Abb. 4.5.

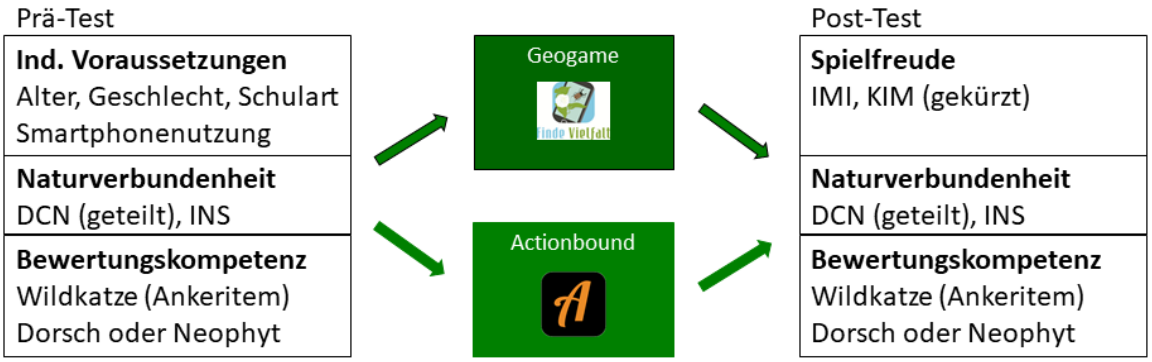


Abb. 4.4 Design der Hauptuntersuchung mit den gekürzten bzw. modifizierten Skalen für DCN, BER und IMI/KIM

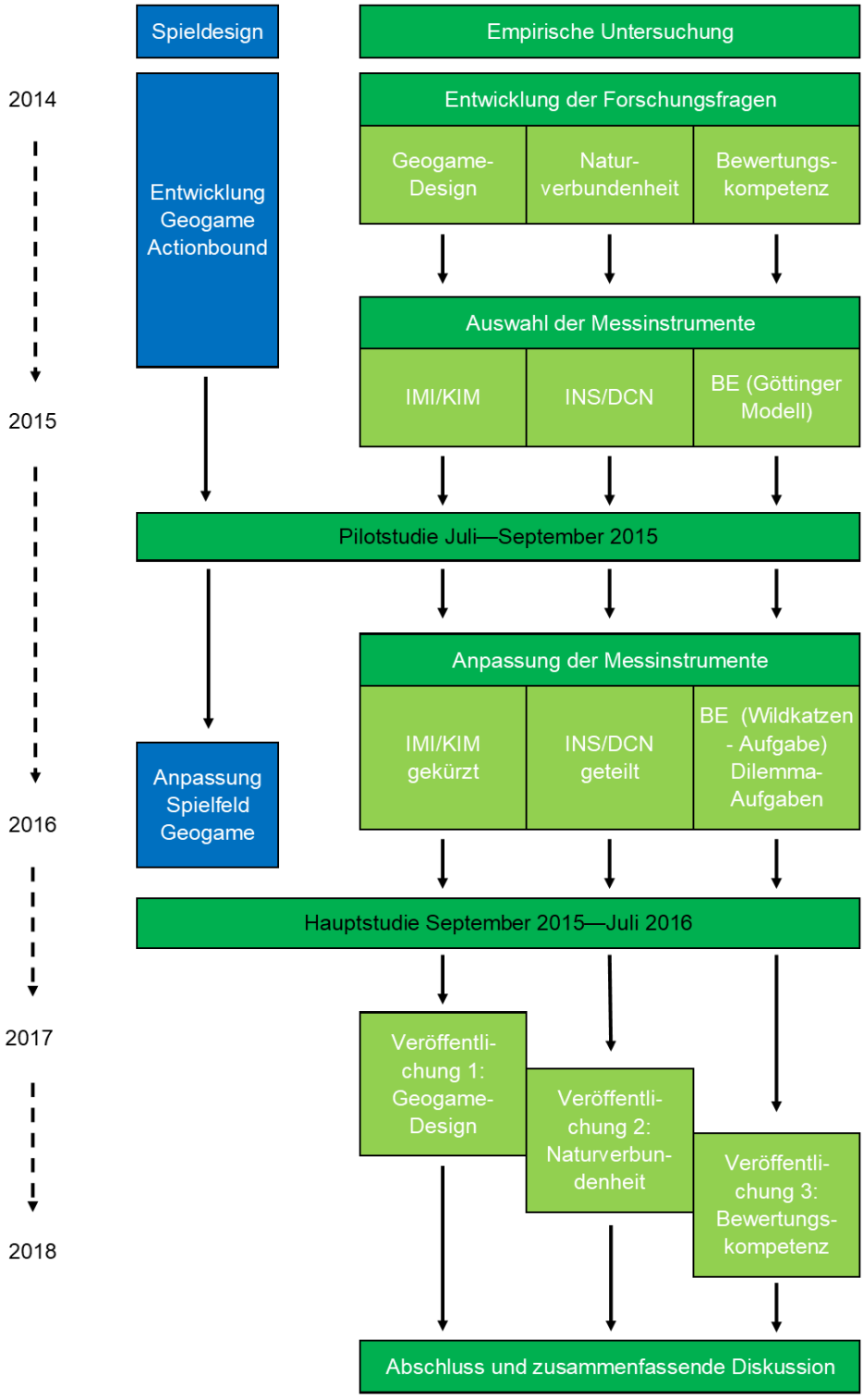


Abb. 4.5 Übersicht zum gesamten Ablauf der vorliegenden Arbeit

5 Veröffentlichung 1: Geogames in education for sustainable development: Transferring a simulation game in outdoor settings

© 2017 IEEE. Reprinted, with permission, from Schneider, Joachim; Schaal, Steffen; Schlieder, Christoph (2017): Geogames in education for sustainable development: Transferring a simulation game in outdoor settings. In: 2017 9th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games). Athens, Greece, 6/9/2017 - 8/9/2017: IEEE, S. 79–86. DOI 10.1109/VS-GAMES.2017.8056574

Diese Veröffentlichung stellt den Design-Prozess des integrierten Simulationsspiels in den Mittelpunkt und untersucht die Spielfreude als Indikator für ein gelungenes Spieldesign. Sie befasst sich mit der ersten Forschungsfrage:

- Welchen Effekt hat die Integration eines Simulationsspiels auf die Spielfreude?

Der Schwerpunkt liegt also auf der technischen und inhaltlichen Umsetzung des Geogames, folglich wurde diese Arbeit als Konferenzbeitrag bei der „9th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications – VS Games“ eingereicht, die am 06.-08.09.17 in Athen/Griechenland stattfand. Die Beiträge der VS Games beschäftigen sich mit der Gestaltung von Spielen und virtuellen Realitäten im Bildungsbereich, wobei eher die technische Umsetzung thematisiert wird als die tatsächliche Wirksamkeit bei den Adressaten. Die eingereichten Beiträge durchlaufen ein Triple-Blind-Review-Verfahren und werden direkt nach der Präsentation online in der „IEEE Xplore Digital Library“ veröffentlicht. Ausgewählte Beiträge werden im Nachgang in einer Sonderausgabe von „Multimedia Tools and Applications“ veröffentlicht. Dafür wurde eine erweiterte Version dieses Beitrages eingereicht.

Ein Ziel des Projektes BioDiv2Go war es, die Potenziale von Smartphones für Umweltbildung und BNE besser zu nutzen und ein Spiel zu entwickeln, das über eine Abwandlung von Geocaching hinausgeht. Zentrales Element dieses Spieles wurde ein ökologisches Simulationsspiel, das in die Spielgeschichte und die ortsbezogenen Aufgaben eingebettet wird.

Das folgende Paper beschreibt den Prozess der Entwicklung und Integration einer dieser Simulationen, der mit mehreren Herausforderungen verbunden war: Da ökologische Simulationen für die Bildungsarbeit meist sehr komplex sind (z.B. Ecopolicy, Vester 2011; landYOUse, Schulze et al. 2015) und eine längere Spielzeit beanspruchen, musste die Simulation für das Geogame deutlich reduziert werden. Dabei sollte natürlich die inhaltliche

Validität erhalten bleiben, so dass die Simulation die Realität angemessen abbildet. Gleichzeitig musste sie spielbar sein, d.h. Motivation und Spielfreude für die Spielenden bringen. Der Design-Prozess wird anhand des Geogame-Design-Modells von Schlieder (2014; Schlieder et al. 2018) beschrieben.

In der empirischen Studie mit 264 SuS der Sekundarstufe I wird das Geogame (im Folgenden als Simulation Geogame) mit der Spielversion Actionbound (Treasure Hunt) verglichen, die die gleichen ortsbezogenen Aufgaben, aber kein Simulationsspiel enthält. Dabei zeigen sich leichte Unterschiede in der Spielfreude: Die Untergruppe der Mittelschule zeigt beim Simulation Geogame eine signifikant höhere Spielfreude, bei den anderen Schularten ist dies nicht feststellbar. Auch die, im Spieldesign festgelegte, höhere Autonomie des Simulation Geogames wird von den Spielenden nicht wahrgenommen. Beim Ranking der Spielelemente liegt die Simulation relativ weit oben auf Platz 5 direkt nach den Elementen, die allen Geogames gemein sind (Navigieren mit GPS, Spielen in kleinen Gruppen).

Daraus lässt sich folgern, dass die Simulation zur Spielfreude beiträgt, auch wenn ihr Anteil an der Gesamtspielzeit nur bei 3% liegt. Dies weist daraufhin, dass die Integration der ökologischen Simulation in den Outdoor-Kontext erfolgreich war.

Als weiterer Schritt für das Game-Design, um die Simulation noch stärker auf der narrativen und performativen Ebene zu verankern, wird in dieser Veröffentlichung diskutiert, die Spielzeit zu erhöhen. Dies wäre möglich, indem die Simulation nicht nur in kurzen Runden nach den ortsbezogenen Aufgaben spielbar wäre, sondern auch während der Fortbewegungsphase zwischen den Stationen.

5.1 Abstract

Geogames, that is, location-based games played in outdoor environments, have been shown to support a wide range of learning experiences in areas such as cultural heritage and biodiversity. However, we still know little about how the different aspects of location-based game-play interact temporally. This paper addresses the design problem of integrating a simulation into the game mechanic of a Geogame that supports learning in the field of Environmental Education. A central design task consists in simplifying the simulation game mechanic in a way that it consumes less playing time and permits the players to engage in place-related learning tasks. We present empirical findings showing that the simplified simulation is still playable and positively contributes to the game play. Data on the relative time devoted to the simulation, to place-related learning activities and to physical locomotion is reported. In a comparative study with a game without the simulation elements, slight differences in enjoyment were found. We discuss consequences of this finding for the design of Geogames.

5.2 Introduction

Location-based tasks and outdoor activities are common and proven approaches in Environmental Education and Education for Sustainable Development (ESD) (e.g. Bogner 1998; Ruchter et al. 2010). This study is part of a research project developing Geogames to support learning units outdoors. The project adopted a framing model (Schaal et al. 2015) that focuses on valuing biodiversity, connectedness to nature and game-related enjoyment. Contrary to apprehensions of some researchers (e.g. Shultis 2001), the first results of the research project show that Geogames have the potential to foster connectedness to nature and biodiversity knowledge (Schaal et al. 2015). This is encouraging to further study Geogames as tools for ESD and Environmental Education that connect game-based and location-based learning.

The computer-based simulation games popular in ESD are typically played on desktop PCs and require several hours of playing time, e.g. landYOUs (Schulze et al. 2015) or the games in the survey of Katsaliaki & Mustafee (2015). Most of these simulations are based on discrete, deterministic models that solve a system of difference equations, which describe the numerical parameters of an ecosystem. Transferring this simulation concept to Geogames is far from trivial. It is known that the players of a Geogame spend much - if not most - of their playing time on moving between the geographic places where they accomplish place-related tasks such as taking photos for documenting a biotope or identifying a plant species (Schlieder & Wullinger 2016). The designer of a Geogame faces the challenge to create a simplified simulation of an ecosystem that can be played in a fraction of the usual playing time. This leads to a number of interrelated research questions: Is it possible to achieve such a simplification? Will the players still enjoy playing the simplified simulation? How much time will they spend on the simulation, how much on the place-related tasks?

The major contribution of this paper consists in describing the design of a simplified simulation and in presenting the results of its empirical evaluation. Our simulation deals with the topic of balancing the preservation of wildcats with the utilization of natural resources. The empirical study assesses the successful integration of the simulation by comparing the Simulation Geogame with a structurally similar location-based game, a treasure hunt that uses the same place-related tasks but lacks the simulation elements. The paper starts with a discussion of related work, which provides the motivation to integrate a simplified version of an environmental simulation into a Geogame (section 5.3). Then, the game design is described (section 5.4) and the empirical findings of the comparative study are reported (sections 5.5 and 5.6). Finally, the discussion draws on the implications for the design of Geogames (sections 5.7 and 5.8).

5.3 Background

5.3.1 Game-based learning

Gamification (Lieberoth 2015; Silpasuwanchai, Xiaojuan, Shigemasu & Ren 2016) and game-based learning have been established as powerful tools in education in general and ESD in particular. In distinction to gamification as the integration of game features in non-game situations, game-based learning comprises “serious games” designed for a specific learning task (Crookall 2011; Isaacs 2015). The review of Paliokas & Sylaiou (2016) and a study of Pivec & Kronberger (2016) provide an overview of the educational benefits of serious games in museum visits. In the field of science education, a review of Li & Tsai (2013) involving 31 studies on game-based learning with digital media states that the main effort is the connection of game worlds with real worlds and the potential to bear curiosity and enjoyment for the integrated topics. This is confirmed by a recent study of Iten & Petko (2016), whereas before the game, usefulness and simplicity of the game-based learning task were more important for the students than the anticipated enjoyment.

The “real-world action game” GREENIFY (Lee, Ceyhan, Jordan-Cooley & Sung 2013) is designed as an online platform for exploring climate change. Players take action by accepting real-world missions and creating new missions for other players. Although this is creating positive pressure by social interaction, the game was perceived as fun. It is an example how game design may turn a serious real-world problem into engaging gameplay (Lee et al. 2013). Specifically, simulation games support the understanding of complex issues of ESD like natural resource management (Barreteau, Le Page & Perez 2007). The collective use of natural resources by different stakeholders, can easily be represented in simulation games (ibid). An example is KEEP COOL, which exists as a cardboard game and as an online adaption. The game mechanics asks the players to develop countries without causing a climate collapse (Eisenack 2013). During the game players were emotionally affected and it turned out to be an effective tool for training seminars (ibid). In the online game landYOUs, players govern a country with an elaborated system dynamics connecting the use of a given area with the needs of the population (Schulze et al. 2015). The structure is similar to ECOPOLICY (Vester 2011) with a limited number of parameters to be influenced directly by the players and several dependent variables representing the success in the game. The assessment showed a high intrinsic motivation of the players, so it seems to be an interesting tool in ESD (Schulze et al. 2015).

Technically speaking, landYOUs and ECOPOLICY implement time-discrete system dynamics models with non-linear feedback. Such models can be represented by a system of difference equations and constitute a standard approach for describing the dynamics of ecosystems (Otto & Day 2007). Usually these simulation games are constructed for indoor application and for several hours of playing time. Complex system dynamics with multiple variables are

the core of this kind of games (Schulze et al. 2015; Vester 2011). The aim of the current project is to transfer a simulation game into an outdoor setting, and to connect the simulated task with the real environment. A main challenge, reported detailed in the section Game Design, was to reduce the simulation to be playable outdoors without losing adequate analogy for the topic.

5.3.2 Location-based learning with mobile devices

Environmental Education and ESD widely use outdoor learning activities and excursions to specific places like national parks or biotopes for their topics. In recent years, the use of mobile devices (MDs) to support these field trips has been on the rise. They enrich the outdoor experiences by features like GPS-supported orientation/navigation or the collection of data - like images, audio or video on site. Several studies revealed the potentials of MDs for ESD: Comparing a traditional guiding by park rangers with exploring the national park offered by MDs studies of Ruchter et al. (2010) and Crawford et al. (2016) found the same gain of environmental knowledge and attitudes towards nature for both. However, the group with MDs showed a significantly higher enjoyment and, interestingly, no negative effects like distraction from nature. Likewise, the motivation and knowledge construction of students exploring a school garden were supported by MDs (Lai, Yang, Chen, Ho & Chan 2007). Furthermore, the use of MDs proved to be beneficial for fostering environmental attitude (Uzunboylu et al. 2009), environmental knowledge (Anderson et al., 2015), pupils' interaction with their classmates and the topic (Kamarainen et al. 2013) and inquiry-based learning (Schaal et al. 2012).

However, a review in German-speaking countries by Schaal & Lude (2015) revealed that most of the applications of MDs are derivatives of geocaching, using GPS-navigation for treasure hunts with location based tasks. The additional potential of smartphones is barely tapped. The Geogames of this project are constructed to use specific features of smartphones to simulate complex tasks of ESD and biodiversity knowledge.

5.3.3 Connecting Game-based and Location-based Learning with Geogames

Geogames are complex location-based games for smartphones, connecting game-based learning and location-based learning. Embedded in a framing narrative players are directed to real places outdoors to solve specific tasks affecting the "virtual" game on the smartphone. Altman and Low (1992) defined "place attachment" as giving a physical space a meaning by personal or social processes. A previously unknown place gets connected with emotions, knowledge and beliefs. Thus, it is an opportunity for Geogames to foster place attachment, e.g. in a national park, by framing location-based tasks with a strong narrative. In the field of digital media, the work of Harrison and Dourish (1996; Dourish 2006) support the notion, that Geogames are able to turn a trivial, physical "space" into a "place" with specific

knowledge and emotions. The players get connected to their environment by experiencing a "new" world designed of real and virtual items.

The creation of a Geogame involves resolving diverse design issues. They include defining a consistent set of learning outcomes, conceiving well-balanced game mechanics, and finding a suitable geographic playing field. To deal with this complexity, we adopted a Geogame design process model, which has been successful in a number of Geogames (Schlieder 2014; Schaal et al. 2015). This model distinguishes three levels of design tasks (s. fig. 5.1). The level structure reflects a fact that has been observed in other contexts, too: successful educational games are the outcome of an interdisciplinary team of game designers, educational and subject-matter experts (van Broeckhoven, Vlieghe & Troyer 2015).

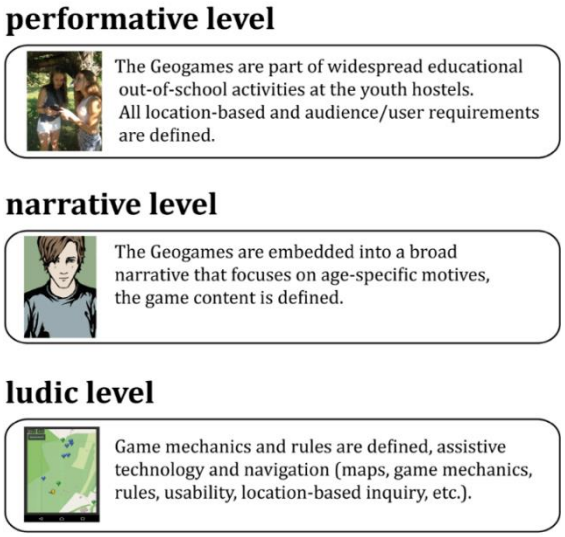


Fig. 5.1 Levels of Geogame-design (Schaal et al. 2015), according to Schlieder (2014)

The educational objectives and topics are defined on the *performative level*. All issues dealing with staging the game belong to that level. This includes, for instance, contingency management such as reacting to changing weather conditions. This is the primary level where educational experts contribute by finding the suitable objectives for the game in the beginning of the design process, as well as by actually playing the game with students. In formal learning settings teachers and other facilitators are crucial for successful playing and learning (Marklund, Backlund & Engstrom 2014).

The *narrative level* comprises the story telling and the game content. A strong narrative supports the players' experience by connecting single gaming units to a meaningful framing. In a location-based game there is a spatial component of the narrative. Most prominently, the playing field determines not just the spatial boundaries but also the topic of the game. The same holds for the location-based tasks, which have to be chosen according to the conditions of the natural environment. On this level, game designers and educational experts cooperate closely to create the game narrative. The *ludic level* groups all design tasks related to the

game mechanics, that is, the set of rules, and its implementation as a location-based application for MDs. These tasks are typically addressed by the (software) game designers only.

5.4 Game Design

For the purpose of empirical comparison, a Geogame was created, that integrates a simulation on managing forest resources while simultaneously protecting the habitat of the wildcat. This Simulation Geogame is compared to a structurally similar location-based game, namely a digital treasure hunt for smartphones without the simulation features. Both games are designed for 90 – 120 minutes duration played in teams of 3-4 students with one smartphone shared by each team. The total walking distance in both games is about 4 km. The playing field is located in the UNESCO biosphere reserve Rhön where balancing human needs and nature preservation is an explicit aim of regional development. The gaming session starts with a short briefing for the players, introducing the MDs and the game mechanics, e.g. the rules for scoring game credits.

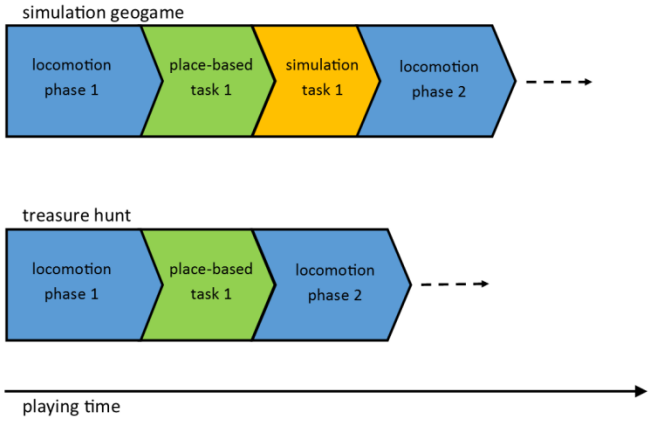


Fig. 5.2 Schematic structure of the Simulation Geogame and the treasure hunt

Fig. 5.2 shows how the structures of the two games compare. In both games an initial locomotion phase is followed by a place-based task exploring the actual habitat of the wildcat. The Simulation Geogame and the treasure hunt use the same five place-based tasks e.g. taking photos of the habitat, recording argumentation about preservation at a stack of wood or answering questions at the local information center. Whereas the treasure hunt goes on with the next locomotion phase, the Simulation Geogame presents a session of the simulation game. Then the phases are repeated, that is, the players move on to the geographic place where the next place-based task is accomplished.

5.4.1 Simulation Geogame

At the beginning of the Simulation Geogame, the players are welcomed by Felix Forester, the main character of the game. He inherited a forest and asks for help managing this natural

resource. On the one hand, he needs to sell timber for his income, on the other hand he wants to protect and support the local population of wildcats. The simulation (s. fig. 5.3) represents the conditions of Felix' forest. Designing simulations considering the dynamics of environmental feedback systems pose several challenges to human problem-solvers (Crookall 2011; Barreteau et al. 2017). Part of the cognitive complexity is caused by the non-linear dynamics, the other part by the way, in which players interact with the system in a typical simulation game. A primary objective of the Geogame design process was to reduce both sources of complexity without sacrificing the validity of the simulation and the balance of the game.

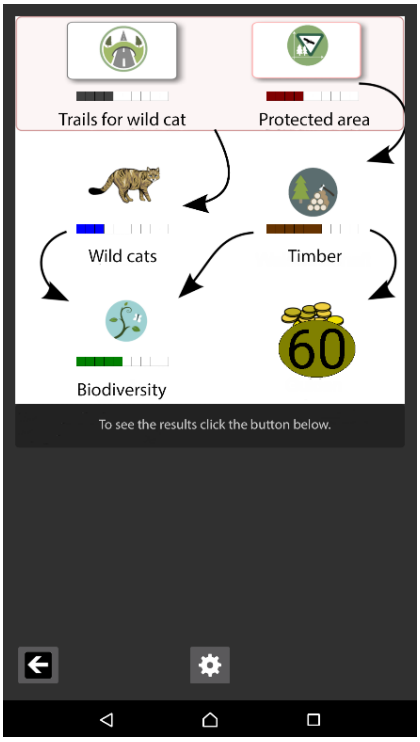


Fig 5.3 Screenshot Simulation Geogame: Simulation with interaction (trails for wildcat/protected area), data (wildcats/timber), and control variables (biodiversity/earnings). Original text of the German-speaking app is translated in English.

This challenging balance between simplification and validity was addressed by an iterative design process which involved the team of biodiversity domain experts (education researchers) and the team of game designers (computer scientists). In a simplification phase, upper bounds were set on the number of variables as well as on the number of dependencies between the variables. A first version of the environmental simulation was drafted in a joint meeting. In a following validation phase, the biodiversity team engaged in discussions with domain experts to check the ecological validity of the simulation model, whereas the game designers performed an analysis of the problem space of the simulation with heuristic search algorithms. Both sides proposed modifications that generally increased the complexity again. Simplification and validation phases were iterated until stable.

For the current Simulation Geogame, a system of six variables was constructed to represent Felix' forest (s. fig. 5.3). Basically, turn-based simulation games involve three types of variables representing states of the physical or the social environment: data, interaction, and control variables. A data variable (number of wildcats, amount of timber) only conveys information about the state of the dynamic system. Neither can players directly modify its value, nor is that value directly linked to the success criterion of the game. The simulation game's goal is achieved when the values of the control variables (biodiversity, earnings) are in a specified range after the last turn is played. A more complex success criterion would require to reach a local equilibrium state: players are able to win and enter the high score only with high levels of biodiversity and enough money at the same time.

Observing the data variables and the control variables, players decide which interaction variables (protected area, trails for wildcats) to modify and how much change to apply to the variables. For example, enlarging the protected area decreases the amount of timber and subsequently the disposable money. Simultaneously, the number of wildcats and by this the biodiversity increases. Within a turn it is possible to change the interaction variables to test their effect on the score and reset the changing without constraints. Not before finally confirming the result, the turn is finished. The game is considered well-balanced if the players may choose values from a reasonable range of values without that the control variables run out of range. When this value range is too narrow, it becomes too hard to succeed in the game. Conversely, if the range is too broad, the game becomes too easy to play.

For getting access to the simulation, players have to move on to a specific place and solve one of the place-based tasks in the field. Thus, advancing and succeeding in the simulation game is directly connected to outdoor locomotion and the solving of tasks in the field. The players see all the places for in-game tasks on map on the screen of the MD. No sequence of tasks is specified; they are free to choose where to start and where to go next. To sum up, the Simulation Geogame provides a framing narrative of Felix, a simulation representing his forest and a free movement of the teams on the playing field.

5.4.2 Treasure hunt

The second game format, called treasure hunt, is constructed with an established web tool (www.actionbound.de) and uses the same features of MDs for the tasks in the field. Players document the habitat of the wildcats by taking photos or find a "lure stick" for detecting wildcats and prove this by scanning a qr-code (s. fig. 5.4). The playing field, in contrast, is a linear track with a given order of the tasks. The map shows only the next destination, not a complete overview.

Most importantly, the treasure hunt does not contain the simulation and the framing narrative that comes with the simulation. The scoring of success depends only on solving the

place-based tasks. The balance between nature protection and utilization of natural resources is also a topic especially in the decision-making tasks, but it is not as present as within the Simulation Geogame

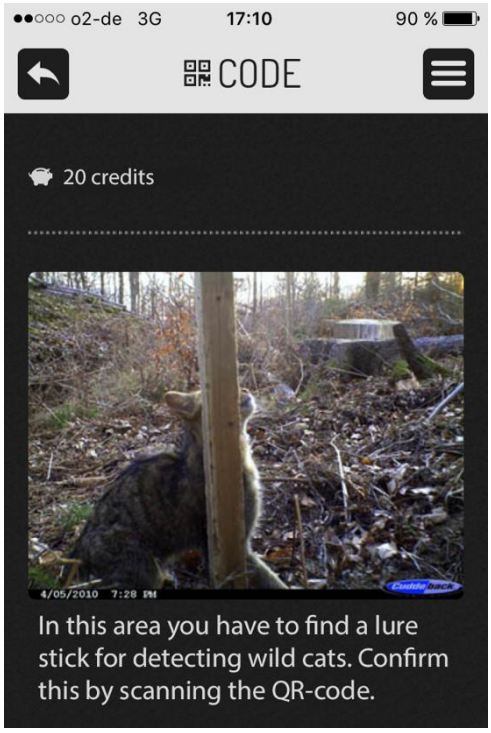


Fig 5.4 Screenshot Treasure hunt: Example for an outdoor task (finding and scanning a lure-stick)

5.4.3 Commonalities and differences of the two game formats

While the project team implemented the game software for the Simulation Geogame, it created the treasure hunt using the online editor (Actionbound) introduced in the previous section. Educators who want to create geocaching games with place-based tasks often rely on this tool. An implementation of the treasure hunt with the Actionbound editor conveys the look and feel of games created by educators and therefore provides a realistic candidate for the comparative study. Note that for technical reasons linked to the editor, the players of the treasure hunt had to accomplish the place-based tasks in a fixed order. The players of the Simulation Geogame were free to choose the order, in which they visited the geographic places where they solved the tasks. All differences and commonalities of the two interventions are summed up in table 5.1.

Referring to the design model, the differences between Simulation Geogame and treasure hunt are not situated at the level of performative design, but in the narrative and ludic design. The game topic relates in identical ways to the playing field (performative level) for both games. In contrast, the narrative level is significantly different, since only the Simulation Geogame has a framing story and characters interacting with the players. On the ludic level, some features such as the tasks in the field or the scoring are the same, but the simulation is missing completely in the treasure hunt.

Table 5.1 Summary of differences and commonalities of the game formats

Simulation Geogame	Treasure Hunt
Teams of 3 -4 players	Teams of 3 -4 players
Duration 90 – 120 min	Duration 90 – 120 min
Walking distance 4 km	Walking distance 4 km
Free movement on map	Linear track
Simulation Game	No Simulation Game
Framing narrative to the Simulation Game	No Narrative

5.5 Study design

The aim of this study is to assess if the differences between the two game formats influence the players' enjoyment and perceived autonomy while playing. Previous research revealed at least equal achievement using MDs compared with analog material (Ruchter et al. 2010; Crawford et al. 2016), partly while observing a higher enjoyment of the players merely by introducing MDs as a tool (Crawford et al. 2016). To get a deeper insight into the role of game mechanics, this study assesses two different smartphone games focusing on the simulation as distinct game feature. As mentioned above, dynamic systems simulation games typically need several hours for playing (Schulze et al. 2015; Vester 2011). Therefore, as a part of a location-based game with other elements requiring more time due to educational reasons, they are difficult to manage. The iterative game design process adopted the challenge to reduce the cognitive complexity of a simulation to make it playable within the frame of a Geogame. The empirical study, thus, addresses the following first research question:

RQ 1: How is player enjoyment affected by integrating a simulation game on a topic of ESD in a Geogame?

As a further difference, the Simulation Geogame allows the players to freely choose the order, in which they visit the places of the in-game tasks, giving the players a higher degree of autonomy. The second research question asks if this is experienced by the players:

RQ 2: Do the players perceive a greater autonomy when playing the Simulation Geogame than when playing the treasure hunt?

5.5.1 Participants

Participants of the study were secondary school students from Germany (N=264, age 12.19±1.23) from different school types: general-education track (n=62, age 12.42±0.92); junior high school (n=57, age 13.75±1.09); university-track (n=145, age 11.48±0.67). The intervention was part of a school trip of several days to an institution of environmental

education in the UNESCO Biosphere Reserve Rhön, Germany. Right before the assessment, teams of 3-4 players were assigned randomly to one of the two game formats (n=120 treasure hunt, n=144 Simulation Geogame).

5.5.2 Measurement

For evaluating the differences between the two game formats, game-related enjoyment is measured with a short version of the established "intrinsic motivation inventory" IMI (Deci & Ryan 2003; Wilde et al. 2009). This indicator is suitable to evaluate the differences in game design, as effects of Geogames on behavioral change like connectedness to nature and biodiversity knowledge have been highlighted before (Schaal et al. 2015).

According to the framing model (Schaal et al. 2015), two subscales of the IMI were part of the post-test: For differences in players' game related enjoyment the subscale interest/enjoyment (4 Items, e.g. "the game was fun to do", Cronbach's α=0.87); furthermore, the three items for perceived choice (e.g. "in the game I had a choice how to do it", Cronbach's α=0.70) to asses if the different degrees of autonomy in the two game formats are noticed by the players. Response format is a 5-level Likert scale ranging from 1 (not at all true) to 5 (totally true). Additionally, and as general feedback on the games, players were asked to give a school mark from 1 (very good) to 6 (insufficient/fail) and to mention which parts of the game they liked best (for items see table 3). A game client logged the GPS tracks and game actions to assess the distribution of playing time for the different game elements of the Simulation Geogame.

5.6 Results

The results are structured according to the research questions:

5.6.1 Enjoyment as an indicator for successful integration of a simulation game

To evaluate the simulation as an important feature of the Simulation Geogame, players' interest and enjoyment (IMI subscale), a school mark and the rating of the game elements for both game formats are assessed. For the Simulation Geogame, the distribution of playing time recorded by the game client is analyzed.

5.6.1.1 Game-related Enjoyment

Initial Kolmogorov-Smirnov-test indicated that the data are non-parametric, so a Mann-Whitney-test was conducted to compare the two game formats. For the whole sample, the test was not significant for the IMI scale and the school marks, i.e. both game formats were perceived to be fun for the players (s. table 5.2). Divided up by school type, students of general education track showed a significant preference for the Simulation Geogame with a good effect size (Mann-Whitney enjoyment: U=209.0, Z=-2.98, p<0.01, d=0.94; school mark: U=205.5, Z=-3.43, p=0.001, d=0.92). All other school types remained non-significant.

5.6.1.2 Rating of game elements

Participants were asked to select out of eight game elements the ones which they liked best. Multiple answers were allowed; results are presented in table 5.3. Both game formats get highest ratings for the outdoor elements of the game design: playing in

Table 5.2 Mean values of players' enjoyment and a general feedback by school marks for whole sample and sub-sample general education track

Scale	Simulation Geogame	Treasure Hunt	Sig.
Whole Sample (N=264)			
Enjoyment	3.86±1.04	3.67±1.08	-
School mark	2.27±1.21	2.45±1.22	-
Sub-sample general education track (n=62)			
Enjoyment	4.19±0.76	3.24±1.22	$p < 0.01$
School mark	1.83±0.94	2.90±1.33	$p < 0.01$

Table 5.3 Answers to the question "which parts of the game did you like?" in frequency and percentage (in brackets). Multiple answers were allowed.

Game element	Simulation Geogame	Treasure Hunt
Playing in small groups	99 (68.8%)	82 (68.3%)
Tasks in nature	99 (68.8%)	79 (65.8%)
Alternation smartphone/nature	91 (63.2%)	83 (69.2%)
Navigate with GPS	105 (72.9%)	77 (64.2%)
Simulation	57 (39.6%)	0 (0.0%)
Collecting game credits	52 (36.1%)	46 (38.3%)
Game story	36 (25.0%)	16 (13.3%)
Cartoon characters	33 (22.9%)	2 (1.7%)

small groups (without chaperones), tasks in nature, alternation between smartphone and nature and navigating by GPS. This supports the basic notion of both location-based games exploring nature with MDs and represents the general advantages of location-based and collaborative games.

The simulation follows on the next level as a special feature of the Simulation Geogame, outperforming collecting game credits, game story and cartoon characters. So, data shows that the simulation is a relevant element of Geogame design.

5.6.1.3 Playing time

The game client records GPS tracks and game actions only of the Simulation Geogame. The evaluation is based on 114 games on the playing field. The median time players spent on the simulation tasks, the place-based tasks, and on physical locomotion were determined. As shown in figure 5.5, the time ratios compare roughly as 1 : 9 : 24.

Assessment of enjoyment and rating of game elements reveal that the simulation is playable outdoors and contributes to players' enjoyment. Although comprising a very short part of playing time, it is a benefit for the Simulation Geogame. So, research question 1 is confirmed by the results

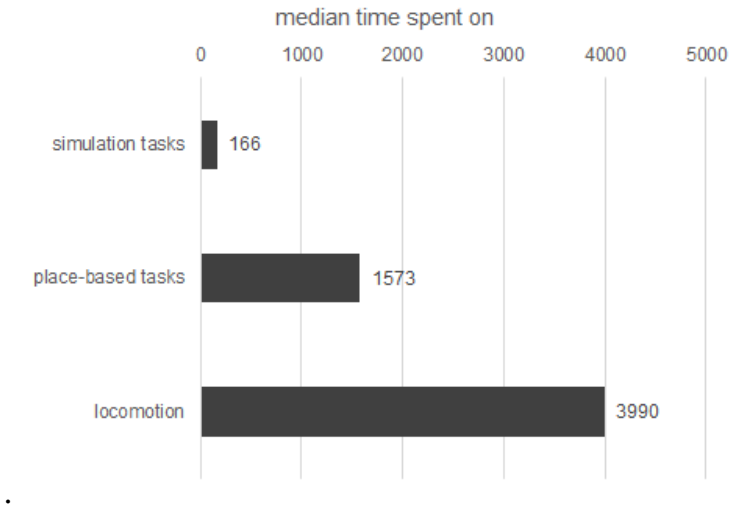


Fig. 5.5 Server data for the Simulation Geogame of median time spent on simulation tasks, place-based tasks, and locomotion (measured in seconds).

5.6.2 Perceived autonomy

Assessment of perceived autonomy revealed high values for both game formats, but no significant difference between them (M_{SG}=3.12±0.94; M_{TH}=3.01±0.94; maximum score=5). Although the Simulation Geogame provides more autonomy in the game design this feature is not relevant for the players. The rating of game elements supports this result, for navigating with GPS is within level 4, independent of doing this on a linear track or an open playing field. According to this, research question 2 has to be rejected.

5.7 Discussion

The results reflect the slight but important differences of the two game formats. While the Simulation Geogame provides a higher degree of autonomy, the players do not perceive this. Navigation by GPS is rated quite highly independently from being led on a linear track or being offered free locomotion on the map and free choice of the next task. For both game formats the values for perceived autonomy were above average. In both cases students had a feeling of playing at their own responsibility. This could be explained by the setting of the intervention: Compared to a school lesson or a traditional guiding by a ranger, the autonomy of the players indeed is very high. The ranking of "playing in small groups" supports this notion (table 5.3). However, the aspect of playing with MDs seems to contribute to the perceived autonomy. The original study on the short version of the IMI evaluating a museum visit with paper-pencil tasks reaches lower values on this scale (Wilde et al. 2009).

Looking on the answers of the question "which parts of the game did you like?" two of them refer to the characteristic of all kinds of Geogames: navigation by GPS and the alternation between smartphone and nature. Both are rated as "high" for Simulation Geogame and treasure hunt, showing that the game design is suitable.

The other items can be assigned to the levels of the Geogame design model described in section II.C (Schlieder 2014):

On the *ludic level* the game mechanic is represented by the simulation game, the tasks in nature and the collection of game credits. The *narrative design* with the media assets is assessed by asking for the game story about Felix' dilemma managing his forest and the cartoon characters. Finally, "playing in small groups" reaching the nearly highest ranking for both game formats is part of the *performative design,* i.e. the staging of the game.

As a central element of the Simulation Geogame, the simulation turns out as being playable and contributing to the game experience. Its rating is higher than the elements of the narrative design and the game credits as incentive system on the ludic level.

This is remarkable, because actual playing time for the simulation game is about 3%. The fact that most time is spent on physical locomotion is a common finding for educational Geogames (Schlieder & Wullinger 2016). This is related to the conditions in most environments: considerable walking distances separate the places which are interesting for learning activities.

The current version of the Simulation Geogame provokes a competition on playing time between the outdoor tasks and the simulation game. Up to date the construction of the Simulation Geogame is achieved on the ludic levels but scarcely represented in the narrative and on the performative level. Spending only a minimal fraction of playing time on the

simulation game shows that players do not realize and understand its important role for success. This result was not expected because in the briefing at the beginning of every session the simulation was presented as the crucial factor of producing game credits. Highlighting stronger the role of the simulation game on all three levels is assumed to lead to a higher effect on the players' enjoyment. A technical way to give more time for the simulation could be to keep the simulation game playable during locomotion time. This would enable deeper discussion within the team and more trials to find the best values of the control-variables. However, the designers have to take care to avoid that more time for the simulation results in a distraction from the natural environment with a negative effect on connectedness to nature.

The significant advantage of the Simulation Geogame in the sub-sample of students on general education track may be explained by a higher use of computer games compared to other school types (Feierabend, Plankenhorn & Rathgeb 2016). So, the Simulation Geogame with complex game elements would foster the enjoyment of experienced gamers.

5.8 Conclusions and Perspectives

According to the empirical data comparing the game formats, two conclusions can be drawn:

First, the game design produced a simulation on a topic of ESD playable outdoors on a smartphone. Although the amount of playing time devoted to the simulation is very small, it is rated better than other game elements, e.g. the game narrative.

Second, there may exist a critical threshold of playing time of the simulation below which is not relevant for the players' enjoyment. Likewise, a closer connection of the simulation to the three levels of game design seems to be necessary. The little effect on enjoyment, detectable only in a sub-sample, refers to those requirements. A way to strengthen the simulation game on the performative level may be to dissolve the distinct time slots for simulation, location-based tasks and locomotion. To keep the simulation playable during walking to the next location-based task would give a lot of more time for arguing and deciding in a team.

Based on the results of this research project an online editor for "relocation" of Geogames, the transfer of a game to another geographic location, is provided. It gives facilitators and educators a tool to co-design suitable Geogames on topics of ESD. Since these practitioners are the crucial factor for successful games on site (Marklund et al. 2014), following recommendation could be derived:

The relative time for locomotion, playing the simulation and outdoor tasks is determined by creating the location-based tasks and the physical space, the real locations. Facilitators need to know the consequences of their decisions of tasks and places on game design. To assist the design process, the editor could give this information by specific configurators.

The time spent on the simulation game should not undercut a critical threshold. If this is not possible and it is not required for educational reason, this game element can be omitted altogether.

Considering these recommendations for game design, Geogames combining a simplified simulation game with location-based tasks are assumed to provide a promising tool for ESD and education in general.

5.9 Acknowledgment

This study was conducted in association with the BioDiv2Go project: The project „BioDiv2Go - Biodiversitaet erleben mit ortsbezogenen Spielen“ is cooperatively funded by BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Bau / BfN – Bundesamt für Naturschutz and BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (FKZ:01LC1311A, www.finde-vielfalt.de / www.biodiv2go.de).

The authors gratitude goes to the interdisciplinary team of the project BioDiv2Go for designing, revising and evaluating the Geogames. The authors also thank Klaus Stein and Clemens Klug, University Bamberg, for extracting and processing server data on the relative playing time, furthermore Hannelore Rundell for reviewing our English language.

6 Veröffentlichung 2: Location-based Smartphone Games in the context of Environmental Education and Education for Sustainable Development - Fostering Connectedness to Nature with Geogames

> Schneider, Joachim; Schaal, Steffen (2018): Location-based smartphone games in the context of environmental education and education for sustainable development. Fostering connectedness to nature with Geogames. In: *Environmental Education Research*, 24(11) S. 1597–1610. DOI: 10.1080/13504622.2017.1383360.

Diese Veröffentlichung widmet sich der zweiten Forschungsfrage und damit der Wirkung des Geogames:

- Lässt sich die Naturverbundenheit der Spielenden durch Geogames fördern?

Erste Ergebnisse dazu wurden auf der Konferenz ERIDOB (European Researchers in Didactics of Biology) im September 2016 in Karlstad/Schweden präsentiert. Ausführlich dargestellt wurden sie dann in „Environmental Education Research“ des Verlages Taylor&Francis. Die Zeitschrift ist double-peer-reviewed und veröffentlicht Beiträge zu allen Bereichen der Umweltbildung, mit dem Schwerpunkt auf Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Das vorliegende Paper wurde am 29.09.2017 online publiziert.

Die Naturverbundenheit war eine wichtige Frage im Projekt BioDiv2Go: Lässt sie sich durch ortsbezogene Spiele im Gelände fördern? Oder lenken die mobilen Geräte und Spielelemente wie die Simulation so stark ab, dass die Naturverbundenheit sinkt? Antworten darauf gibt diese Veröffentlichung, die wieder das Geogame mit dem einfacheren Actionbound vergleicht. Die Stichprobe für diese Studie bestand aus 339 SuS der Sekundarstufe I und II, als Messinstrumente kamen die DCN- und die INS-Skala zum Einsatz (s. 4.2.2).

Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Anstieg auf der INS-Skala für beide Spielformate. Die DCN-Skala zeigt die gleiche Tendenz, korreliert mit den INS-Werten, verändert sich aber nicht signifikant. Das intuitive Item des INS reagiert sensibler auf die Intervention als der DCN. Der Anstieg des INS-Wertes ist für beide Spielformate gleich, eine Förderung der Naturverbundenheit ist also auch mit einem einfacheren ortsbasierten Spiel möglich. Die Spielfreude, die wie im vorangegangenen Beitrag erfasst wurde, wirkte als Kovariate auf die Entwicklung des INS: Je höher die Spielfreude desto deutlicher war der Anstieg des INS.

Eine Aufteilung der sehr heterogenen Spielgruppe nach der Schulart zeigte, dass die Steigerung des INS bei der Mittelschule am stärksten war. Beim Gymnasium war sie auch noch signifikant, jedoch bei der Realschule und Berufsschule nicht.

Insgesamt zeigt die Studie, dass die (kurzfristige) Förderung von Naturverbundenheit durch kurze Interventionen mit Geogames möglich ist.

6.1 Abstract

Geogames are complex location-based games for smartphones and they are part of a critical discussion within the community of environmental education. The aim of the study is to asses if smartphone games are suitable to foster connectedness to nature and if there are differences between a complex Geogame and a less-demanding treasure hunt. For this purpose, two established scales are used in a pre-post-test-design: the inclusion of nature in self (INS) and the disposition to connect to nature (DCN). Furthermore, the game-related enjoyment was controlled. The results reveal a significant increase of the INS for both game formats, with the strongest effect for the former more nature distant subjects. The DCN-scale shows a similar tendency but not a significant gain. Between the game formats, no significant difference is detectable. So, the main effect seems to be the location-based activity in nature guided by smartphones, not the complexity of a Geogame.

6.2 Introduction

Smartphones and other mobile technology as commonplace devices are also promising tools for Environmental Education (EE) and Education for Sustainable Development (ESD). They help navigating students to relevant places and enrich outdoor learning experiences. For instance, Ruchter, Klar, and Geiger (2010) determine a gain of environmental knowledge and a significant change of attitudes and behaviors by using mobile electronic devices (MEDs) exploring a national park with at least similar effectiveness compared to a traditional guiding. In a similar setting, Crawford, Holder, and O'Connor (2016) assessed the development of attitude towards nature during a tour in a nature park with MEDs, with paper-and-pencil instructions and with a personal guide. They found a gain in students' attitude for all three interventions but a higher motivation for the group with MEDs. Lai et al. (2007) measured a higher motivation and cognitive achievement of students exploring a school garden supported by MEDs. Kamarainen et al. (2013) highlight teachers' perception that using MEDs results in better pupils' interaction with the topic of the lesson and with their classmates as well as a deeper understanding of scientific work compared to prior field-trips without MEDs. Directing attention outdoors seems to be an important characteristic of MEDs: Uzunboylu, Cavus, and Ercag (2009) state an increase of environmental attitude by using MED to take photos and publish them to reveal environmental problems in the

students' local environment. Creating "new" knowledge and inquiry-based learning are considered to be beneficially supported by using MEDs in teacher's education in the domain of biodiversity education (Schaal, Grübmeyer, and Matt 2012). In a nationwide review in German-speaking countries, Schaal and Lude (2015) potentials and obstacles of using digital media were revealed for EE and ESD analysing more than 100 projects conducted by EE practitioners. According to an expert survey in this study, the salient benefit of MEDs is the connection of the "real" world with the "virtual" world as a sort of mobile seamless learning (Wong and Looi 2011).

6.2.1 Location-based Geogames: the project BioDiv2Go

There are two main concerns to MEDs in outdoor setting assumed by researchers and practitioners: For the players, it is the distraction from nature through the permanently bound attention by the screen (cf. Forkel-Schubert 2010). A danger for natural habitats are damaging influences by trespassing protected areas (Shultis 2001), particularly through GPS-guided games like geocaching or recently pokemon-go. Concerns about replacing individual experiences of environments in EE by digital technology (Payne 2006) are dissipated by use of digital media in the natural environment: MEDs seem to enrich the field experience, so this study analyses the effect of Geogames on the connectedness to nature. Geogames are complex location-based games for smartphones, providing a narrative the players become part of. The players are directed to real places where they solve specific location-based tasks to advance and affect the game. The locomotion outdoors is as important to succeed as being smart in the narrative. As common aspects of outdoor field trips, the location-based activities presented by the game let the players interact with the natural environment (Brown 2010). This provides a way to foster place attachment by giving a physical place a meaning by personal or social processes (Altman and Low 1992). A previous trivial "space" turns into a "place" with specific knowledge, emotions, and beliefs (Harrison and Dourish 1996; Dourish 2006). Players experience a "new" world consisting of real and virtual items and get connected to their current environment. So, Geogames combine game-based and location-based learning (Schlieder 2014).

The aim of the current project BioDiv2Go is to develop Geogames in the field of ESD and biodiversity learning. The Geogames-framework is derived from an intensive literature review and described in Schaal, Schaal, and Lude (2015). For this study two game formats on the topic of preservation of wildcat and utilization of forest resources were developed to assess the effect on connectedness to nature. Interestingly, for Schultz (2002), whose measurement tool is used in this study, technology is a reason for being separated from nature. Quite contrary the Geogames are constructed to lead players into nature supported by technology to foster connectedness to nature as the affective part of attitude towards nature. The role of the smartphone games is to structure the field experience, to enrich the location-

based discoveries by providing multiple representations (audio, video, text-image combination) and by adding game-related enjoyment as a factor addressing basic psychological needs.

The Geogame activities focus the ultimate aim of environmental education that is the promotion of pro-environmental behavior (Bogner 1998). According to the competence model for environmental education (CMEE), attitude towards nature is a strong predictor to this behavior (Kaiser, Roczen, and Bogner 2008; Roczen et al. 2014). This is in line with other previous studies on attitudes towards nature: Schultz (2002) found that a high inclusion of nature in self comes along with a commitment to protect nature. Similar to this, Mayer and Frantz (2004) proved a strong correlation between connection to nature, nature experience, and ecological behavior. Another model is the Nature-Relatedness-Scale (NR, Nisbet, Zelenski, and Murphy 2009) asking for appreciation for and understanding of connectedness to nature. The correlation between NR and different aspects of pro-environmental behavior is reported to be from r=.53 to .65. These different concepts of connectedness -to-nature could be comprised and measured as an attitude toward nature (Brügger, Kaiser, and Roczen 2011). The strong relationship of this attitude with pro-environmental behavior, as mentioned above, provides a way to foster this behavior as an important aim of environmental education.

6.2.2 Attitude towards nature

Kaiser, Byrka, and Hartig (2010) describe the connection between attitude and behavior as an axiomatic relation. The class of behaviors defines the attitude. Performing a specific behavior is determined by the attitude of a person and the difficulty of the behavior. A person with high attitude towards nature will overcome higher obstacles to perform a specific behavior, e.g. getting up early to watch the sunrise. Thus, fostering attitude towards nature comes with nature related behavior. Vice versa, for the connection being a formal but not a causal one, it is possible to assess a person's attitude by asking for specific behavior (for details see Kaiser, Byrka, and Hartig 2010). For this Brügger, Kaiser, and Roczen (2011) developed the DCN scale (disposition to connect to nature) asking for previous nature related behavior to measure connectedness to nature. Furthermore, the CMEE (Roczen et al. 2014) revealed a strong relation between attitude towards nature and environmental behavior (β=.54), together with action-related knowledge (β=.18) accounting for 34% of the variance in environmental behavior. So, attitude towards nature, assessed as connectedness to nature, is the strongest predictor for pro-environmental behavior, outperforming the knowledge scales within this model.

6.2.3 Fostering connectedness to nature

The aim of this study is to assess the potential of short-term outdoor activities with MEDs fostering connectedness to nature. Evaluating a one-day-intervention and a five-day-intervention in a national park with cognitive and affective approaches to the local eco-system, Bogner (1998) found that the short-term intervention provokes an increase only on the knowledge, not on attitude respective behavior. For significant shifts in actual and intended pro-environmental behavior, the intervention of five days was necessary.

Nevertheless, other studies revealed encouraging results of short-term-interventions: Bittner (2003) examined interventions in a national park with a duration of 2 – 6 hours reporting an increase in acceptance of natural wilderness and a higher interest in nature preservation in particular subsamples. Drissner, Haase, and Hille (2010) conducted half-day teaching units in a botanical garden that resulted in a more critical attitude to utilization of nature after the intervention, so the students were less convinced of human dominance over nature. Kossack and Bogner (2012) assessed a one-day intervention including indoor and outdoor activities. Students participating in this intervention showed a stronger increase of "inclusion of nature in self" than students, who completed the questionnaire in a regular school lesson. These previous findings demonstrate that even short interventions could promote connectedness to nature that certainly is just an initial step, but an important one. Drawing on a model from health behavior research, raising consciousness of a problem is the starting point of changing processes: The transtheoretical model (Prochaska, Diclemente, and Norcross 1992) describes the first step of changing behavior with moving from "precontemplation" to "contemplation". From an environmental psychology perspective, this might also be relevant to environmental behavior.

6.3 Research questions and study design

6.3.1 Intervention

The present study is constructed as a pre-post-design with two different interventions to foster connectedness to nature: a Geogame and a treasure hunt, both played with smartphones providing slight differences in the game design. Located in the UNESCO Biosphere Reserve Rhön, with the balancing of human needs and nature preservation being the aim of local development, the topic is the preservation of the wild cat and managing the forest resources as a quandary and balancing task. Both games are designed for 90 - 120 minutes played in teams of 3-4 students with one smartphone each, the walking distance is approximately 4 km. The playing field is situated outdoors in an area where wild cats have actually been detected. The players explore the habitat of the wildcat, e.g. by taking photos, finding and scanning a "lure stick" for monitoring, or dealing with dilemma situations between preservation and utilization.

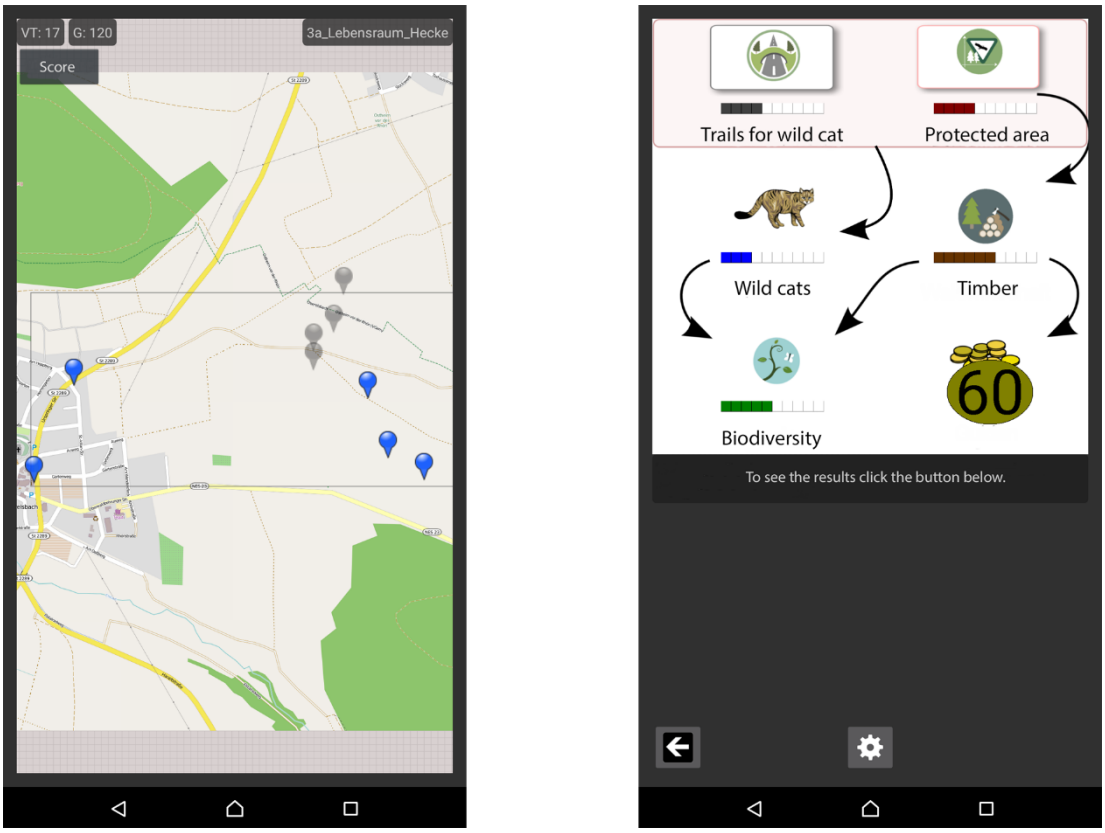


Fig. 6.1 Screenshots of the Geogame. Left - map of the playing field with all destinations, right simulation game with two parameters and two dependent variables (biodiversity/economic outcome).

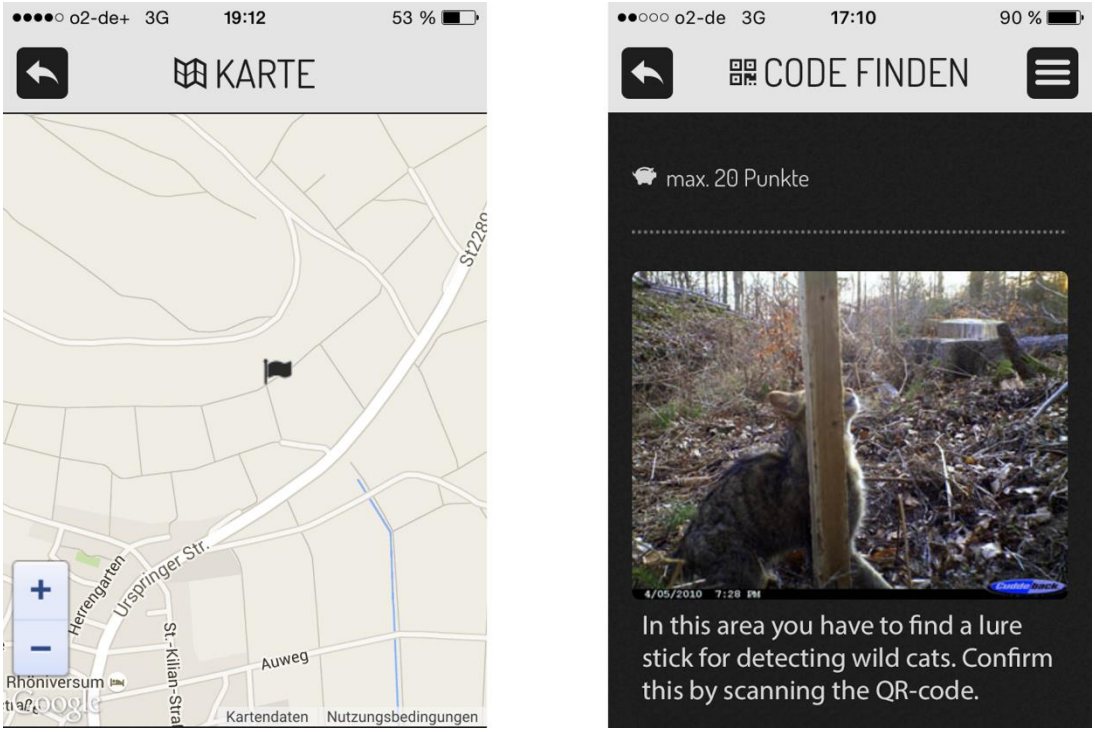


Fig. 6.2 Screenshot of the treasure hunt. Left - map with next destination on the track, right – location-based task example.

The differences between the two interventions manifest in the game mechanics and the guidance of the players: The treasure hunt is constructed with an established web tool (actionbound.de). It provides an authoring interface to design a GPS-guided linear track with information and tasks to be presented on a smartphone. These tasks are located on a predefined path (s. fig. 6.2). The players start with a short delay between the groups to give enough time to act individually. Thus, the structure is similar to traditional treasure hunts with paper and pencil, but technologically enriched by features of smartphones (e.g. the camera, audio or qr-code mediated activities) for the tasks in the field.

The Geogame in contrast offers a free, non-linear access to all tasks displayed on the map. And most important, it provides a framing narrative and a simulation game (s. fig. 6.1), developed collaboratively with nature conservationists, environmental psychologists and environmental education practitioners. The simulation game represents the forest of Felix, the main character of the narrative. The players have to manipulate two factors: the dimension of the protected area and the number of trails for the wild cat. These affect the number of wild cats, the amount of wood for selling and finally the biodiversity on Felix' property. The game comprises five rounds, each dealing with solving a location-based task outdoors.

Within this study the potentials of a complex Geogame are compared with a simpler treasure hunt with smartphones. Therefore, the first research question is:

Do location-based games with smartphones influence subjects' connectedness to nature?

To specify the effect of the specific Geogame, the second research question analyses the difference between Geogame and treasure hunt:

Does the development of connectedness to nature depend on the game format (treasure hunt vs. Geogame)?

6.3.2 Measurement/Questionnaires

Various tools exist to assess the connectedness to nature as an indicator for the theoretical construct of attitudes towards nature (inclusion of nature in self INS, Schultz 2002; environmental identity EID, Clayton 2003; nature-relatedness NR, Nisbet, Zelenski, and Murphy 2009; nature experience, Lude 2006; connection-to-nature CNS, Mayer and Frantz 2004; disposition-to-connect-to-nature DCN, Brügger, Kaiser, and Roczen 2011). For this study two scales are selected offering superior properties in recent research for being intellectually easy to understand and therefore suitable for adolescents (Brügger, Kaiser, and Roczen 2011): the inclusion of nature in self (INS, Schultz 2002) and the disposition to connect to nature (DCN, Brügger, Kaiser, and Roczen 2011).

INS is a one-item-scale consisting of seven overlapping circle-pairs, one circle representing "self", the other "nature". The first pair of "self" and "nature" is not at all overlapping (score 1), the last pair is drawn as two totally overlapping circles (score 7). The closer the circles are, the more distinct is the connection to nature (s. fig. 6.3). This instrument has been used with children (Bragg et al. 2013) and in several pre-post-test-designs before (Schultz and Tabacino 2007; Kossack and Bogner 2012; Liefländer et al. 2013). Schultz et al. (2004) report a test-retest reliability of .84 over 4 weeks.

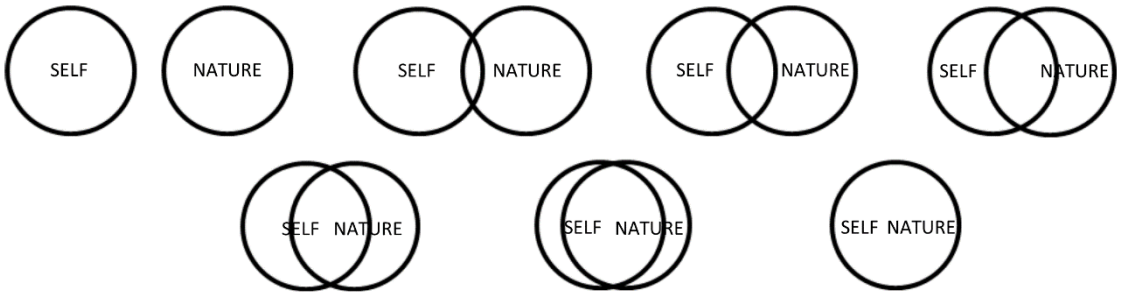


Fig. 6.3 One-item-scale for measuring "inclusion of nature in self" (INS, Schultz 2002)

DCN is part of the CMEE (Roczen et al. 2014), comprising 40 items measuring connectedness to nature by asking for previous behavior and personal preferences, e.g. "My favorite place is in nature" (see table 6.1). So, it is intellectually easier, because it avoids a deep self-reflection in contrast to the INS (Brügger, Kaiser, and Roczen 2011). It follows the Campbell paradigm connecting attitude and behavior by the difficulty of the specific behavior. Mathematical formalization of this connection is based on the Rasch-model (for more details see eg. Bond and Fox 2015): the likelihood (i.e. ratio of the probability of engagement relative to the probability of non-engagement) of providing a specific behavior is defined by the difference of a person's attitude and the difficulty of the behavior. Following this, DCN is calibrated by Rasch-type models: originally Brügger, Kaiser, and Roczen (2011) found the Partial-Credit-model providing the best model fit with a good reliability of rel=.89 (N = 1.309). In the meantime, other studies of the work group used a dichotomous Rasch-model for having a better fit with a separation reliability of rel=.86 (N=308; Kibbe, Bogner, and Kaiser 2014). Furthermore, according to Matell and Jacoby (1971) reliability and validity are not decreased by reducing the response format. And for an interpretation the simpler model is to be preferred, in this case the Rasch-model.

Table 6.1 Summary of items of the DCN-scale (Brügger et al. 2011)

Item	Response format
Behavioral self-report (17 items)	*5-point frequency scale*
I get up early to watch the sunrise	
I help snails cross the street	
I watch TV shows that have animals as the main characters	
I talk to animals	
Behavioral self-report (9 items)	*dichotomous*
If one of my plants dies, I reproach myself	
As a child I spent time in the woods	
I personally take care of plants	
I mourn the loss of pets	
Evaluative statements (14 items)	*dichotomous*
The croaking of frogs is comforting	
I prefer outdoor to indoor sports	
Pets are part of the family	
Watching animals is exciting	

The high accuracy of the DCN comes along with a high affordance to the participants completing the questionnaire, especially in a research design with pre- and post-test being conducted within two days. To reduce the effort, the scale was divided up into 26 items each for pre- and post-test (20 different items and 6 overlapping items). Half of the sample works on the first 20 items in the pre-test and the other 20 in the post-test. The second half received the items the other way round, so all items were answered by the same number of participants before and after the intervention. Items that were not treated are coded as missing values, the six overlapping items serve as "anchor items" to connect the two scales and locate them on one scale. The calibration of the scale by Rasch-type-models makes this approach possible since it remains stable in case of missing values (Embretson and Reise 2000).

Following the BioDiv2Go framing model developed by Schaal, Schaal, and Lude (2015), players' game-related enjoyment ENJ is assessed using an adaptation of the intrinsic motivation inventory (IMI, Deci and Ryan 2003) respectively the short version (Wilde et al. 2009) in the post-test. Four subscales are selected: interest/enjoyment, perceived competence, perceived choice and relatedness, comprising 17 items on the whole. Response format is a 5-level Likert scale ranging from 1 (not at all true) to 5 (totally true).

In the pre-test some prerequisite variables like age, gender, socio-economic status and frequency of smartphone use are assessed as covariates. The data collection was conducted

right before the intervention and on the following day to avoid an influence of other teaching units during the school trip.

6.3.3 Participants

The research sample consists of N=339 secondary school students from Germany (age 13.56 ± 3.25). Most of them are on university-track (n=153, age 11.45 ± .67), n=64 on general-education track (age 12.47 ± .96), n=63 on junior high school (age 13.83 ± 1.24) and n=59 attended a vocational college (age 20.10 ± 1.41).

All students participated during a school trip of several days to an institution of environmental education in the UNESCO Biosphere Reserve Rhön. The Geogame was embedded in an educational program with only the Geogame being the common intervention for all classes. The other teaching units were different depending on the teachers' selection. Just before the assessment the students were divided up in teams (3-4 players) and assigned randomly to one of the two game formats (n=159 treasure hunt, n=180 Geogame).

6.4 Data analysis and results

6.4.1 Connectedness to nature

Referring to the whole sample the measurement revealed an increase of the connectedness to nature after the intervention. All data, except Rasch-type models, were computed by PASW Statistics 18.0.0. For the INS the findings of a t-test for matched pairs are significant (M_{INS} Pre=3.89 ± 1.52, M_{INS} Post=4.20 ± 1.54, $p<.001$, $dz=.34$, $(1-\beta)=.99$). Because the distribution of data is missing normality, a wilcoxon-test as non-parametric analysis was conducted, which also showed a significant gain for the INS ($M_{INS\ Pre}$=3.91 ± 1.54, $M_{INS\ Post}$=4.19 ± 1.54, $z=-5.97$, $p<.001$, $dz=.30$, $(1-\beta)=.99$). Because both measurements confirm the results, parametric measurements were used for further analysis.

The DCN scale was calibrated by Rasch-type models (Brügger, Kaiser, and Roczen 2011), so an initial processing by ConQuest (4.5.0) was necessary. In line with previous studies of the research group, a dichotomous Rasch-model and a partial-credit-model were tested for model-fit.

For the partial-credit-model, the items with a 5-point frequency scale from 1 (never) to 5 (very often) were recoded to a 3-point frequency scale by collapsing "often" and "very often" to the score 2, "seldom" and "occasionally" to 1 and "never" to 0 (cf. Brügger, Kaiser, and Roczen 2011). To get a dichotomous format for a one-parametric Rasch-model, "never", "seldom", "occasionally" were recoded as "no" (0) whereas "often" and "very often" are scored with "yes" (1) (cf. Kibbe, Bogner, and Kaiser 2014).

The model fit is assessed by the mean square values (MS) of the items, which report the discrepancy of variation between the observed data and the theoretical expected data of the

model. The accepted values are .8 < MS < 1.2 with MS=1 for ideal model fit (Wright and Linacre 1994). So, the mean values of MS and the t values for the two models are calculated: The dichotomous Rasch-model had a better fit for the data compared to the partial-credit-model (see table 6.2), so the maximum likelihood estimates (MLE) for the person's ability of the dichotomous model were used for further analysis. For this model person separation reliability was acceptable with .77 for pre-test and .75 for post-test.

Table 6.2 Model fit for DCN. For pre and post-test the mean values of the MS (mean square) and t values of all items are calculated. Ideal model fit is given for M(MS)=1 and M(t)=0, so the dichotomous Rasch-model shows a better model fit with a lower deviation for both pre and post. Standard deviation of the mean values reported in brackets.

	Dichotomous Rasch-model	Partial-Credit-model
$M(MS)_{pre}$	.9985 (± 0.09)	.9988 (± 0.11)
Deviation	.0015	-.0012
$M(t)_{pre}$	-.05 (± 1.05)	-.11 (± 1.37)
$M(MS)_{post}$	.991 (± 0.08)	.9895 (± 0.10)
Deviation	.0088	.0105
$M(t)_{post}$	.06 (± 1.03)	-.12 (± 1.27)

The MLE-scores (reported in logits) representing the individuals' connectedness to nature were transferred to PASW Statistics 18.0.0 for a t-test for matched pairs. The person's ability in the post-test was slightly higher, than in the pre-test, but not significant for $\alpha < .05$ ($MLE_{DCN\ pre}$=-.98 ± 1.39, $MLE_{DCN\ Post}$=-.85 ± 1.38, p<.12, dz=.085, (1-β) = .47). Nevertheless, the correlation between DCN and INS shows that the tendency to a gain in Connectedness to Nature is remarkable (table 6.3). The strong correlation in the pre-test indicates that both scales measure the same construct. Because of the higher sensitivity of the INS-scale, the correlation decreases, but it is still significant.

Table 6.3 Pearson correlation for INS and DCN pre and post. For INS the mean values pre and post, and the difference pre/post were computed, for DCN the maximum likelihood estimates in logits and the difference pre/post.

	$M_{INS\ Pre}$/ $MLE_{DCN\ pre}$	$M_{INS\ Post}$/ $MLE_{DCN\ Post}$	$Diff_{INSprepost}$/$Diff_{DCNprepost}$
Pearson correlation	.534**	.290**	.199**

Referring to the first research question data of the INS and (in tendency) the DCN show an increase of connectedness to nature after having played location-based games. To respond to the second research question, data of the INS-scale are analyzed for group effects using an analysis of covariance (ANCOVA) for repeated measures. A test for different prerequisites as covariates revealed enjoyment as a significant influence (s. table 6.4), others like gender and socio-economics were eliminated.

6.4.2 Group effects between the game formats

The increase of the INS is evident to the whole sample, i.e. the Geogame and the treasure hunt. The ANCOVA for repeated measures with the game format as intersubjective factor showed no significant distinction between the groups (s. table 6.4 and fig. 6.4). So, the gain of the INS is independent from the game format. The slight differences in the design of the Geogame and the treasure hunt do not influence the development of connectedness to nature.

Table 6.4 Group effects on the gain of INS: ANCOVA for the gain of INS-score from pre to post with different intersubjective factors. Game format does not cause significant effects, type of school shows significant differences in the gain of INS. Enjoyment as covariate has a significant influence.

	MS	df	F	p	Eta²
ANCOVA INS pre to post					
Main-effect repeated measure	1.783	1	4.560	<.033*	.014
Main-effect game format	.049	1	.126	>.723	.000
Main-effect type of school	3.130	3	8.005	<.001	.068
Main-effect enjoyment	3.922	1	10.031	<.002	.029

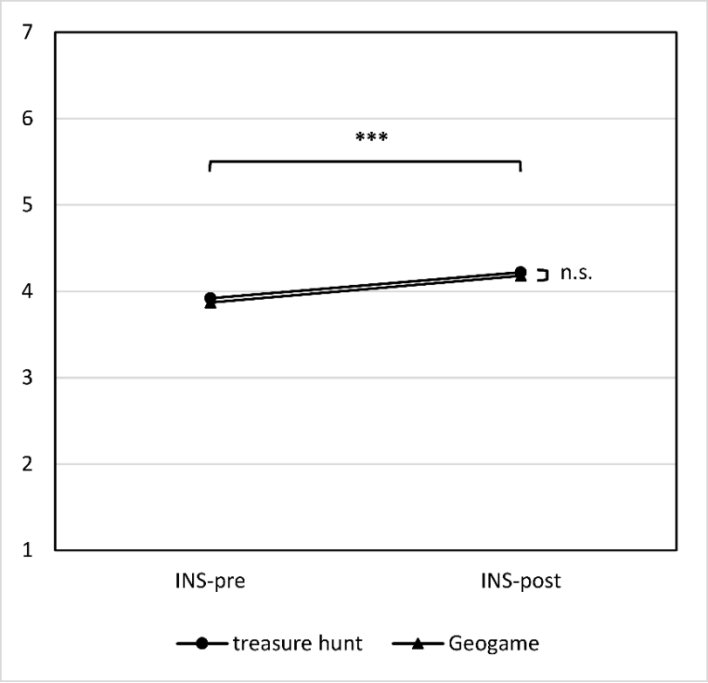


Fig. 6.4 Gain of INS from pre to post is significant for the effect of repeated measures but not for the effect of the game format (*** indicates significance p<.001). Model is calculated with covariate enjoyment = 3.849

6.4.3 Group effect: type of school

A distinction by the type of secondary school revealed a significant group effect: Students on general-education-track started with lower INS scores than students on university-track. However, they reached a higher increase after the intervention. The post-INS of the university-track is still higher (INS_{post}=4.61 ± 1.46) than that of the general-education-track (INS_{post}=3.80 ± 1.81), but the gain of the latter is stronger, catching up with junior high school (INS_{post}=3.73 ± 1.52, s. table 6.4 and fig. 6.5).

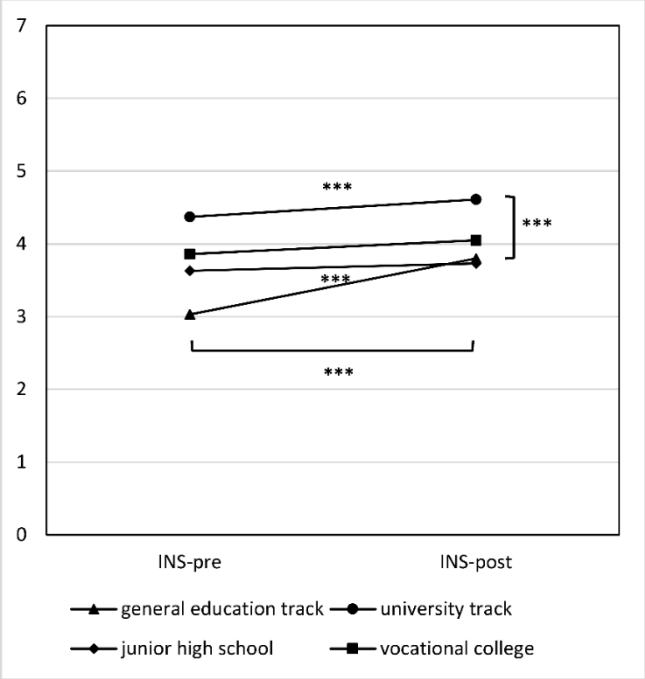


Fig. 6.5 Developing of INS from pre to post depending on the type of school (general education track, university track, junior high school, vocational college). All lines show a gain of INS with a stronger increase for students of the general education track. (*** indicates significance p<.001). Model is calculated with covariate enjoyment = 3.849

6.4.4 Effect of enjoyment during the intervention

According to the framework of the BioDiv2Go project (Schaal, Schaal, and Lude 2015), the enjoyment ENJ during the game, consisting of interest/enjoyment, perceived competence and choice, social relatedness, was assessed in the post-test. Reliability of the whole scale comprising 17 items was rel=.77.

A t-test to compare the two game-formats revealed high scores for both groups (M_{GG}=3.87 ± .55; M_{TH}=3.83 ± .61; maximum score = 5) but no significant difference. So, the enjoyment of the students during the intervention does not depend on the game format.

For enjoyment, the ANCOVA shows a significant an effect (s. table 6.4), so a high enjoyment while playing is related to a positive development of the INS. Although being statistical significant, the group effects for enjoyment and type of school have low eta²-values. That means, that there are further more influences on the gain of INS.

6.5 Discussion

The findings show that even a quite short intervention like the smartphone-supported treasure hunt or the Geogame provides an opportunity for fostering connectedness to nature. Both, INS and DCN, show an increase after the intervention, however only the gain of the INS turned out to be significant. The missing significance of the DCN-scale may be explained by the items (s. table 6.1): Only 14 items of 40 are asking for agreement to evaluative statements (e.g. "Watching animals is exciting"), but 26 refer to previous behavior (e.g. "I help snails cross the street") which hardly will have changed in the past hours. Although the DCN is assumed to be intellectually easier, because a deep reflection of the personal relationship to nature is not necessary, the INS seems to be more sensitive to the intervention in this study. The more intuitive choice of one figure representing the inclusion-of-nature-in-self is significantly influenced by the games. Brügger, Kaiser, and Roczen (2011) by themselves recommend the INS for intervention studies attesting it a similar reliability but an easier application compared to the DCN.

The correlations between the INS and the DCN values before and after the intervention confirm these results. Nevertheless, empirical evidence about the psychological processes underlying the DCN and INS is still scarce and therefore further research concerning the attitude-behavior relationship under a longitudinal perspective is needed.

A survey to seven out-of-school environmental education programs (Ernst and Theimer 2011) reported that connectedness to nature is hardly to be changed. Interestingly, a slightly positive effect was found in two programs with a 'condensed time frame of sufficient duration' (Ernst and Theimer 2011). In difference to the current study, these short-term interventions involved younger participants (3rd and 4th graders). However, one of these programs had a similar focus on humans' actions affecting plants and animals as the Geogame. Liefländer et al. (2013) found a robust increase on the INS-scale after a four-day intervention with 6th grade students. This out-of-school-program comprised affective and cognitive aspects. An even more condensed one-day-intervention with classroom and outdoor activities revealed a little lower but also meaningful gain on the INS-scale (Kossack and Bogner 2012). In this case some negative program effects are explained by a high amount of information content and a long duration of the intervention including a night excursion. It is conceivable that this cognitive overload could be avoided by the Geogame used in this study lasting up to 2 hours only. Additionally, the outdoor games as a part of the intervention turned out to be supportive to the relationship to nature. The positive shift in the intervention group was stable even seven weeks later (Kossack and Bogner 2012). A similar result is to be expected for the present study, however it was not possible to conduct a retention test for two reasons: First the intervention was embedded in a 3 to 5-day

educational program with different further learning units for each class, so the interventions as a whole are hardly comparable. Second the classes participating in an out-of-school institution came from all over Germany and to a large extent at the end of school year, so reaching the same students in an adequate time is difficult to organize. Further examinations should include a follow-up to test the consistency of the observed effect.

The second research question is the differentiation between two game formats, a complex Geogame and a simpler treasure hunt, regarding the influence on developing connectedness toward nature. Such a distinction could not be found in the results. The increase of INS was the same in both groups of players. This indicates that the requirement of a location-based game with MEDs is to get students playing outdoors and to give them opportunity to get in touch with nature. The guiding of attention and the engagement with the natural site while performing the tasks of the game (e.g. by taking photos, finding hidden objects) supports this process (Lai et al. 2007). The complex constructions of a Geogame on the narrative and ludic level (Schlieder 2014), e.g. the framing story or the embedded simulation game, seem to be not necessary for fostering the connectedness to nature.

Bittner (2003) describes a similar effect reporting that "being in a national park" already has a positive influence on the interest for preserving nature. Short-term interventions in a national park of about 2 – 6 hours did not lead to a significant increase in this domain as well as in the interest for preservation of environment. The main effect of the intervention was an increase of acceptance of wild nature compared to working forest. Thus, the outdoor game-related enjoyment is suggested to bear a positive shift in connectedness to nature. Location-based games, following a notion of Altman and Low (1992) on place attachment, have a potential of turning "space" to "place" by giving the gaming field a meaning for the players. A previously trivial space outdoors becomes a place connected with knowledge, emotions and actions. The increase of the INS after the outdoor intervention could be explained by this development of connection.

The players' game-related enjoyment (ENJ) was quite high in both game formats without a significant difference between Geogame and treasure hunt. So the slight differences in the game format did not affect the enjoyment and motivation.

As the data revealed, enjoyment contributed to the increase of INS from pre to post test. With an eta^2 of .029 the effect is weak, so there are obviously several uncontrolled factors within this field study. Another important finding is that the group effect of school type is more important for the gain of INS: students of general education track start with lowest INS-scores but reach the strongest gain, whereas the players of university track schools starting with highest INS-scores show a much weaker gain to the post scores.

So, students feeling separated from nature have the most benefit from the location-based games. This development of connectedness to nature is described by Kossack and Bogner (2012) as well. To sum up these two group effects it seems that students with high INS-levels enjoy playing but do not need Geogames to foster connectedness to nature. For them, following the CMEE (Roczen et al. 2014), action related knowledge is important. For "nature-distant" students an outdoor intervention with MEDs provides a first step towards changing behavior by raising consciousness similar to the transtheoretical model of Prochaska, Diclemente, and Norcross (1992).

6.6 Future research

The present study focused on the development of connectedness to nature by two game formats with MEDs. Previous studies (Ruchter, Klar, and Geiger 2010; Crawford, Holder, and O'Connor 2016) comparing MEDs with traditional methods found only little differences in the development of connectedness and enjoyment. Thus, the equivalent effect of the Geogame and treasure hunt with only slight differences in the game mechanics, are not surprising. The outdoor experience for the students seems to be very similar in all these interventions. For deeper insights in the effect of Geogames it is necessary to examine specific game elements as the briefing and debriefing, the outdoor tasks, and the simulation game. Beyond playing time and game elements, the study raises questions on the quality of the experience: Which criteria to select a suitable playing field should be considered? What is the effect of social relationships within the playing teams? Further field studies on Geogames should evaluate qualitative data collected during the games like photos taken by the players, voice messages or videos to give an insight in the actual acting of the students in the games.

6.7 Acknowledgments

This study was conducted in association with the BioDiv2Go project: The project „BioDiv2Go - Biodiversitat erleben mit ortsbezogenen Spielen" is cooperatively funded by BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Bau / BfN – Bundesamt für Naturschutz and BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (FKZ:01LC1311A, www.finde-vielfalt.de / www.biodiv2go.de). The authors gratefully acknowledge the support and funding.

The authors also thank Alexandra Kibbe, University Magdeburg, for supporting us, analysing the DCN scale with ConQuest and interpreting our results. Further we want to thank Hannelore Rundell for reviewing our English language.

7 Veröffentlichung 3: Smartphone-Spiele in der BNE – Förderung von Bewertungskompetenz durch Geogames

> Schneider, Joachim; Schaal, Steffen (2018): Smartphone-Spiele in der BNE – Förderung von Bewertungskompetenz durch Geogames In: Marcus Hammann & Martin Lindner (Hg.) *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. Band 8,* S. 207-222.

Das Konstrukt der Bewertungskompetenz als ein Teilbereich der Gestaltungskompetenz ist der Schwerpunkt der dritten Studie. Die Forschungsfragen lauten entsprechend:

- Ist es möglich, die Bewertungskompetenz durch das Geogame zu fördern?
- Wie muss eine Spielsequenz gestaltet sein, damit der Kompetenzerwerb erfolgreich ist?

Die Ergebnisse dieser Studie wurden beim Symposium „Theoretische und empirische Beiträge der Biologiedidaktik für eine BNE“ auf der „21. Internationalen Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie (FDdB) im VBIO“ am 11.-14.09.2017 in Halle/Saale präsentiert und anschließend zur Veröffentlichung im Tagungsband eingereicht. Der Beitrag hat das Peer-Review-Verfahren durchlaufen und wurde am 06.04.2018 angenommen.

Die Bewertungskompetenz ist das komplexeste Konstrukt der vorliegenden Arbeit, sowohl in der theoretischen Fundierung, als auch in der Erfassung durch Fragebögen des „Göttinger Modells“. Der Aufbau der Studie machte zunächst eine genauere Operationalisierung des Konstrukts auf den Bereich Bewerten und Entscheiden (BE) notwendig und damit eine Konkretisierung der Forschungsfragen.

Die Anpassung der Fragebögen des Göttinger Modells (s. 4.2.3 und 4.4.2) wird hier noch einmal beschrieben und mit statistischen Kennwerten untermauert. Mit dem adaptierten Messinstrument wurden dann 216 SuS der Sekundarstufe I und II im Prä-Post-Verfahren befragt. Zusätzlich bearbeitete eine Kontrollgruppe von 40 SuS die Fragebögen in gleichem Zeitabstand aber ohne an einer Intervention teilgenommen zu haben.

Eine kleinere Untersuchungsgruppe (N=79) wurde mit einem wesentlich einfacheren Messinstrument befragt: Sie sollten sich vor und nach dem Spiel in Bezug auf Dilemma-Situationen auf einer Likert-Skala zwischen den Polen Schutz und Nutzung einordnen (s. 4.4.2 und 7.5.2).

Die Intervention bestand, wie in den vorangegangenen Studien, aus den beiden Spielformaten Geogame und Actionbound, auf die die Probanden zufällig verteilt wurden. In beiden Interventionen bearbeiteten die Spielenden zwei gleichlautende Dilemma-Aufgaben,

das Geogame präsentierte zusätzlich die Simulation als Spielelement zum Diskutieren und Entscheiden in der Gruppe.

Die Ergebnisse der Untersuchungsgruppe 1 nach dem Göttinger Modell zeigen für beide Spielformen keinen signifikanten Anstieg der Bewertungskompetenz, allerdings ist bei der Kontrollgruppe ein signifikanter Abfall feststellbar. Dies lässt sich so interpretieren, dass ein tatsächlicher Anstieg der Bewertungskompetenz von Ermüdungseffekten der Probanden überdeckt wird. Teilt man die Stichprobe nach dem Alter auf, zeigt sich für die älteren Probanden (>18 Jahre) ein signifikanter Anstieg. Die Förderung von Bewertungskompetenz, operationalisiert als Bewerten und Entscheiden, ist also erst bei älteren SuS nachweisbar.

Das entscheidende Spielelement dafür scheint die Bearbeitung der Dilemma-Aufgaben zu sein, da die Simulation des Geogames keinen weiteren Vorteil bringt.

Nur in der Untersuchungsgruppe 2, die sich auf Likert-Skalen zu Dilemma-Situationen einordnen sollten, ist ein Effekt des Geogames zu finden. Beim themenbezogenen Item zur Wildkatze zeigt das Geogame eine signifikante Veränderung, die beim Actionbound nicht vorliegt. Allerdings erfasst dieses Instrument wohl eher eine Einstellung zum Thema Schutz oder Nutzung, als die Kompetenz im Bewerten und Entscheiden.

7.1 Zusammenfassung

Der Einsatz von ortsbezogenen Smartphone-Spielen, sogenannten Geogames, in Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung hat gezeigt, dass sich damit die Naturverbundenheit und die Wertschätzung von Biodiversität fördern lässt. In dieser Studie wird untersucht, ob auch die Entwicklung von Bewertungskompetenz unterstützt werden kann, indem Geogames Übungsmöglichkeiten zum fundierten Entscheiden und Argumentieren geben. In einer Rahmengeschichte mit integriertem Simulationsspiel und ortsbezogenen Dilemma-Aufgaben sind die Lernenden aufgefordert, zwischen der Holznutzung und dem Schutz von Wildkatzen abzuwägen. Die Untersuchung mit einem etablierten Messinstrument im Prä-Post-Kontrollgruppen-Design ergibt einen positiven Effekt des Geogames auf die Teilkompetenz „Bewerten und Entscheiden“ bei den Spielenden. Das relevante Spielelement dafür scheint die Bearbeitung der Dilemma-Aufgaben zu sein, die komplexe Simulation hat nur einen sehr geringen Effekt. Bei entsprechender Konstruktion können demnach auch mit relativ einfachen Geogames operationalisierte Teilbereiche der Bewertungskompetenz gefördert werden.

7.2 Abstract

Geogames, i.e. location-based games played with smartphones, provide potentials for environmental education and education for sustainable development by fostering

connectedness to nature and valuing of biodiversity. This study analyses the development of competence in decision-making by Geogames providing opportunities for sound decisions and argumentation. A framing narrative with an integrated simulation game and location-based argumentation tasks request learners to manage forest resources while simultaneously protect the wild cat. The study is conducted as pre-post-control group-design with an established questionnaire. Results show a positive effect of the Geogame for the competence dimension “evaluating and deciding”. For this, the relevant game element seems to be the argumentation tasks, because the simulation game shows a very slight effect. Thus, even simply constructed Geogames are suitable to foster operationalized sub-competences of decision-making competence.

7.3 Theoretischer Hintergrund

7.3.1 Bildung für nachhaltige Entwicklung und Bewertungskompetenz

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) soll die Menschen befähigen, eine nachhaltige Zukunft zu gestalten. Die Konzepte der Gestaltungs- (de Haan 2008) und Bewertungskompetenz (Rost et al. 2003) werden als Grundlage angesehen, um entsprechende Entscheidungen treffen zu können. Mit dem Wandel der *Umweltbildung* zur *Bildung für nachhaltige Entwicklung* als zukunfts- und kompetenzorientierter Ansatz gewinnt das Bewerten von Sachinformationen und das Entscheiden auch unter Unsicherheiten zunehmend an Bedeutung. Damit musste der Begriff Gestaltungskompetenz, auch um international an sozio-ökologische Ansätze anschlussfähig zu werden, angepasst werden und die Fähigkeit zum begründeten Entscheiden einschließen (vgl. Bögeholz, Böhm, Eggert & Barkmann 2014)

Der sozio-ökologische Ansatz geht, wie auch die Gestaltungskompetenz, von der Gestaltung einer nachhaltigen Welt als fortlaufenden sozialen Prozess anstatt eines zu erreichenden Zustands aus (Kyburz-Graber 2013). Nach Grace und Byrne (2010) sind auch für „reine“ Naturschutzmaßnahmen Gestaltungs- und Entscheidungsprozesse unter Beteiligung unterschiedlicher Interessensgruppen mit diversen Perspektiven, Werten und Normen notwendig.

Das *Göttinger Modell* der Bewertungskompetenz (Eggert & Bögeholz 2006) greift diese Ansätze auf und beschreibt Stufen der Bewertungskompetenz unter Berücksichtigung der Entscheidungsoptionen und -strategien. Mit einer Weiterentwicklung (Bögeholz et al. 2014; Böhm, Eggert, Barkmann & Bögeholz 2017) umfasst das Konstrukt die Teilkompetenzen *Verstehen und Reflektieren von Werten und Normen*, *Entwickeln und Reflektieren von Lösungsansätzen*, *Qualitatives Bewerten und Reflektieren* und *Quantitativ-ökonomisches Bewerten und Reflektieren*. Für das qualitative und das quantitativ-ökonomische Bewerten stellt das Kompetenzmodell zugleich valide Messinstrumente zur Verfügung. Die Skala BER

operationalisiert die Teilkompetenz *Qualitatives Bewerten, Entscheiden, Reflektieren*. Andere Teilkompetenzen, wie z.B. das *Entwickeln und Reflektieren von Lösungsansätzen*, werden von diesem Instrument nicht erfasst (Eggert & Bögeholz 2006). Auch ist für die Ermittlung von BER nur relevant, wie die gegebenen Optionen in die Entscheidung einbezogen wurden, ob Vor- und Nachteile abgewogen wurden. Die Zahl und die Qualität der Argumente wird nicht berücksichtigt. Für die vorliegende Studie wurde die Operationalisierung noch enger auf *Bewerten und Entscheiden* (BE) fokussiert (s. Abschnitt 3.2). Interventionsstudien mit der BER-Skala zeigen positive Effekte, indem das Bewerten und Entscheiden in fiktiven Szenarien eingeübt wird (Eggert & Bögeholz 2006; Eggert et al. 2010; Gresch, Hasselhorn & Bögeholz 2013). Demnach braucht es „Ernstsituationen" zur Förderung der Teilkompetenz BER, bei denen Gelegenheit zum Abwägen und Diskutieren von Optionen in der Gruppe gegeben sind. Dafür können auch Kurzzeitmaßnahmen im Umfang von zwei Schulstunden ausreichen (Gresch et al. 2013; Grace 2009; Grace & Byrne 2010). Geogames, also digitale ortsbezogene Spiele, bieten eine neue Möglichkeit, solche Situationen an spezifischen, realen Orten zu verankern (Schaal So. et al. 2015; 2017).

7.3.2 Geogames in der BNE

Geogames, d.h. ortsbasierte Spiele mit Smartphones, verbinden die „reale" mit der „virtuellen" Welt (Schaal & Lude 2015), indem sie die Spielenden an Orte führen, an denen sie spezifische Aufgaben lösen, um im virtuellen Spiel erfolgreich zu sein. Das Fortbewegen im Gelände und das Lösen ortsbezogener Aufgaben tragen genauso zum Spielerfolg bei, wie das geschickte Handeln in der Spielerzählung (Schlieder 2014). Das Geogame-Rahmenmodell ist ausführlich bei Schaal et al. (2015) beschrieben, erste Auswertungen zeigen, dass die Spiele geeignet sind, die Naturverbundenheit und die In-Wertsetzung lokaler Biodiversität zu fördern (Schneider & Schaal 2018; Schaal So. et al. 2017).

In Bezug auf Bewertungskompetenz zeigte sich der Einsatz von digitaler Technik, sowohl stationär als auch mobil, als förderliche Methode: Uzunboylu et al. (2009) steigerten das Umweltbewusstsein von Schülerinnen und Schülern (SuS), indem sie Umweltprobleme digital dokumentieren ließen. Morin, Simonneaux, Simonneaux und Tytler (2013) konnten durch das gemeinsame Erstellen von Wikis zu sozio-ökologischen Themen die Argumentation und Berücksichtigung multipler Perspektiven fördern. Schließlich beschreiben Squire und Mingfong (2007) ein mobiles, ortsbezogenes Spiel, das die Spielenden durch die Einbettung in eine Rahmengeschichte und die authentische Verortung des zu lösenden Problems zu fundierteren Entscheidungen führt. Darauf zielt auch die vorliegende Studie ab.

7.4 Wissenschaftliche Fragestellung

Untersucht wird, ob Geogames neben Wissensvermittlung (über Biodiversität) und Einstellungsänderung (Naturverbundenheit) auch das komplexe Konstrukt der Bewertungskompetenz beeinflussen können. Die Forschungsfragen dazu lauten:

1. Sind Geogames geeignet, das Bewerten und Entscheiden (BE) als Teilkompetenz der Bewertungskompetenz von Lernenden zu fördern?
2. Welche Spielelemente der Geogames sind für diese Entwicklung relevant?

7.5 Untersuchungsdesign und Forschungsmethodik

7.5.1 Interventionsstudie

Im Rahmen des Projektes *BioDiv2Go – Finde Vielfalt* wurden zwei ortsbasierte Spielformate für Smartphones entwickelt und in einem Prä-Post-Kontrollgruppen-Design auf ihre Wirksamkeit zur Förderung von Bewertungskompetenz untersucht. Beide Spielformate befassen sich mit der Abwägung zwischen der Nutzung des Waldes als Rohstoffquelle und dem Schutz der dort lebenden Wildkatzen. Die Spieldauer für Teams von 3–4 SuS mit je einem Smartphone umfasst 90–120 min, die Wegstrecke beträgt etwa 4 km. In fünf ortsbezogenen Aufgaben erkunden die Spielenden das Habitat der Wildkatze. Diese teilen sich in drei Erkundungsaufgaben, wie z.B. das Fotografieren des Lebensraums der Wildkatze oder die Beantwortung von Multiple-Choice-Fragen, und zwei Dilemma-Aufgaben. Bei diesen wird jeweils ein Problem geschildert (Ausweitung einer Schutzzone und die Absicherung einer Straßenüberquerung), für das der Spielgruppe mehrere Lösungsmöglichkeiten mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen angeboten werden. Die Spielgruppe muss sich gemeinsam für eine Lösung entscheiden und in einer Audioaufnahme begründen, wie sie zu dieser Entscheidung gekommen ist.

Diese Aufgaben sind in beiden Spielformaten gleich. Das Geogame bietet als zusätzliche Spielelemente eine Rahmenhandlung und ein Simulationsspiel: Es präsentiert eine Erzählung um „Felix Förster“, der ein Waldgebiet geerbt hat und dieses nun bewirtschaften will. Er bittet die Spielenden um Hilfe, sowohl eine hohe Biodiversität (Vielfalttaler), als auch ein gutes Einkommen (Gulden) bei der nachhaltigen Bewirtschaftung des Waldes zu erreichen. Dafür wird in einem Simulationsspiel der Wald in sechs Variablen dargestellt, von denen die Spielenden aber nur zwei, die Größe der Schutzfläche und die Wildkatzenwege, direkt beeinflussen können (ausführlich in Schneider, Schaal & Schlieder 2017). Die Zahl der Wildkatzen, die Menge an verwertbarem Holz und schließlich die Vielfalttaler und die Gulden hängen von diesen Einstellungen ab. Nach jeder ortsbezogenen Aufgabe folgt eine Runde des Simulationsspiels, insgesamt haben die Spielenden also fünf Runden, um die

beiden Zielvariablen auszugleichen. Innerhalb der Runde können sie die Einstellungen beliebig oft ändern und wieder zurücksetzen, bis schließlich die gemeinschaftliche Entscheidung eingegeben wird. So geben die Rahmengeschichte mit der Simulation und die Dilemma-Aufgaben einen realen Kontext zum Diskutieren und Entscheiden im Team.

Das zweite Spielformat wurde mit der etablierten Plattform Actionbound (www.actionbound.de) erstellt. Es wird ebenfalls mit Smartphones gespielt, hat aber weder Simulation noch Rahmengeschichte. Hier bleiben nur die zwei ortsbezogenen Dilemma-Aufgaben als Übungsmöglichkeit für Bewertungskompetenz.

7.5.2 Entwicklung und Adaption der Messinstrumente

Für die Erfassung der Bewertungskompetenz wurden zwei unterschiedliche Verfahren eingesetzt: Die Untersuchungsgruppe UG_1 bearbeitete das etablierte Messinstrument des *Göttinger Modell*s (Eggert et al. 2010; Gresch et al. 2013) in adaptierter Form, die UG_2 eine neu entwickelte Skala mit *Dilemma-Aufgaben* (s.u.).

Die BER-Skala des *Göttinger Modells* besteht aus zwei Bewertungs-Aufgaben zu ökologischen Problem-Situationen (Neophytenbekämpfung und Regulierung des Fischfangs) und einer Reflexionsaufgabe über eine Entscheidungssituation. Die Probanden wählen bei den Bewertungs-Aufgaben aus vorgegebenen Lösungsmöglichkeiten ihre bevorzugte aus und begründen dann in einem offenen Text ihre Entscheidung. Mit Hilfe eines scoring-guides wird der Text in fünf Items umgesetzt; dabei gibt es für die Nennung von Pro- oder Contra-Argumenten zu einer Option den Score 1, bei der Abwägung zwischen Pro- und Contra-Argumenten den Score 2. Die quantitativen Rohdaten werden anschließend mit dem Partial-Credit-Modell skaliert (für Details s. Eggert et al. 2010).

Für die vorliegende Studie wurde das Messinstrument als BE-Skala angepasst: Zum einen wurden nur zwei Bewertungs-Aufgaben eingesetzt und die Reflexionsaufgabe weggelassen, da die Reflexion über Entscheidungssituationen nicht Teil der Intervention war. Zum anderen sollte für einen stärkeren Spielbezug eine neue Bewertungs-Aufgabe entwickelt werden. Dafür wurden, entsprechend der Aufgaben im Spiel eine Problem-Situation zur Waldnutzung und eine zur Straßenüberquerung mit entsprechenden Lösungsoptionen formuliert. In einer Pilotstudie (N = 60) wurden die Aufgaben auf ihre Reliabilität getestet. Demnach wurde die Aufgabe zur Straßenüberquerung mit einer Reliabilität von $\alpha = 0{,}75$ in das Messinstrument übernommen, die Waldnutzung mit $\alpha = 0{,}33$ nicht. Die Straßenüberquerung, im folgenden Wildkatzen-Aufgabe genannt, wurde den Probanden als Ankeritem sowohl im Prä- als auch im Post-Test vorgelegt. Die Aufgaben zur Neophytenbekämpfung und zum Fischfang wurden auf Prä- und Post-Test verteilt, um eine kontextunabhängige Kompetenzentwicklung abzubilden. Nach dem scoring hatte die Skala damit jeweils 5 unterschiedliche und 5 gleiche Items im Prä- und Post-Test. Dieses Vorgehen mit verschiedenen Aufgaben erhöhte zudem die Motivation der Probanden zur Bearbeitung

des Fragebogens innerhalb des kurzen Erhebungszeitraumes. Damit unterscheidet sich diese Erhebung von den vorherigen Studien und ergibt eine Skala mit insgesamt15 Items. Einen Überblick zum Studiendesign gibt Abb. 7.1.

Die Untersuchungsgruppe UG_1 umfasste 216 SuS (Alter 14,2 ± 3,5) der Sekundarstufe I (n = 156) und II (n = 60), die zufällig auf das Geogame (n = 92) und den Actionbound (n = 124) aufgeteilt wurden. Eine Kontrollgruppe KG (n = 40, Alter 11,3 ± 0,44) bearbeitete den Prä- und Post-Test im gleichen Zeitabstand, aber ohne Teilnahme an der Intervention.

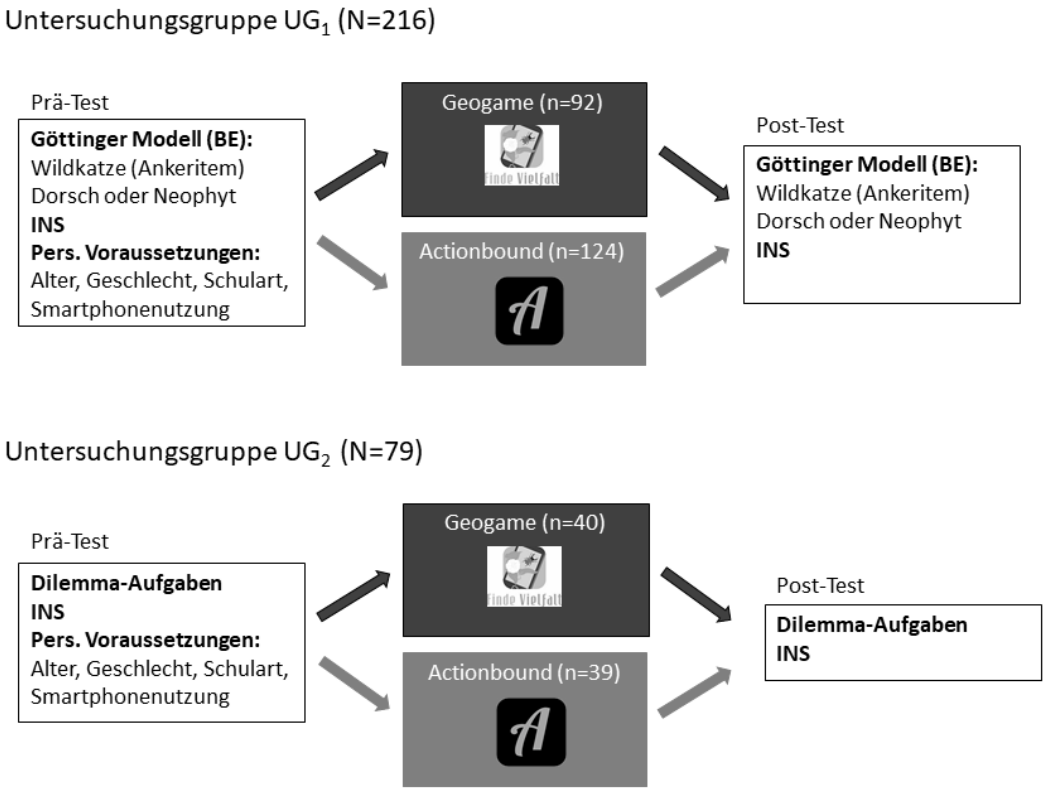


Abb. 7.1: Schematische Darstellung des Studiendesigns: Die UG_1 wurde mit der adaptierten BE-Skala getestet, die UG_2 mit den eigenen Dilemma-Aufgaben. In beiden Gruppen wurden außerdem die Verbundenheit zur Natur mit der INS-Skala und persönliche Voraussetzungen erfasst.

Mit der kleineren UG_2 (N = 79, Alter 11,4 ± 0,7) wurde ein weniger zeitaufwendiges Instrument entwickelt und getestet: In sechs *Dilemma-Aufgaben* ordnen sich die Probanden auf einer sechsstufigen Likert-Skala jeweils zwischen den Polen Nutzung und Schutz ein (s. Abb. 7.2). Eines der Dilemmata bezog sich auf das Spielthema Wildkatze, die anderen fünf waren kontextunabhängig. Die Struktur der Aufgaben folgt der Idee des „semantischen Differentials“ nach Drissner, Hille, Debatin und Haase (2008). Eine Verschiebung auf der Skala von prä zu post wird als Hinweis für eine Verarbeitung des Dilemmas angenommen. In der UG_2 wurde keine Kontrollgruppe eingesetzt.

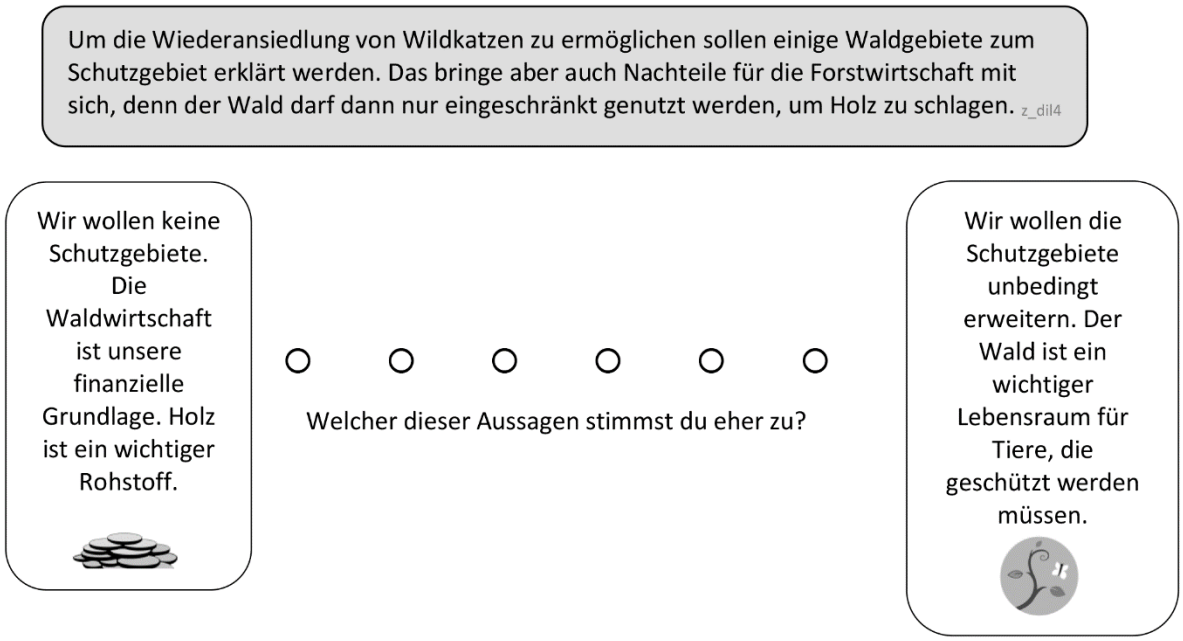


Abb. 7.2: Beispiel-Item der UG2: Zu sechs verschiedenen Aussagen positionieren sich die Probanden auf einer Likert-Skala.

Zusätzlich wurde in beiden Untersuchungsgruppen vor der Intervention mit Hilfe der INS-Skala (inclusion of nature in self, Schultz 2002) die Naturverbundenheit der Probanden erfasst.

7.6 Forschungsergebnisse

7.6.1 Skalierung der Daten

Die offenen Antwortformate der Bewertungs-Aufgaben der UG_1 wurden zunächst von mindestens zwei unabhängigen Personen in quantitative Daten umgesetzt. Die Interrater-Reliabilität war sehr gut ($\kappa_{prä} = 0{,}89$; $\kappa_{post} = 0{,}88$). Anschließend wurden die Rohdaten in ConQuest 4.5.0 mit dem Partial-Credit-Modell für ordinale Daten skaliert. Im ersten Durchlauf wurden die Prä- und die Post-Daten getrennt skaliert, um die Passung des Modells festzustellen. Abgesehen von drei Items (eines pro Aufgabe), die daraufhin aus der Skala eliminiert wurden, waren die Itemparameter innerhalb des zulässigen Bereiches (für Details s. Bond & Fox 2015). Die reduzierte Skala mit 12 Items ergab eine gute Modellpassung und eine Reliabilität von $r_{prä} = 0{,}74$ und $r_{post} = 0{,}73$. Damit liegen die Werte der adaptierten BE-Skala mit der Wildkatzen-Aufgabe als Anker-Item im Bereich der ursprünglichen BER-Skala ($r_{prä} = 0{,}73$; $r_{post} = 0{,}86$; Eggert et al. 2010).

Um die Veränderung durch die Intervention zu ermitteln, wurden im nächsten Schritt die Prä- und die Post-Daten auf eine gemeinsame Skala gebracht. Dafür wurden zwei unterschiedliche Verfahren angewendet: das Skalieren auf einer Skala für die Prä- und die Post-Daten, und die Übertragung der Schwierigkeiten aus der Prä- in die Post-Skala. Beim ersten Verfahren werden Prä- und Post-Daten gemeinsam in einer Skalierung verarbeitet,

somit erhalten alle Items die gleiche Schwierigkeit unabhängig vom Messzeitpunkt. Die Reliabilität lag bei r = 0,72. Für die weiteren Analysen werden die Personenfähigkeiten (WLE-Werte, weighted likelihood estimates) der beiden Skalen anschließend wieder getrennt. Das zweite Verfahren bestimmt zunächst die Itemparameter der Prä-Skala und überträgt diese dann in die Post-Skala, bevor die Personenfähigkeiten geschätzt werden. Hier ergab sich eine etwas höhere Reliabilität von $r_{prä}$ = 0,74 und r_{post} = 0,75. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass einzelne Items aus der Veränderungsmessung herausgenommen werden können, wenn sich ihre Schwierigkeit von prä zu post bei einer DIF-Analyse (differential item function) unverhältnismäßig ändert. Dies war bei zwei Items der Fall, weshalb diese weiterhin frei geschätzt wurden (s. dazu auch Eggert et al. 2010; Bond & Fox 2015). Beide Verfahren führen bei der Schätzung der Personenparameter zu ähnlichen Ergebnissen, wegen der höheren Reliabilität der Skalierung wurden für die Analyse der Veränderungsmessung die WLE-Werte des zweiten Verfahrens herangezogen.

7.6.2 Ergebnisse UG_1

Die Untersuchungsgruppe UG_1 zeigt im Durchschnitt für die BE-Skala keine signifikante Veränderung von prä zu post, die Kontrollgruppe ergibt eine signifikante Verringerung (s. Abb. 7.3 und Tab. 7.1). Dabei unterscheiden sich die Verläufe der Interventionsgruppen signifikant von der Kontrollgruppe (Kontrollgruppe/Geogame $t_{(108)}$ = -2,398; p < 0,018*; Kontrollgruppe/Actionbound $t_{(126)}$ = -1,978; p < 0,05*). Zwischen den beiden Spielvarianten gibt es keinen Unterschied im Verlauf ($t_{(214)}$ = -0,024; p > 0,98), deshalb wurden für weitere Untersuchungen die beiden Spielformate zusammengefasst.

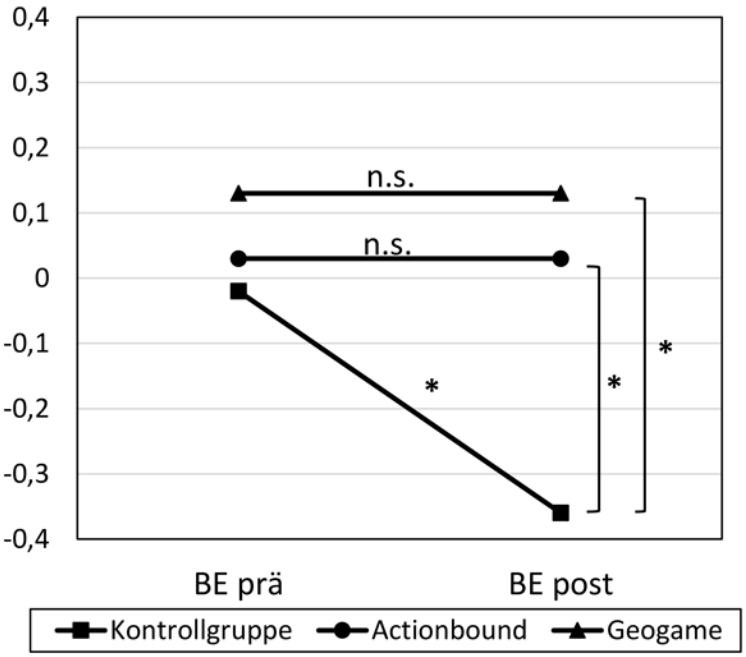


Abb. 7.3: Entwicklung der Bewertungskompetenz von prä zu post. Der Vergleich zwischen den beiden Spielformen und der Kontrollgruppe zeigt keine signifikante Steigerung durch die Interventionen, aber einen signifikant unterschiedlichen Verlauf zur Kontrollgruppe. Signifikanzniveau: * < 0,05

Da die UG_1 eine breite Streuung im Alter der SuS hat (10–24 Jahre), wurde sie in zwei Altersgruppen (10–17 Jahre, n = 156 und >17 Jahre, n = 60) aufgeteilt. Hier sind signifikante Gruppeneffekte zu finden (s. Abb. 7.4 und Tab. 7.1): Die älteren SuS starten mit dem höchsten Niveau der Bewertungskompetenz und erreichen eine signifikante Steigerung, während die jüngeren keine Veränderung in den Testergebnissen aufweisen.

Zur weiteren Spezifizierung der Ergebnisse wurden die Probanden nach ihrem INS-Wert in drei Gruppen eingeteilt: geringe, mittlere und hohe Naturverbundenheit. Eine ANOVA mit diesen Gruppen als Zwischensubjektfaktor ergibt sich einen höchst signifikanten Effekt: Die Spielenden mit der mittleren Naturverbundenheit haben signifikant höhere BE-Werte prä und post, als die beiden Gruppen mit geringer oder hoher Naturverbundenheit (s. Abb. 7.4 und Tab. 7.1).

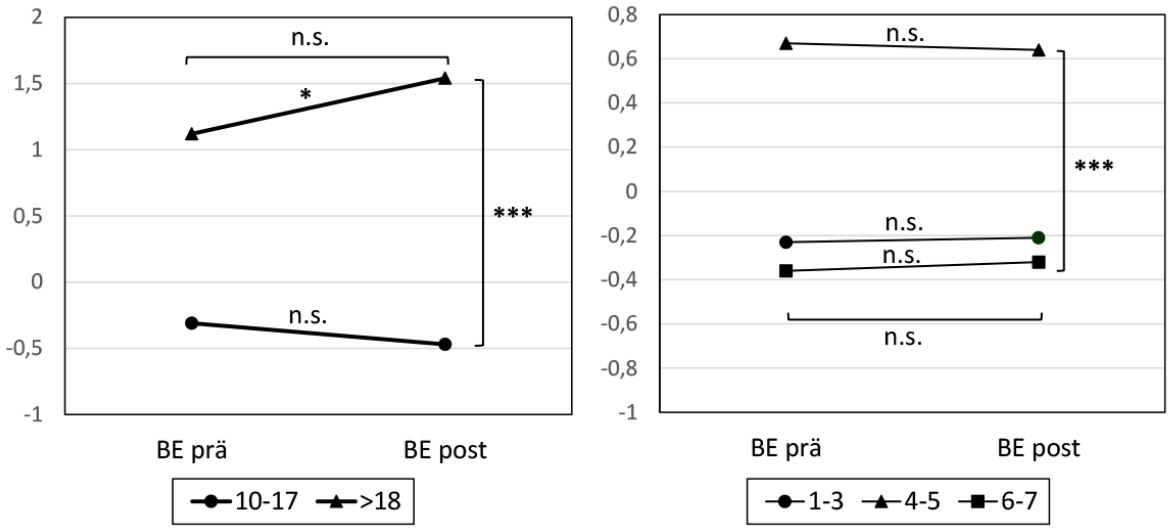


Abb. 7.4: Ergebnisse der UG_1: Links sind beide Spielformen gemeinsam nach Altersgruppen aufgetragen. Hier haben die älteren Spielenden (>17 Jahre) eine signifikante Steigerung, die jüngeren Spielenden (10–17 Jahre) keine Veränderung. Rechts sind die Spielenden nach ihren INS-Werten in drei Gruppen eingeteilt. Die mittlere Gruppe zeigt hier die höchste Bewertungskompetenz. Signifikanzniveaus: * < 0,05; *** < 0,001

Tabelle 7.1: Gruppeneffekte für die Entwicklung der Bewertungskompetenz

	MS	df	F	p	η^2
ANOVA Spielform					
Haupteffekt Messzeitpunkt	1,31	1	2,06	0,15	0,008
Haupteffekt Spielform	3,10	2	0,90	0,41	0,007
ANOVA Altersgruppen					
Haupteffekt Messzeitpunkt	1,43	1	2,10	0,15	0,010
Haupteffekt Altersgruppen	255,97	1	97,35	0,001***	0,313
Interaktion Messzeitpunkt*Alter	6,96	1	10,26	0,002**	0,046
ANOVA Naturverbundenheit					
Haupteffekt Messzeitpunkt	0,01	1	0,01	0,94	0,000
Haupteffekt Naturverbundenheit	41,90	2	12,14	0,001***	0,103

7.6.3 Ergebnisse UG_2

Bei der UG_2, die sich bei sechs Dilemma-Aufgaben auf einer Likert-Skala einordnen sollte, wurden die Daten nach der klassischen Testtheorie ausgewertet. Da alle Aufgaben keine Normalverteilung aufwiesen, wurde der Wilcoxon-Test für non-parametrische Daten angewendet. Hier konnte ein signifikanter Effekt des Geogames, nämlich für die themenbezogene Wildkatzenaufgabe (Md_{pre} = 5,08 ± 1,27; Md_{post} = 4,43 ± 1,17; Z = -2,976; p < 0,005**) gefunden werden. Beim Actionbound ist dieser Effekt nicht nachweisbar, damit zeigt dieses Messinstrument also einen Unterschied zwischen den Spielformen.

7.7 Diskussion

Mit dem *Göttinger Modell* liegt ein geeigneter und bewährter Weg vor, das Konstrukt der Bewertungskompetenz zu operationalisieren. In der vorliegenden Studie wurde die Teilkompetenz Bewerten und Entscheiden (BE) als sehr kleiner, streng operationalisierter Teil von Bewertungskompetenz gemessen.

Die Ergebnisse der UG_1 zeigen keinen signifikanten Anstieg in der Teilkompetenz BE von prä zu post in den beiden Interventionsgruppen. Allerdings lässt sich in der Kontrollgruppe, welche die beiden Fragebögen im gleichen zeitlichen Abstand, aber ohne die Intervention, bearbeiteten, ein signifikanter Abfall in den Personenfähigkeiten feststellen. Dies lässt die Interpretation zu, dass eine positive Entwicklung von BE in den Interventionsgruppen von Messfehlern wie Ermüdungserscheinungen und Motivationsdefiziten bei den Probanden überlagert wird. Demnach würde eine leichte tatsächliche Steigerung der BE die Messwerte auf dem Niveau des Prä-Tests halten. Allerdings ist die Wirkung der Interventionen nicht groß genug, um eine signifikante Steigerung in diesem Messverfahren zu erreichen. Bezogen auf die erste Forschungsfrage lässt sich also eine positive Tendenz feststellen: Kurzzeit-

Interventionen mit Geogames können ein geeigneter Weg sein, die Fähigkeit der Lernenden zum Bewerten von Optionen und Entscheiden fördern.

Da zwischen den beiden Spielformaten kein Unterschied feststellbar ist, ergibt sich für die zweite Forschungsfrage, dass die Bearbeitung von Dilemma-Aufgaben das relevante Spielelement ist. Das Simulationsspiel des Geogames, das nach jeder ortsbasierten Aufgabe Spielentscheidungen zwischen Schutz und Nutzung erfordert, erscheint dafür kaum relevant. Dieses Ergebnis entspricht früheren Untersuchungen mit dem gleichen Messverfahren (Eggert & Bögeholz 2006; Eggert et al. 2010; Gresch et al. 2013), die einen Anstieg der Teilkompetenz BER durch gezieltes Training in Entscheidungs-Situationen feststellten. Allerdings waren diese Trainings mindestens 90 min lang und auch hier zeigten sich Ermüdungserscheinungen im direkt anschließenden Post-Test (Gresch et al. 2013). Bei den Interventionen der vorliegenden Studie lag die gesamte Spielzeit inklusive Fortbewegung bei 90–120 min, für die Aufgabenbearbeitung blieben im Schnitt 30 min (Schneider et al. 2017). Im Klassenzimmer haben sich Gruppendiskussion zu Dilemma-Situation, auch im Umfang von 45 min, als förderlich für die Bewertungskompetenz herausgestellt (Ratcliffe 1997; Grace & Byrne 2010; Grace 2009), auch wenn die Beteiligung der einzelnen SuS sehr unterschiedlich ist (Sadler 2004). Übertragen in den Outdoor-Kontext müsste den Dilemma-Aufgaben ein größerer Anteil der Spielzeit zur Verfügung gestellt werden, um einen bedeutsamen Effekt für die Förderung der Bewertungskompetenz zu ermöglichen.

Obwohl die Geogames des Projektes *FindeVielfalt* v.a. für die Sekundarstufe I und II konzipiert sind, scheint eine Förderung von BE eher bei älteren SuS möglich zu sein. Wie Abb. 7.4 darstellt, steigen diese schon mit deutlich höheren Werten in die Intervention ein und erreichen zusätzlich noch signifikant höhere Werte im Post-Test. Die jüngeren SuS bringen weniger Kompetenzen in BE mit und sind dann mit den Aufgaben im Spiel überfordert. Abgesehen von Lee und Grace (2012), die auch für 12–13jährige die grundlegende Fähigkeit zum Bewerten unterschiedlicher Perspektiven finden, wurden die meisten Untersuchungen mit SuS im Alter von 15–18 Jahre durchgeführt (Gresch et al. 2013; Grace & Byrne 2010; Grace 2009) und Ratcliffe (1997) stellt fest: „Fifteen-year-old pupils are able to begin to address informed decision-making." Dies bedeutet, dass die Geogames genauer an die Altersgruppen angepasst werden müssten. Bei den jüngeren Spielgruppen ermöglichen die Dilemma-Aufgaben und die Simulation zwar erste Auseinandersetzungen mit komplexen Bewertungssituationen, effektiver lassen sie sich aber bei älteren Spielgruppen einsetzen.

Die Einstellung zur Natur, gemessen mit der INS-Skala (Schultz 2002), hat in der Stichprobe einen signifikanten Gruppeneffekt: Eine Steigerung von BE ist in keiner Gruppe feststellbar, aber eine unterschiedliche Positionierung der Gruppen: Probanden mit einem hohen oder einem niedrigen INS-Wert liegen beim BE prä und post gleich auf. Die mittlere Gruppe liegt

aber deutlich über den „Naturnahen“ und „Naturfernen“. Auf den ersten Blick widerspricht dies der Erkenntnis von Grace (2009), dass Probanden, die ein großes Interesse an Natur (in diesem Fall „Wildnis“) haben, auch eine bessere Entwicklung von Bewertungskompetenz vorweisen konnten. In diesem Setting war aber das Generieren von Argumenten zu Naturschutzproblemen Teil der Intervention, das tatsächlich bei einem starken Bezug zum Thema leichter fallen sollte. Bei der vorliegenden Studie waren die Optionen, die anthropozentrische und biozentrische Perspektiven einschließen, vorgegeben. Die Verteilung der Teilkompetenz BE in Bezug zur Naturverbundenheit kann so interpretiert werden, dass eine mittlere Naturverbundenheit ein ausgewogenes Argumentieren ermöglicht, während die Naturfernen und Naturnahen zu „Cut-off-Strategien“ neigen und sich schneller nur auf „ihre“ Perspektive festlegen.

Das zweite Erhebungsinstrument, eingesetzt bei der $UG_{2,}$ zeigt einen leichten Vorteil für das komplexere Geogame: Beim thematisch passenden Item zur Wildkatze (s. Abb. 7.2) ergibt sich eine signifikante Veränderung, interessanterweise von sehr hohen Naturschutzwerten vor dem Spiel zu mehr (nachhaltigem) Nutzen von Natur nachher. Diese Skala misst eher eine Einstellung, als eine Kompetenz und weist Parallelen zur Naturnutzungsskala UTL des 2-MEV-Modells auf (Bogner 1998; Wiseman & Bogner 2003). Diese wurde in mehreren Kurzzeitmaßnahmen eingesetzt und zeigte eine Entwicklung durch Outdoor-Interventionen zu weniger (Aus)-Nutzung von Natur (z.B. Drissner et al. 2010; Sellmann & Bogner 2013). Ebenso fanden Lee & Grace (2010; 2012), dass Gruppendiskussionen zu einer Veränderung der Einstellung hin zu einer eklektischen Perspektive führen kann, die anthropozentrische und biozentrische Sichtweisen einschließt. Entsprechend verschiebt sich in der UG_2 dieser Studie der Mittelwert des Wildkatzen-Items weg vom reinen Naturschutz, hin zu einer (nachhaltigen) Naturnutzung. Dies kann als eine tiefere Auseinandersetzung mit der Balance zwischen Schutz und Nutzung interpretiert werden, da in den Spielaufgaben Naturnutzung nicht als Ausbeutung dargestellt wird, sondern als nachhaltige Nutzung der erneuerbaren Ressource Holz. Diese Perspektive scheint auch bei den jüngeren SuS, die auf der BE-Skala keine Entwicklung zeigten, zu wirken. Allerdings beruhen diese Ergebnisse auf einer relativ kleinen Stichprobe, die auf zwei unterschiedliche Interventionen aufgeteilt wurde. Auch das Fehlen einer Kontrollgruppe macht eine weitere Fundierung dieser Skala notwendig.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Geogames, die durch Dilemma-Aufgaben oder Simulationsspiele Anlässe zum Bewerten und Entscheiden im Team geben, ein Weg sind, Teilkompetenzen von Bewertungskompetenz zu fördern. Gerade weil Gruppendiskussionen zu sozio-ökologischen Themen im Schulunterricht noch nicht verankert sind, können diese Spiele für jüngere SuS einen ersten Ansatz und für ältere SuS eine Weiterentwicklung bieten. In dieser Studie wurden nur Kurzzeit-Effekte gemessen, so besteht weiterer Forschungsbedarf, um die langfristige Wirkung der Intervention zu

untersuchen. Dafür verspricht die Untersuchung von Gresch (2013) interessante Ergebnisse, denn auch hier waren die Kurzzeit-Effekte sehr schwach, während ein follow-up nach drei Monaten einen deutlich stärkeren Effekt zeigte.

Eine weitere Einschränkung der Studie ist die enge Operationalisierung auf die Teilkompetenzen Bewerten und Entscheiden. Damit kann nur ein sehr spezifischer Teil der Bewertungskompetenz abgebildet werden. Für ein fundiertes Entscheiden ist aber auch das Generieren und Reflektieren von Sachinformationen (Eggert & Bögeholz 2006; Grace 2009) notwendig. Für Spielgruppen mit erfahreneren Lernenden könnte das Geogame angepasst werden, indem bei den Dilemma-Aufgaben keine Optionen mehr vorgegeben werden und der gesamte Entscheidungsprozess als Audio-Aufnahme festgehalten wird. Für die jüngeren Spielgruppen kann das Aufgabenformat beibehalten werden, um erste Ansätze zum Bewerten und Entscheiden zu bieten.

7.8 Danksagung

Diese Studie wurde im Rahmen des Projektes „BioDiv2Go – Biodiversität erleben mit ortsbezogenen Spielen“ durchgeführt: Dieses wird gemeinschaftlich gefördert vom BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Bau / BfN – Bundesamt für Naturschutz und dem BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (FKZ:01LC1311A). Die Pädagogische Hochschule Ludwigsburg unterstützte die Datenerhebung und -aufarbeitung.

Die Autoren bedanken sich beim gesamten BioDiv2Go-Team und den Teilnehmenden der Studie. Ein besonderer Dank geht an Susanne Bögeholz, Sabina Eggert (Universität Göttingen) und Florian Kaiser (Universität Magdeburg) für die Unterstützung bei der Auswertung der Daten.

8 Gemeinsame Diskussion der Ergebnisse

8.1 Inhaltliche Überlegungen: Geogames als Methode für Umweltbildung und BNE

Das Ziel des Projektes BioDiv2Go ist es, die Wertschätzung lokaler Biodiversität durch Geogames bei Jugendlichen zu fördern und wissenschaftlich auszuwerten. Der Fokus der vorliegenden, an das Projekt assoziierten Arbeit, war ein anderer: Hier sollte die Eignung der Geogames für die Ziele von Umweltbildung und BNE untersucht werden. In dieser Hinsicht sollen die Ergebnisse im Folgenden diskutiert werden.

Den deutlichsten Effekt zeigen die Spiele in der Entwicklung der Naturverbundenheit (s. Kapitel 6). Die Werte der INS-Skala sind nach der Intervention signifikant höher als vorher, die DCN-Skala zeigt keine signifikante Veränderung, weist aber in die gleiche Richtung. Die Veränderung der INS-Skala ist am stärksten bei der Mittelschule, die SuS steigen hier mit den niedrigsten INS-Werten der Gesamtstichprobe ein, erreichen aber die höchste Steigerung. Die Spiele, und damit sind Geogame und der einfachere Actionbound gleichermaßen gemeint, ermöglichen Naturnähe gerade für die „naturfernen" Jugendlichen. Der entscheidende Faktor dafür dürfte das „draußen sein" und die Lenkung der Aufmerksamkeit bei den ortsbezogenen Aufgaben sein (vgl. Lai et al. 2007), denn die zusätzlichen Spielelemente des Geogames (Simulation, Spielgeschichte) zeigen keinen weiteren Effekt.

Dies zeigt Parallelen zu vorangegangenen Studien, die den Einsatz von MEEs mit „traditionellen" Methoden wie einer Führung mit dem Ranger oder einer Rallye mit Fragebögen verglichen haben (Ruchter et al. 2010; Crawford et al. 2016): Auch hier war kein klarer Vorteil für den Einsatz der MEEs in Bezug auf die Umwelteinstellung oder die Naturverbundenheit zu finden, sondern ein gleichwertiger Effekt wie bei den anderen Methoden. Es ist anzunehmen, dass auch hier der unmittelbare Kontakt zur Natur der Wirkungsfaktor ist, der die feinen methodischen Unterschiede überdeckt. Bittner (2003) stellte dazu passend fest, dass allein das „im Nationalpark sein" eine größere Akzeptanz für Natur zur Folge hat. Interessanterweise zeigen sich bei ihm aber die positiven Effekte bei den Gymnasiasten, während die Mittelschule gegenläufige Werte hat. Hier könnte sich also aus den Daten der vorliegenden Studie ein Vorteil durch den Einsatz von MEEs herauslesen lassen.

Die Grundidee eines Geogames ist die Verbindung einer virtuellen Spielgeschichte mit ortsbezogenen Aufgaben eines realen Spielfeldes (Schaal & Lude 2015). Die sollte nach den Vorstellungen von Altman & Low (1992) zu einer „Aneignung" des Ortes durch die Spielenden führen. Ein zunächst bedeutungsloser „space" wird zu einem „place", der mit

Wissen, Emotionen und spezifischen Handlungen verbunden ist. Die Natur bekommt damit für die Spielenden eine Bedeutung, über die sie eine stärkere Verbundenheit erleben. Deshalb wurde für das Spiel zur Wildkatze das Spielfeld in unmittelbarer Nähe zur Umweltbildungsstätte Oberelsbach angelegt. Eine entferntere Verortung in einer Kernzone hätte das Naturerlebnis möglicherweise abstrakter gemacht, da diese durch ihren Naturschutz-Status ohnehin schon mit Bedeutung aufgeladen ist. Mit dem tatsächlichen Setting konnten sich die SuS auch in den folgenden Tagen als Teil des Wildkatzenhabitats fühlen.

Die Naturverbundenheit ist im Umweltkompetenzmodell von Kaiser (Roczen et al. 2014) der stärkste Prädiktor für das umweltfreundliche Verhalten, das als Ziel der Umweltbildung angesehen wird. Das bedeutet, dass sowohl das Geogame als auch der Actionbound geeignet sind, vermittelt über Naturverbundenheit, umweltfreundliches Verhalten zu fördern. Dies gilt, wie die Daten im Kapitel 6 zeigen, zumindest für die Spielenden mit geringer Naturverbundenheit. Die mit hohen Einstiegswerten im INS konnten sich kaum noch steigern, für sie wäre nach diesem Modell die Vermittlung von handlungsorientiertem Wissen (action-related knowledge) zielführender.

Sind Geogames also einfach eine Methode, Jugendliche nach draußen zu bringen? Sind MEEs das Lockmittel, um Jugendliche in Kontakt mit Natur zu bringen und Naturverbundenheit zu fördern? Sind sie mit dem gerade beschriebenen Wirkungsgefüge eher der klassischen Umweltbildung zuzuordnen als der BNE?

Die Ergebnisse zur Bewertungskompetenz zeigen, dass sie durchaus auch für komplexere Lernziele geeignet sind.

Als Indikator zur Überprüfung des Geogames als Methode der BNE wurde die Bewertungskompetenz gewählt, da für dieses Konstrukt geeignete Operationalisierungen und Messinstrumente vorlagen (Eggert & Bögeholz 2006; Eggert et al. 2010). Für die meisten der ausformulierten Teilkompetenzen der Gestaltungskompetenz (BLK-Programm 2007 und 2009) ist das nicht der Fall. Zudem kommt der Bewertungskompetenz eine Schlüsselrolle zu, wenn es um Entscheidungen für nachhaltige Entwicklungen geht.

Mit dieser Auswahl und der Anpassung des Messinstrumentes (s. Kapitel 4.2.3 und 4.4.2) geht eine sehr enge Operationalisierung der Bewertungskompetenz einher: So lässt das Göttinger Modell mit den Aspekten „Bewerten, Entscheiden und Reflektieren BER“ (Eggert & Bögeholz 2006; Eggert et al. 2010) die Generierung von Handlungsoptionen und die Nennung von ethischen Werten außer Acht, die z.B. von Hößle (2001; 2007) als wichtige Schritte zur moralischen Urteilsfindung beschrieben werden. In der hier vorliegenden Studie wurde zusätzlich, auch aus Zeitgründen bei der Datenerhebung, die Aufgabe zur Reflexion über eine Entscheidungssituation eliminiert, was zu einer weiteren Konzentration der

Teilkompetenz auf „Bewerten und Entscheiden BE“ führte. Damit wurde ein sehr streng operationalisierter Teil von Bewertungskompetenz erfasst, der zu den Bewertungsaufgaben innerhalb des Geogames konsistent ist, aber einige Schritte der Entscheidungsfindung im Alltag nicht abbildet.

Eine Wirkung der Intervention auf diese Operationalisierung von Bewertungskompetenz ist feststellbar, wenn auch nicht so deutlich wie bei der Naturverbundenheit, da sie sich nur im Vergleich zur Kontrollgruppe zeigt. Zunächst ist kein Effekt sichtbar, da methodische Einschränkungen (s. 8.3) die positive Entwicklung des Konstruktes Bewerten und Entscheiden (BE) überdecken. Diese können aber durch die Daten der Kontrollgruppe aufgedeckt und herausgefiltert werden, so dass eine Förderung von BE durch die Intervention feststellbar ist.

Auch hier ist kein Unterschied zwischen dem Geogame und dem Actionbound zu finden. Dies ist in diesem Bereich allerdings überraschender als bei der Naturverbundenheit. Dass die Simulation und die Spielgeschichte keinen wesentlichen Beitrag zum Naturerlebnis beisteuern, ist nachvollziehbar. Für das Bewerten und Entscheiden innerhalb der Spielgruppe könnten die 5 Spielrunden der Simulation aber zusätzliche Möglichkeiten schaffen und dem Geogame damit eine stärkere Wirkung ermöglichen.

Die Daten in Kapitel 7 weisen aber darauf hin, dass die Entwicklung von BE vor allem auf die Bearbeitung der – strukturell dem Fragebogen sehr ähnlichen – Bewertungsaufgaben zurückzuführen ist. Dieser Befund wird durch vorangegangene Studien zum „Göttinger Modell“ untermauert: Ein gezieltes Training in fiktiven Entscheidungssituationen von mindestens 90 min führte zu einem Anstieg der Teilkompetenz „Bewerten, Entscheiden, Reflektieren“ (Eggert & Bögeholz 2006; Eggert et al. 2010; Gresch et al. 2013). Auch in anderen Studien, die Gruppendiskussionen im Klassenzimmer untersuchten, konnten in relativ kurzer Zeit (45 min und mehr) positive Effekte für die Bewertungskompetenz erreicht werden (Ratcliffe 1997; Grace & Byrne 2010; Grace 2009). In der vorliegenden Studie lag die Gesamtzeit der Intervention bei 90 – 120 min, für die Bearbeitung der ortsbezogenen Aufgaben (und damit auch der Bewertungsaufgaben) blieben im Durchschnitt 30 min. In dieser Zeit konnten zumindest kleine Fortschritte in der Teilkompetenz BE angestoßen werden.

Die Simulation des Geogames, in der nach jeder ortsbezogenen Aufgabe Entscheidungen zwischen Wildkatzenschutz und Waldnutzung getroffen werden mussten, brachte keinen zusätzlichen Nutzen für die Entwicklung von BE. Dies könnte auf die relativ schlechte Repräsentation der Simulation auf performativer Ebene und den sehr kleinen Zeitanteil an der Gesamtspielzeit zurückzuführen sein (s. Abschnitt 8.2).

Eine Differenzierung der Stichprobe nach dem Alter zeigt auf, dass die Förderung von BE vor allem in der älteren Zielgruppe (>17 Jahre) gelingt. Hier ist ein signifikanter Anstieg zu verzeichnen, während die jüngeren Spielenden keine Veränderung erreichen. Dies kann als Hinweis gewertet werden, dass die Dilemma-Aufgaben des Spieles eher für junge Erwachsene als für Jugendliche (die allerdings den Hauptteil der Stichprobe ausmachten) geeignet sind. Eine Differenzierung der Spiele für unterschiedliche Altersgruppen könnte insofern vorgenommen werden, dass die Dilemma-Aufgaben, die bei jüngeren Spielgruppen zur Überforderung führen, durch andere Aufgaben ersetzt werden. Andererseits sind die Spiele eine erste Gelegenheit für diese Altersgruppe, mit komplexen Fragestellungen und Systemen in Kontakt zu kommen. Gerade weil das Bewerten und Entscheiden in Gruppenprozessen im Schulunterricht noch nicht verankert ist, könnte hier außerschulische BNE Zugänge eröffnen. Außerdem wurden in dieser Studie nur Kurzzeiteffekte gemessen, während in der Studie von Gresch et al. (2013) die Interventionen auch erst mittelfristig zu positiven Effekten führten.

Nun ist die Bewertungskompetenz ja auch nur *eine* Teilkompetenz der BNE. Andere wurden in dieser Studie nicht überprüft, könnten in zukünftigen Projekten aber untersucht werden.

So gibt es z.B. Hinweise, dass Computersimulationen das systemische Denken fördern können. Zu dieser Kompetenz gehört (1) Elemente eines Systems und ihre Wechselwirkungen zu erkennen (2) Dynamiken zu erfassen und (3) Prognosen über Veränderungen treffen zu können (Rieß 2013). In einer dazugehörigen Studie war ein Lernsetting besonders effektiv, das Unterricht zum systemischen Denken mit einer Computersimulation zur Waldbewirtschaftung kombinierte. Der Unterricht allein und das reine Spielen der Simulation brachte keinen positiven Effekt (ebd.).

Die Frage, was die Spielenden bei der Simulation des Geogames lernen, ist noch weitgehend ungeklärt. Strukturell spricht es alle drei o.g. Teilaspekte an. Aber: Durchschauen die Spielenden in der kurzen Spielzeit die Zusammenhänge oder stellen sie nur fest, dass das komplexe System nicht durchschaubar ist? Die geringe Zahl an Wiederholungen in den einzelnen Spielrunden, die in den Serverdaten zu sehen sind, spricht eher nicht für ein systematisches Ausprobieren, sondern für eine Eingabe „auf gut Glück“. Die Erkenntnis, dass Veränderungen an einem Ökosystem zu unvorhersehbaren Ergebnissen führen können, entspricht durchaus der Realität und kann damit als ein Lernziel angesehen werden. Für eine Förderung des systemischen Denkens ist sie damit aber nicht geeignet. Schon in den Anfängen der Umwelterziehung und Ökopädagogik wurde der Einsatz von (Computer-) Simulationsspielen diskutiert. Während Bolscho und Kollegen (1980, S. 108) sie als Methode empfehlen, bezweifelt Rost (2002) die Übertragbarkeit in den Alltag, da die tatsächlichen Handlungsmöglichkeiten der SuS deutlich eingeschränkter sind, als in der Simulation. Die

aktuellen Ergebnisse zeigen, dass in diesem Bereich also auch heute noch Forschungsbedarf vorhanden ist. Die Erkenntnisse von Rieß (2013) sprechen dafür, das Geogame in ein umfangreicheres Lernsetting einzubetten, in dem die Spielergebnisse im Anschluss aufgearbeitet werden und die Simulation noch mehrmals analysiert und ausprobiert werden kann. Die Serverdaten, die im Laufe des Spiels gespeichert werden, stehen dafür zur Verfügung. Damit hätten die Geogames das Potenzial, systemisches Denken als Teilkompetenz der BNE zu unterstützen.

Eine weitere, und noch einfachere Möglichkeit, BNE-Aspekte des Geogames zu untersuchen, wäre eine Wissensskala zu den Dimensionen der Nachhaltigkeit gewesen. Das Geogame stellt das Biosphärenreservat Rhön als Modellregion zwischen Schutz und Nutzung dar. Gerade der Nutzungsaspekt, der nachhaltigen Kriterien folgen soll, geht in der Wahrnehmung des Biosphärenreservates oft unter. Im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit stehen die Kernzonen und Naturschutzgebiete. Hier bietet das Geogame die Gelegenheit, den Menschen als Teil der Entwicklung der Region wahrzunehmen und damit auch dem romantischen Naturbild vieler Jugendlicher (Brämer 2006; s. Abschnitt 2.3) entgegenzuwirken. Der Nachweis eines Wissenszuwachses, dass Nachhaltigkeit neben ökologischen auch soziale und ökonomische Dimensionen umfasst, wäre grundlegend im Sinne der BNE. Ein Hinweis in diese Richtung gibt die Untersuchungsgruppe 2 der dritten Studie (s. Abschnitt 7.6.3): Die Einordnung der Probanden zwischen den Polen Schutz und Nutzung, zeigt beim themenspezifischen Wildkatzen-Item eine signifikante Veränderung nach dem Geogame, und zwar hin zur (nachhaltigen) Nutzung und weg vom reinen Naturschutz. Auch die Ergebnisse von Sonja Schaal (2016) zum Wissen über und der Wertschätzung von lokaler Biodiversität können so verstanden werden.

Die oben aufgeworfene Frage, ob die Geogames des Projektes eher eine Methode der Umweltbildung als der BNE sind, kann also verneint werden. Auch wenn ihr stärkster Effekt in der Naturverbundenheit liegt, haben sie durchaus das Potenzial BNE-Ziele auf verschiedenen Komplexitätsebenen zu verwirklichen.

8.2 Methodische Überlegungen: Geogame vs. Actionbound

Die Spielfreude (enjoyment) wurde, neben den inhaltlichen Lernzielen Naturverbundenheit und Bewertungskompetenz, als Indikator für ein erfolgreiches Spieldesign erfasst. Die Unterschiede zwischen den beiden Spielformaten Geogame und Actionbound waren in allen diesen Variablen sehr gering. In diesem Abschnitt soll deshalb diskutiert werden, welche Vorteile das komplexere Geogame gegenüber dem strukturell einfacheren Actionbound hat. Dafür werden die Spielelemente, die den Unterschied im Spieldesign ausmachen, näher betrachtet: die Rahmengeschichte, das Simulationsspiel und die Navigation auf dem

Spielfeld. Zur Strukturierung wird das Geogame-Design-Modell (Schlieder et al. 2018; s. Abb. 3.1) herangezogen.

Die *ludische Ebene* des Design-Prozesses umfasst die Festlegung und technische Umsetzung der Spielmechanik. Hier sind die unterschiedlichen Spielelemente verwirklicht: Während das Geogame eine freie Bewegung der Spielgruppen auf dem Spielfeld zulässt, ist für die Spielenden des Actionsbounds der Weg und der Ablauf der Stationen vorgegeben. Das Simulationsspiel zur Wildkatze ist nur im Geogame umgesetzt, im Actionbound fehlt es. Die weiteren Spielelemente wie das Punktesammeln, die Struktur der ortsbezogenen Aufgaben und das Spielen in kleinen Gruppen, sind in beiden Spielformaten angelegt.

Auf *narrativer Ebene* bietet das Geogame eine Rahmengeschichte um Felix Förster an, die auch die Simulation auf dieser Ebene verankert. Ob diese Geschichte zur Spielfreude oder zum Lernerfolg beiträgt, ist aus den vorliegenden Daten nur andeutungsweise ersichtlich: Im Ranking der Spielelemente liegt sie auf dem vorletzten, die damit verbundenen Cartoonfiguren auf dem letzten Patz (s. Tabelle 6.3). Interessanterweise gaben auch 13,3% der Spielenden des Actionbounds die Spielgeschichte als bevorzugtes Spielelement an, obwohl in diesem Format gar keine Geschichte präsentiert wurde. Möglicherweise haben sich diese Spielenden als Akteure einer eigenen „Rahmengeschichte“ wahrgenommen, in der sie das Habitat der Wildkatze erkunden. Da die Spielgruppen aber das jeweils andere Spielformat nicht kennenlernten, kann nicht gesagt werden, ob den Spielenden des Actionbounds das Design des Geogames besser gefallen hätte oder umgekehrt die Geogame-Spielgruppen von den Bildtafeln und Videos eher genervt oder gelangweilt waren. Insgesamt scheint die Rahmengeschichte keinen großen Vorteil gegenüber dem Actionbound gebracht zu haben.

Die ortsbezogenen Aufgaben, die zur narrativen Ebene gehören, waren bei beiden Spielformaten genau gleich angelegt und haben auch die gleiche Wirkung in Bezug auf die Naturverbundenheit (Erkundungsaufgaben) und die Bewertungskompetenz (Bewertungsaufgaben) gezeigt (s. Abschnitt 8.1).

Die Lernziele werden zu Beginn des Design-Prozesses auf der *performativen Ebene* festgelegt. Wie in Abschnitt 8.1 dargelegt, konnten diese für beide Spielformate gleichermaßen erreicht werden. Nur die Dilemma-Aufgaben zur Einordnung zwischen Schutz und Nutzung zeigen hier einen leichten Vorteil für das Geogame.

Zu dieser Ebene gehört aber auch die tatsächliche Umsetzung des Spieles (staging of the game). Und da hat sich, zumindest in der Teil-Stichprobe der Mittelschule, eine höhere Spielfreude beim Geogame herausgestellt. Da in dieser Gruppe das Computerspielen (mobil oder stationär) weiter verbreitet ist, als in den anderen Schulformen (Feierabend et al. 2016)

könnte das heißen, dass das komplexere Geogame mit der Simulation einen Mehrwert für erfahrene Spielende bringt.

Die insgesamt hohe Spielfreude kann als Indikator für die erfolgreiche Einbindung einer ökologischen Simulation in ein ortsbasiertes Spiel gewertet werden. Gleichzeitig ist es doch überraschend, wie wenig Spielzeit (3%) in die Simulation investiert wird (s. Abschnitt 5.6.1.3). Die Fortbewegung zwischen den Stationen nimmt bei Geogames strukturbedingt die meiste Zeit in Anspruch (Schlieder & Wullinger 2016), doch der sehr unterschiedliche Zeitaufwand für die ortsbezogenen Aufgaben und die Simulation entspricht nicht der Relevanz der Simulation für den Spielerfolg. Dass für die Aufgaben im Gelände die neunfache Bearbeitungszeit im Vergleich zur Simulation gemessen wurde, ist sicher mit dem Bearbeitungsaufwand (z.B. Suchen des Lockstocks, Fotografieren verschiedener Lebensräume) verbunden, spricht aber auch für eine mangelnde Repräsentation der Simulation auf performativer Ebene. Obwohl in der Briefing-Phase vor dem Spiel und in den Einführungsvideos die Simulation erklärt wurde, wird sie nicht besonders intensiv gespielt. Die schon angesprochene Möglichkeit (Abschnitt 5.7), die Simulation technisch auch während der Fortbewegungsphase spielbar zu halten, könnte die Spielzeit und damit die Gruppendiskussionen über Spielentscheidungen verlängern. Damit könnte letztlich auch die Förderung der Teilkompetenz BE verbessert werden, allerdings wären auch mögliche Abstriche in der Naturverbundenheit durch eine stärkere Ablenkung zu bedenken.

Die Unterschiede in der Navigation und Fortbewegung der Gruppen, die in der Spielmechanik festgelegt wurden, kommen auf der performativen Ebene ebenfalls nicht zum Tragen. Die wahrgenommene Autonomie der Spielenden ist sehr hoch, unabhängig davon, ob sie sich frei auf dem Spielfeld oder auf einem festgelegten Rundweg bewegen (s. Abschnitt 5.6.2). Die Spielenden hatten also in beiden Spielformaten den Eindruck, den Spielverlauf selbst bestimmen zu können. Verglichen mit einer Schulstunde oder auch einer traditionellen Führung in einem Schutzgebiet ist der Grad der Autonomie in beiden Spielformen sehr hoch. Die höchste Wertung des Spielelements „Spielen in kleinen Gruppen“ (ohne Begleitung durch Aufsichtspersonen) im Ranking spricht für diese Interpretation. Sobald die SuS auf dem Spielfeld waren, konnten sie ihre Laufgeschwindigkeit, Pausen und Interaktionen innerhalb der Spielgruppe selbst bestimmen. Auch ihr Engagement bei der Lösung der Aufgaben und ihre Motivation, das Spiel zu gewinnen, konnten sie letztlich frei entscheiden.

Für einen zuverlässigen Vergleich der beiden Wegführungen – freie Wahl der Stationen und vorgegebener Rundweg – hätten beide Spielformate mit den gleichen Spielenden durchgeführt werden müssen. Dies war in der Konzeption dieser Untersuchung aber nicht möglich.

Gerade auf der performativen Ebene gibt es also noch mehrere Ansätze, die beiden Spielformate zu untersuchen. Die vorliegenden Daten zeigen in der Verwirklichung der Lernziele kaum Unterschiede, in der Spielfreude und in der Wahrnehmung einzelner Spielelemente leichte Vorteile für das komplexere Geogame.

8.3 Methodische Überlegungen: Anlage der empirischen Untersuchung

Die Auswahl und Anpassung der Messinstrumente wurde in den Abschnitten 4.2 und 4.4 ausführlich beschrieben und begründet und soll hier im Nachgang der Untersuchung noch einmal reflektiert werden.

Die Skala zur *Spielfreude* mit den Unterskalen Interesse/Vergnügen, Kompetenzerleben, Autonomie/Wahlfreiheit und Soziale Eingebundenheit hat sich in mehreren anderen Studien zu Computerspielen (u.a. Tamborini et al. 2010; Schaal So. et al. 2017) bewährt. Einzig die Unterskala Soziale Eingebundenheit (Beispielitem: „Meine Mitspieler und ich könnten gut befreundet sein, wenn wir häufiger zusammenarbeiten würden.“) führte bei den Probanden oft zu Irritationen, weil die SuS meist in ihrer sozialen Gruppe spielten. Deshalb konnte diese Skala nicht in die Auswertung mit aufgenommen werden. Die anderen Unterskalen lieferten aber sehr zuverlässige Werte (s. Tab. 4.5).

Zur Ermittlung der *Naturverbundenheit* wurden parallel zwei Skalen eingesetzt, die unterschiedlich sensitiv auf die Intervention reagierten: Die INS- und die DCN-Skala. Kaiser und Kollegen (Brügger et al. 2011) bezeichnen die Items des DCN als intellektuell einfach (z.B. „Ich wandere oder jogge in der Natur“), da sie nur vorangegangenes Verhalten und einfache Wertungen abfragen. Dagegen verlangt das eine Item des INS eine tiefergehende Auseinandersetzung mit dem eigenen Verhältnis zur Natur (Schultz 2002). Andererseits scheint der INS doch ein sehr intuitives Gefühl der Naturverbundenheit zu messen, das sich durch einen intensiven Naturkontakt schnell ändern lässt. Denn auch wenn sich ein Proband in seiner Weltanschauung als Teil der Natur sieht (s. dazu Abschnitt 2.3) und damit immer den höchsten Wert auf dieser Skala wählen müsste, kann er sich zum Zeitpunkt der Befragung mehr oder weniger der Natur verbunden fühlen. Davon ausgehend, dass die meisten Jugendlichen (noch) kein festes Bild von ihrem Verhältnis zur Natur haben, sind die Messwerte eher als „gefühlte“ Naturverbundenheit zu sehen und damit ein guter Indikator für die Wirkung der Intervention.

Auch wenn der Anstieg der DCN-Skala nicht signifikant ist, ist es ein gutes Zeichen, dass ihr Verlauf die gleiche Tendenz zeigt wie der INS und beide Skalen miteinander korrelieren. Eine Veränderung bei vielen der Items des DCN dürfte in einer so kurzen Zeit der Erhebung auch sehr schwierig sein, da sich das gefragte Verhalten in dieser Zeit kaum geändert hat (z.B. „Ich helfe Schnecken über die Straße“). Wie auch schon in anderen Studien praktiziert (Crawford

et al. 2016; Bragg et al. 2013), sollte für zukünftige Überprüfungen von Geogames als Kurzzeitinterventionen der INS ein reliables und valides Messinstrument darstellen.

Die Erfassung der *Bewertungskompetenz*, genauer der Teilkompetenz Bewerten und Entscheiden (BE), war wegen des offenen Antwortformates und der anschließenden Rasch-Skalierung der aufwändigste Teil der Erhebung. Auch für die Probanden bedeuteten die beiden Bewertungsaufgaben den höchsten Zeit- und Schreibaufwand. Entsprechend waren mehrere Pilotversuche notwendig, bis dieses Messinstrument einsetzbar war. Vor allem der organisatorisch bedingte kurze Zeitabstand zwischen Prä- und Posttest war für die SuS eine echte Herausforderung.

Dies führte dazu, dass in den Rasch-skalierten Messwerten zunächst kein Effekt gefunden werden konnte. Eine positive Entwicklung von BE konnte erst im Unterschied zur Kontrollgruppe aufgedeckt werden, die Ermüdungseffekte der Probanden offenlegte. Damit ist eine Förderung der operationalisierten Teilkompetenz Bewerten und Entscheiden durch die Interventionen nachweisbar, wenn auch nicht so deutlich wie die Entwicklung der Naturverbundenheit. Hier spielt sicher die Komplexität des Konstruktes und des dazugehörigen Messinstrumentes eine Rolle, denn die tatsächliche Zeit der Spielenden zum Bewerten und Entscheiden innerhalb ihrer Spielgruppe lag bei durchschnittlich 30 min. Damit können Geogames einen ersten Ansatz zum Kennenlernen und Einüben von Bewertungskompetenz bieten, der aber dann noch vertieft werden muss.

Durch die enge Operationalisierung auf Bewerten und Entscheiden konnte nur ein kleiner Teilbereich der Bewertungskompetenz erfasst werden. Ein wichtiger Schritt vor dem Bewerten ist das Entwickeln von Handlungsoptionen (Eggert & Bögeholz 2006; Grace 2009; Grace & Byrne 2010), das im eingesetzten Messinstrument aber nicht vorgesehen ist. Im Geogame ließe es sich allerdings leicht umsetzen, indem bei den Bewertungsaufgaben die Optionen nicht vorgegeben werden. Gerade für ältere Spielende, die schon mit höheren Kompetenzen in diesem Bereich einsteigen, könnte das Geogame damit noch anspruchsvoller gemacht werden.

Die im Rahmen des Projektes entwickelte Skala von Sonja Schaal mit sechs Dilemma-Aufgaben zur Einordnung zwischen Schutz und Nutzung (s. Abb. 7.2) ist keine echte Alternative zu den Bewertungsaufgaben des Göttinger Modells. Da hier keine tiefgehende Auseinandersetzung mit verschiedenen Optionen notwendig ist, kann nicht von der Erfassung einer Kompetenz gesprochen werden. Vielmehr könnten die Werte als Einstellung zum Naturschutz interpretiert werden. Weiterhin hat das Instrument, außer bei einem einzelnen Item, dem themenspezifischen Wildkatzen-Item, keine Veränderung gezeigt. Da dies auch in den parallelen Untersuchungen von Sonja Schaal der Fall war, muss das

Instrument noch intensiver überprüft und weiterentwickelt werden, um für Untersuchungen von Interventionen in der BNE einsetzbar zu sein.

Organisatorisch bedingt konnten in diesem Untersuchungsdesign nur Kurzzeiteffekte gemessen werden. Die Befragungen der SuS mussten unmittelbar vor und direkt am Folgetag durchgeführt werden, da sonst andere Programmpunkte des Schullandheimaufenthaltes die Ergebnisse verfälscht hätten. Weiterhin war auch kein Follow-up möglich, da die meisten der beteiligten Schulklassen direkt vor den Sommerferien am Geogame teilnahmen und im folgenden Schuljahr nicht von der gleichen Zusammensetzung der Klasse ausgegangen werden konnte. Zusätzlich hätte die Herkunft der Schulklassen aus verschiedenen Bundesländern die Genehmigung einer Befragung im laufenden Unterricht sehr schwierig gemacht.

Doch auch die Kurzzeiteffekte können als gute Hinweise auf die Wirkung der Interventionen gesehen werden. Wie schon erwähnt, wurden in der Untersuchung von Gresch et al. (2013) die Werte der Bewertungskompetenz erst nach drei Monaten signifikant besser, während der Effekt unmittelbar nach der Intervention noch schwach war. Bei der Naturverbundenheit ist ebenfalls davon auszugehen, dass ein zweistündiges Geogame nur einen Anschub geben kann, um sich der Natur näher zu fühlen. Auch wenn Einzelereignisse durchaus starke Wirkung haben können, wie es Lude (2006) z.B. für Nachterlebnisse zeigt, wird es immer wieder Naturkontakte brauchen, um eine stabile Naturverbundenheit aufrechtzuerhalten.

8.4 Ausblick

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ortsbezogene Spiele mit mobilen elektronischen Endgeräten eine vielversprechende Methode für Umweltbildung und BNE sind. Durch Variation der Spielelemente kann der Komplexitätsgrad der Spiele an die entsprechende Zielgruppe angepasst werden.

Für die Verwirklichung komplexerer Lernziele für ältere Spielgruppen, wie die Förderung von Bewertungskompetenz, braucht es anspruchsvolle Bewertungsaufgaben und/oder eine stärkere Verankerung der Simulation.

Als erste Heranführung von „naturfernen“ Jugendlichen sind die aktuellen Geogames ein geeignetes Mittel. Sie können nach dem transtheoretischen Modell von Prochaska et al. (1992) eine erste Stufe der Verhaltensänderung erreichen.

In Umweltbildung und BNE kommt es auf eine Vielfalt an Methoden an, um erfolgreich zu sein, und die Geogames können dafür eine Methode sein. Mit dem Abschluss der technischen Entwicklung braucht es eine Einbettung der Spiele in einen umfangreicheren Lernprozess, bei dem die Erfahrungen aus dem Spiel aufgearbeitet und vertieft werden können.

Im Sinne einer konstruktivistischen Pädagogik wäre es ein weiterer Schritt, Geogames mit Jugendlichen nicht nur zu spielen, sondern selbst zu erstellen oder zumindest an neue Umgebungen anzupassen. Schlieder und Kollegen (2018) haben dazu einen beispielhaften Rahmen entwickelt. Die eigene Erstellung ortsbezogener Aufgaben und die Entwicklung einer Spielgeschichte bedarf einer tieferen Auseinandersetzung mit dem Spielfeld als das Lösen vorgegebener Aufgaben. Der Editor zum Projekt BioDiv2Go ermöglicht so eine Herangehensweise.

Für beides, das Einbinden von Geogames in die Bildungsarbeit und die Erstellung von Geogames mit Jugendlichen, braucht es Offenheit und neue Kompetenzen bei den Akteuren der Umweltbildung und der BNE. Das heißt nicht, dass jede Einrichtung Geogames anbieten muss, aber die Potenziale solcher Spiele sollten bekannt sein. Auf dem Weg in die digitalisierte Gesellschaft werden MEEs nur noch von der Anbieterseite als „neue Medien“ wahrgenommen. Für die jugendlichen Adressaten sind sie Werkzeuge, die schon immer zu ihrer Lebenswelt gehörten. Entsprechend ideologiefrei sollten sie genutzt werden, wie „traditionelle“ Medien auch.

9 Literaturverzeichnis

Altman, Irwin; Low, Setha M. (1992): Place attachment: a conceptual inqiry. In: Irwin Altman und Setha M. Low (Hg.): Place Attachment. Boston, MA: Springer US (Human Behavior and Environment, Advances in Theory and Research, 12), S. 1–12.

Anderson, Carrie L.; Miller, Brant G.; Eitel, Karla Bradley; Veletsianos, George; Eitel, Jan U.H.; Hougham, Robert J. (2015): Exploring Techniques for Integrating Mobile Technology into Field-Based Environmental Education. In: *Electronic Journal of Science Education* 19 (6), S. 1–19.

Barreteau, Olivier; Le Page, Christophe; Perez, Pascal (2007): Contribution of simulation and gaming to natural resource management issues. An introduction. In: *Simulation & Gaming* 38 (2), S. 185–194. DOI: 10.1177/1046878107300660.

Beer, Wolfgang (1984): (K)ein Feld für Pädagogen? In: Wolfgang Beer (Hg.): Ökopädagogik. Aufstehen gegen den Untergang der Natur. 1. Aufl. Weinheim [u.a.]: Beltz (Die blaue Reihe von b:e), S. 151–163.

Beyersdorf, Martin; Michelsen, Gerd; Siebert, Horst (1998): Umweltbildung. Theoretische Konzepte - empirische Erkenntnisse praktische Erfahrungen. Neuwied: Luchterhand.

Biosphärenreservat Rhön, Hessische Verwaltungsstelle (Hg.) (2008): Ein Rhöner ist zurückgekehrt… Gersfeld. Online verfügbar unter http://biosphaerenreservat-rhoen.de/_upl/br/_pdf/Rhoenschaf_niedrigt.pdf zuletzt geprüft am 10.02.2019.

Biosphärenreservat Rhön (Hg.) (2013): Bericht zur Überprüfung des UNESCO-Biosphärenreservats Rhön 2013. Erfurt.

Biosphärenreservat Rhön (Hg.) (2016): Wie bewerten Rhöner die Entwicklung ihrer Heimat? Endbericht. Online verfügbar unter: http://biosphaerenreservat-rhoen.de/_upl/br/_pdf/2016_ergebnisse_online_befragung_brrhoen.pdf zuletzt geprüft am 10.02.2019.

Bittner, Alexander (2003): Ausserschulische Umweltbildung in der Evaluation. Wirkungen kurzzeitpädagogischer Massnahmen auf Umwelt- und Naturschutzinteressen von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I. Hamburg: Kovač (Schriftenreihe Didaktik in Forschung und Praxis, 7).

BLK-Programm Transfer-21 (Hrsg.) (2007): Orientierungshilfe Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Sekundarstufe I. Begründungen, Kompetenzen, Lernangebote. Berlin

http://www.transfer-21.de/daten/materialien/Orientierungshilfe/Orientierungshilfe_Kompetenzen.pdf zuletzt geprüft 10.02.2019

BLK-Programm Transfer-21 (Hrsg.) (2009): Bildung für nachhaltige Entwicklung – Hintergründe, Legitimation und (neue) Kompetenzen. Berlin

BMU (Hrsg.) (1997): Umweltpolitik. Agenda 21, Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro, Dokumente, Bonn.

Bögeholz, Susanne; Hößle, Corinna; Langlet, Jürgen; Sander, Elke; Schlüter, Kirsten (2004): Bewerten – Urteilen – Entscheiden im biologischen Kontext: Modelle in der Biologiedidaktik. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 10, S. 89–115.

Bögeholz, Susanne; Böhm, Marko; Eggert, Sabina; Barkmann, Jan (2014): Education for Sustainable Development in German Science Education. Past – Present – Future. In: *Eurasia J Math Sci Tech Ed* 10 (4), S. 231–248. DOI: 10.12973/eurasia.2014.1079a.

Böhm, Marko; Eggert, Sabina; Barkmann, Jan; Bögeholz, Susanne (2017): Evaluating Sustainable Development solutions quantitatively. Competence modelling for GCE and ESD. In: *Citizenship, Social and Economics Education* 15 (3), S. 190–211. DOI: 10.1177/2047173417695274.

Bogner, Franz X. (1998): The Influence of Short-Term Outdoor Ecology Education on Long-Term Variables of Environmental Perspective. In: The Journal of Environmental Education 29 (4), S. 17–29. DOI: 10.1080/00958969809599124.

Bogner, Franz X. (2018): Environmental Values (2-MEV) and Appreciation of Nature. In: *Sustainability* 10 (2), S. 350. DOI: 10.3390/su10020350.

Bogner, Franz. X.; Wiseman, M. (2004): Outdoor Ecology Education and Pupils' Environmental Perception in Preservation and Utilization. In: *Science Education International* 15 (1), S. 27–48.

Bogner, Franz X.; Kaiser, Florian G. (2012): Umweltbewusstsein, ökologisches Verhalten und Umweltwissen: Modell einer Kompetenzstruktur für die Umweltbildung. In: Horst Bayrhuber (Hg.): Formate fachdidaktischer Forschung. Empirische Projekte - historische Analysen - theoretische Grundlegungen. Münster [u.a.]: Waxmann (Fachdidaktische Forschungen, 2), S. 163–181.

Bogner, Franz. X.; Johnson, B.; Buxner, S.; Felix, L. (2015): The 2-MEV model: Constancy of adolescent environmental values within an 8-year time frame. In: *International Journal of Science Education* 37 (12), S. 1938–1952.

Bolscho, Dietmar; Eulefeld, Günter; Seybold, Hansjörg (1980): Umwelterziehung. Neue Aufgaben für die Schule. München [etc.]: Urban & Schwarzenberg.

Bolscho, Dietmar; Seybold, Hansjörg (1996): Umweltbildung und Ökologisches Lernen. Ein Studien- und Praxisbuch. Berlin: Cornelsen.

Bolscho, Dietmar; Michelsen, Gerd (1997): Umweltbildung unter globalen Perspektiven. Initiativen, Standards, Defizite. Bielefeld: Bertelsmann.

Bond, Trevor G.; Fox, Christine M. (2015): Applying the Rasch model. Fundamental measurement in the human sciences. Third edition. New York: Routledge Taylor & Francis Group.

Brämer, Rainer (2004): Jugendreport Natur '03. Nachhaltige Entfremdung. Online verfügbar unter http://www.wanderforschung.de/files/report03lang1240491490.pdf Zuletzt geprüft am 10.02.2019

Brämer, Rainer (2006): Natur obskur. Wie Jugendliche heute Natur erfahren. München: ökom.

Bragg, Rachel; Wood, Carly; Barton, Jo; Pretty, Jules (2013): Measuring connection to nature in children aged 8 - 12: A robust methodology for the RSPB. A Short Report for RSPB. Report. University of Essex, Essex. School of Biological Sciences and Essex Sustainability Institute.

Brown, Elizabeth (2010): Introduction to location-based mobile learning. In: Elizabeth Brown (Hg.): Education in the wild. Contextual and location-based mobile learning in action. Nottingham: LSRI (STELLAR Alpine Rendez-Vous workshop series), S. 7–9.

Brügger, Adrian; Kaiser, Florian G.; Roczen, Nina (2011): One for All? In: *European Psychologist* 16 (4), S. 324–333. DOI: 10.1027/1016-9040/a000032.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (Hg.) (2018): Zukunft? Jugend fragen! Nachhaltigkeit, Politik, Engagement – eine Studie zu Einstellungen und Alltag junger Menschen.

Carlowitz, Hans Carl von; Hamberger, Joachim (2013): Sylvicultura oeconomica oder Haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht. München: Oekom.

Clayton, Susan D. (2003): Environmental identity: A conceptual and an operational definition. In: Susan D. Clayton und Susan Opotow (Hg.): Identity and the natural environment. The psychological significance of nature. Cambridge, Mass.: MIT Press, S. 45–65.

Crawford, Maxine R.; Holder, Mark D.; O'Connor, Brian P. (2016): Using Mobile Technology to Engage Children With Nature. In: *Environment and Behavior*. *DOI:* 10.1177/0013916516673870.

Crookall, David (2011): Serious Games, Debriefing, and Simulation/Gaming as a Discipline. In: *Simulation & Gaming* 41 (6), S. 898–920. DOI: 10.1177/1046878110390784.

Deci, Edward L.; Ryan, Richard M. (2003): Intrinsic Motivation Inventory. Online verfügbar unter: http://www.selfdeterminationtheory.org/questionnaires/10-questionnaires/50 zuletzt geprüft am 10.02.2019

Deutsches MAB Nationalkomitee (Hrsg.) (2004). Voller Leben. UNESCO-Biosphärenreservate – Modellregionen für eine Nachhaltige Entwicklung. Bonn.

Deutsches MAB-Nationalkomitee (Hrsg.) (1996): Biosphärenreservate: Die Sevilla-Strategie und die Internationalen Leitlinien für das Weltnetz. Bonn

Dourish, Paul (2006): Re-space-ing place. In: Pamela Hinds und David Martin (Hg.): CSCW 2006. Conference on Computer Supported Cooperative Work : conference proceedings : 20th anniversary : November 4-8, 2006, the Fairmont Banff Springs Hotel, Banff, Alberta, Canada. New York, N.Y.: Association for Computing Machinery, S. 299–308.

Drissner, Jürgen; Haase, Hans-Martin; Hille, Katrin (2010): Short-term Environmental Education –Does it work? – An evaluation of the 'Green Classroom'. In: *Journal of Biological Education* 44 (4), S. 149–155.

Drissner, Jürgen; Hille, Katrin; Debatin, Sonia; Haase, Hans-Martin (2008): Das Grüne Klassenzimmer im Botanischen Garten der Universität Ulm: eine Wirkungsanalyse. The 'Green classroom' of the Botanical Garden at the University of Ulm: an evaluation of the learning environment. In: *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung* 3 (2), S. 209–218.

Eggert, Sabina; Bögeholz, Susanne (2006): Göttinger Modell der Bewertungskompetenz – Teilkompetenz „Bewerten, Entscheiden und Reflektieren“ für Gestaltungsaufgaben Nachhaltiger Entwicklung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 12, S. 177–197.

Eggert, Sabina; Bögeholz, Susanne; Watermann, Rainer; Hasselhorn, Marcus (2010): Förderung von Bewertungskompetenz im Biologieunterricht durch zusätzliche metakognitive Strukturierungshilfen beim Kooperativen Lernen – Ein Beispiel für Veränderungsmessung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 16, S. 299–314.

Eisenack, Klaus (2013): A Climate Change Board Game for Interdisciplinary Communication and Education. In: *Simulation & Gaming* 44 (2-3), S. 328–348. DOI: 10.1177/1046878112452639.

Embretson, Susan E.; Reise, Steven Paul (2000): Item response theory for psychologists. Mahwah, N.J.: L. Erlbaum Associates (Multivariate applications book series).

Engagement Global (Hg.) (2016): Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung. Im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung: ein Beitrag zum Weltaktionsprogramm "Bildung für nachhaltige Entwicklung". 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2016. [Berlin]: Cornelsen.

Ernst, Julie; Theimer, Stefan (2011): Evaluating the effects of environmental education programming on connectedness to nature. In: *Environmental Education Research* 17 (5), S. 577–598. DOI: 10.1080/13504622.2011.565119.

Eulefeld, Günter (1981): Ökologie und Umwelterziehung. Ein didaktisches Konzept. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer (Kohlhammer Studienbücher Pädagogik).

Feierabend, Sabine; Plankenhorn, Theresa; Rathgeb, Thomas (2016): JIM-Studie 2016, Jugend, Information, (Multi-)Media. Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland.

Forkel-Schubert, Jürgen (2010): GPS in der Umweltbildung. Geocaching frisst Naturerleben. In: *ökopädNews*, 211. Online verfügbar unter: https://www.umweltbildung.de/5831.html?&fontsize=786 Zuletzt geprüft am 10.02.2019

Gebhard, Ulrich (2013): Kind und Natur. Die Bedeutung der Natur für die psychische Entwicklung. 4. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.

Gebhard, Ulrich; Holfelder, Anne-Katrin (2015): Alltagsphantasien und Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Marcus Hammann (Hg.): Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. Innsbruck: Studien-Verlag (6), 89-103.

Göpfert, Hans (1990): Naturbezogene Pädagogik. 2. Aufl. Weinheim: Dt. Studien-Verlag

Grace, Marcus (2009): Developing High Quality Decision-Making Discussions About Biological Conservation in a Normal Classroom Setting. In: *International Journal of Science Education* 31 (4), S. 551–570. DOI: 10.1080/09500690701744595.

Grace, Marcus; Byrne, Jenny (2010): Engaging pupils in decision-making about biodiversity conservation issues. In: *School Science Review* 91 (336), S. 73–80.

Gresch, Helge; Hasselhorn, Marcus; Bögeholz, Susanne (2013): Training in Decision-making Strategies: An approach to enhance students' competence to deal with socio-scientific issues. In: *International Journal of Science Education* 35 (15), S. 2587–2607. DOI: 10.1080/09500693.2011.617789.

Haan, Gerhard de (1984): Die Schwierigkeiten der Pädagogik. In: Wolfgang Beer (Hg.): Ökopädagogik. Aufstehen gegen den Untergang der Natur. 1. Aufl. Weinheim [u.a.]: Beltz (Die blaue Reihe von b:e), S. 77–91.

Haan, Gerhard de (1993): Reflexion und Kommunikation im ökologischen Kontext. In: Apel, H.: Orientierungen zur Umweltbildung. Bad Heilbrunn.

Haan, Gerhard de (2000): Vom Konstruktivismus zum Kulturalismus. In: Dietmar Bolscho und Gerhard Haan (Hg.): Konstruktivismus und Umweltbildung. Wiesbaden, S. 153–186.

Haan, Gerhard de (2008): Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Inka Bormann und Gerhard de Haan (Hg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. 1. Aufl. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss., S. 23–43.

Häusler, Richard (2004): Erfundene Umwelt. Das Konstruktivismus-Buch für Öko- und andere Pädagogen. München: Oekom.

Harrison, Steve; Dourish, Paul (1996): Re-Place-ing Space: The Roles of Place and Space in Collaborative Systems. In: CSCW (Hg.): Proceedings of the 1996 ACM conference on Computer supported cooperative work. Boston, Massachusetts, USA, November 16 - 20. New York: ACM, S. 67–76.

Hauenschild, Katrin; Bolscho, Dietmar (2009): Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule. Ein Studienbuch: Peter Lang AG.

Hauff, Volker (Hrsg.) (1987): Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung: Greven.

Hesselink, Frits; van Kempen, Peter Paul; Wals, Arjen E. J. (2000): ESDebate. International debate on education for sustainable development. Gland, Switzerland: IUCN Commission on Education and Communication.

Hößle, Corinna (2001): Moralische Urteilsfähigkeit. Eine Interventionsstudie zur moralischen Urteilsfähigkeit von Schülern zum Thema Gentechnik. Innsbruck, Wien, München, Bozen: Studien-Verlag

Hößle, Corinna (2007): Theorien zur Entwicklung und Förderung moralischer Urteilsfähigkeit. In: Dirk Krüger und Helmut Vogt (Hg.): Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. 1. Auflage. Berlin, New York: Springer, S. 197–208.

Hupe, Karsten; Simon, Olaf (2007): Die Lockstockmethode - eine nicht invasive Methode zum Nachweis der Europäischen Wildkatze (Felis silvestris silvestris). In: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hg.): Beiträge zur Situation der Wildkatze in Niedersachsen II, S. 66–69.

ICILS (2013). Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich (2014). Münster: Waxmann.

Isaacs, Steven (2015): The Difference between Gamification and Game-Based Learning. ASCD Inservice. Online verfügbar unter http://inservice.ascd.org/the-difference-between-gamification-and-game-based-learning/ zuletzt aktualisiert am 15.01.2015, zuletzt geprüft am 10.02.2019.

Iten, Nina; Petko, Dominik (2016): Learning with serious games. Is fun playing the game a predictor of learning success? In: *Br J Educ Technol* 47 (1), S. 151–163. DOI: 10.1111/bjet.12226.

Kaiser, Florian G.; Byrka, Katarzyna; Hartig, Terry (2010): Reviving Campbell's paradigm for attitude research. In: *Personality and social psychology review : an official journal of the Society for Personality and Social Psychology, Inc* 14 (4), S. 351–367. DOI: 10.1177/1088868310366452.

Kaiser, Florian G.; Roczen, Nina; Bogner, Franz X. (2008): Competence Formation in Environmental Education: Advancing Ecology-Specific Rather Than General Abilities. In: *Umweltpsychologie* 12 (2), S. 56–70.

Kaiser, Florian G.; Arnold, Oliver; Otto, Siegmar (2014): Attitudes and defaults save lives and protect the environment jointly and compensatorily: understanding the behavioral efficacy of nudges and other structural interventions. In: *Behavioral sciences (Basel, Switzerland)* 4 (3), S. 202–212. DOI: 10.3390/bs4030202.

Kamarainen, Amy M.; Metcalf, Shari; Grotzer, Tina; Browne, Allison; Mazzuca, Diana; Tutwiler, M. Shane; Dede, Chris (2013): EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. In: *Computers & Education* 68, S. 545–556. DOI: 10.1016/j.compedu.2013.02.018.

Kaplan, Rachel; Kaplan, Stephen (1989): The experience of nature. A psychological perspective. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

Katsaliaki, Korina; Mustafee, Navonil (2016): Edutainment for Sustainable Development. A Survey of Games in the Field. In: Simulation & Gaming 46 (6), S. 647–672. DOI: 10.1177/1046878114552166

Kibbe, Alexandra; Bogner, Franz X.; Kaiser, Florian G. (2014): Exploitative vs. appreciative use of nature – Two interpretations of utilization and their relevance for environmental education. In: *Studies in Educational Evaluation* 41, S. 106–112. DOI: 10.1016/j.stueduc.2013.11.007.

Kossack, Alida; Bogner, Franz X. (2012): How does a one-day environmental education programme support individual connectedness with nature? In: *Journal of Biological Education* 46 (3), S. 180–187. DOI: 10.1080/00219266.2011.634016.

Kowasch, Matthias (2017): SchülerInnen als hybride KonsumentInnen und die Frage der Indoktrination im Rahmen von BNE. In: Universität Klagenfurt (Hg.): 3. Symposium „Konsum neu denken“. Konsum im Wandel – Das transformative Potenzial von Konsum, 21.-22.09.2017, S. 1–6.

Kruse-Graumann, Lenelis (2007): Bildung für nachhaltige Entwicklung in deutschen Biosphärenreservaten. In: UNESCO heute, S 23-27. Online unter: https://www.unesco.de/sites/default/files/2018-06/unesco-heute-2-07.pdf zuletzt geprüft am 10.02.2019

Kyburz-Graber, Regula (2013): Socioecological Approaches to Environmental Education and Research. A Paradigmatic Response to Behavioral Change Orientations. In: Robert Stevenson (Hg.): International handbook of research on environmental education. New York: Routledge, S. 23–32.

Lai, C.-H.; Yang, J.-C.; Chen, F.-C.; Ho, C.-W.; Chan, T.-W. (2007): Affordances of mobile technologies for experiential learning: the interplay of technology and pedagogical practices. In: *Journal of Computer Assisted Learning* 23 (4), S. 326–337. DOI: 10.1111/j.1365-2729.2007.00237.x.

Landkreis Fulda, Hessische Verwaltungsstelle des Biosphärenreservates Rhön (Hg.): Rhöner Apfelvisionen. Die Erfolgsgeschichte der Rhöner Apfelinitiative. Online verfügbar unter http://biosphaerenreservat-rhoen.de/_upl/br/_pdf/rhoener_apfelinitiative.pdf, zuletzt geprüft am 10.02.2019.

Lee, Joey J.; Ceyhan, Pinar; Jordan-Cooley, William; Sung, Woonhee (2013): GREENIFY. A Real-World Action Game for Climate Change Education. In: *Simulation & Gaming* 44 (2-3), S. 349–365. DOI: 10.1177/1046878112470539.

Lee, Yeung Chung; Grace, Marcus (2010): Students' reasoning processes in making decisions about an authentic, local socio-scientific issue. Bat conservation. In: *Journal of Biological Education* 44 (4), S. 156–165. DOI: 10.1080/00219266.2010.9656216.

Lee, Yeung Chung; Grace, Marcus (2012): Students' reasoning and decision making about a socioscientific issue. A cross-context comparison. In: *Sci. Ed.* 96 (5), S. 787–807. DOI: 10.1002/sce.21021.

Li, Ming-Chaun; Tsai, Chin-Chung (2013): Game-Based Learning in Science Education: A Review of Relevant Research. In: *J Sci Educ Technol* 22 (6), S. 877–898. DOI: 10.1007/s10956-013-9436-x.

Lieberoth, Andreas (2015): Shallow Gamification. Testing Psychological Effects of Framing an Activity as a Game. In: *Games and Culture* 10 (3), S. 229–248. DOI: 10.1177/1555412014559978.

Liefländer, Anne K.; Fröhlich, Gabriele; Bogner, Franz X.; Schultz, P. Wesley (2013): Promoting connectedness with nature through environmental education. In: *Environmental Education Research* 19 (3), S. 370–384. DOI: 10.1080/13504622.2012.697545.

Lude, Armin (2006): Natur erfahren und für die Umwelt handeln – zur Wirkung von Umweltbildung. In: Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz (Hg.): Stand und Entwicklung der Gewässerpädagogik: Institut für Landespflege der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (19), S. 18–33.

Lude, Armin (2013): Zwischen Orientierungsplan und Bildungsstandards: Wie kommt Nachhaltigkeit in Kindergarten und Unterricht? In: Hutter, C.-P. & Blessing, K. (Hrsg.): Umweltbildung. Basis für ökologische-ökonomische Zukunftssicherung. 7. Umweltbildungskongress der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, S. 140-153.

Lude, Armin; Schaal, Steffen; Bullinger, Marcel; Bleck, Sebastian (2013): Mobiles, ortsbezogenes Lernen in der Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung. Der erfolgreiche Einsatz von Smartphone und Co. in Bildungsangeboten in der Natur. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.

Marklund, Bjorn Berg; Backlund, Per; Engstrom, Henrik (2014): The Practicalities of Educational Games: Challenges of Taking Games into Formal Educational Settings. In: Vanessa Camilleri, Alexiei Dingli und Matthew Montebello (Hg.): VS-GAMES 2014. 2014 6th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications. Valletta, Malta, 9/9/2014 - 12/9/2014. Piscataway, NJ: IEEE, S. 1–8.

Matell, Michael S.; Jacoby, Jacob (1971): Is There an Optimal Number of Alternatives for Likert Scale Items? Study I: Reliability and Validity. In: *Educational and Psychological Measurement* 31 (3), S. 657–674. DOI: 10.1177/001316447103100307.

Mayer, F. Stephan.; Frantz, C. McPherson (2004): The connectedness to nature scale: A measure of individuals' feeling in community with nature. In: *Journal of Environmental Psychology* 24, S. 503–515.

Mölich, Thomas; Klaus, Siegfried (2003): Die Wildkatze (Felis silvestris) in Thüringen. In: *Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen* 40 (4).

Mölich, Thomas (2015): Die Wildkatze Felis Silvestris Schreber 1775 - Jäger auf leisen Sohlen. In: *Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen* 52 (4), S. 163–168.

Morin, Olivier; Simonneaux, Laurence; Simonneaux, Jean; Tytler, Russell (2013): Digital technology to support students' socioscientific reasoning about environmental issues. In: *Journal of Biological Education* 47 (3), S. 157–165. DOI: 10.1080/00219266.2013.821748.

Nisbet, Elizabeth K.; Zelenski, John M.; Murphy, Steven A. (2009): The Nature Relatedness Scale: Linking Individuals' Connection With Nature to Environmental Concern and Behavior. In: *Environment and Behavior* 41 (5), S. 715–740. DOI: 10.1177/0013916508318748.

OECD (2005): Definition und Auswahl von Schlüsselkompetenzen - Zusammenfassung. Hg. v. OECD. Online verfügbar unter http://www.oecd.org/pisa/35693281.pdf, zuletzt geprüft am 10.02.2019.

Ott, Erich (2007): Die Umsetzung der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung (2005-2014)“ in deutschen UNESCO-Biosphärenreservaten. In: Ott, Erich (Hrsg.): Beiträge Region und Nachhaltigkeit: Zu Forschung und Entwicklung im UNESCO Biosphärenreservat Rhön.

Otto, Sarah P.; Day, Troy (2007): A Biologist's Guide to Mathematical Modeling in Ecology and Evolution. Princeton: Princeton University Press.

Paliokas, Ioannis; Sylaiou, Stella (2016): The Use of Serious Games in Museum Visits and Exhibitions: A Systematic Mapping Study. In: 2016 8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games). VS-Games 2016. Barcelona, Spain, 7/9/2016 - 9/9/2016. Piscataway, NJ: IEEE, S. 1–8.

Payne, Phillip (2006): The technics of environmental education. In: *Environmental Education Research* 12 (3-4), S. 487–502. DOI: 10.1080/13504620600943103.

Pivec, Maja; Kronberger, Anika (2016): Virtual Museum: Playful Visitor Experience in the Real and Virtual World. In: 2016 8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games). VS-Games 2016. Barcelona, Spain, 7/9/2016 - 9/9/2016. Piscataway, NJ: IEEE, S. 1–4.

Prochaska, James O.; Diclemente, Carlo C.; Norcross, John c. (1992): In Search of How People Change. In: *American Psychologist* 47 (9), S. 1102–1114.

Puentedura, Ruben R. (2006): Transformation, Technology, and Education. Online verfügbar unter http://hippasus.com/resources/tte/, zuletzt geprüft am 10.02.2019.

Ratcliffe, Mary (1997): Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. In: *International Journal of Science Education* 19 (2), S. 167–182. DOI: 10.1080/0950069970190203.

Regierung von Unterfranken, Bayerische Verwaltungsstelle; Landkreis Fulda, Hessische Verwaltungsstelle; Thüringer Verwaltungsstelle (Hg.) (2017): Neues Rahmenkonzept UNESCO-Biosphärenreservat Rhön. Band I – Wo stehen wir? Status Quo der nachhaltigen Entwicklung. Biosphärenreservat Rhön. Online verfügbar unter https://biosphaerenreservat-rhoen.de/_upl/br/_pdf/2018_rahmenkonzept_band_i.pdf zuletzt geprüft am 10.02.2019

Reichholf, Josef H. (2007): Stadtnatur. Eine neue Heimat für Tiere und Pflanzen; der Stadt München zum 850. Geburtstag gewidmet. München: Oekom-Verlag

Rieß, Werner (2013): Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) und Förderung des systemischen Denkens. In: *ANLiegen Natur* 35 (1), S. 55–64.

Roczen, Nina; Kaiser, Florian G.; Bogner, Franz X.; Wilson, Mark (2014): A Competence Model for Environmental Education. In: *Environment and Behavior* 46 (8), S. 972–992. DOI: 10.1177/0013916513492416.

Rosa, Lisa (2013): Partizipatives und schülerorientiertes Lernen mit Web 2.0. In: *Lernende Schule* (64), S. 29–33.

Rost, Jürgen (2002): Umweltbildung - Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Was macht den Unterschied? In: *ZEP - Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik* 25 (1), S. 7–12.

Rost, Jürgen (2008): Zur Messung von Kompetenzen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Inka Bormann und Gerhard de Haan (Hg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. 1. Aufl. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss., S. 61–73.

Rost, Jürgen; Lauströer, Andrea; Raack, N. (2003): Kompetenzmodelle einer Bildung für Nachhaltigkeit. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule* 52 (8), S. 10–15.

Ruchter, Markus; Klar, Bernhard; Geiger, Werner (2010): Comparing the effects of mobile computers and traditional approaches in environmental education. In: Computers & Education 54 (4), S. 1054–1067. DOI: 10.1016/j.compedu.2009.10.010.

Sadler, Troy D. (2004): Informal reasoning regarding socioscientific issues. A critical review of research. In: *J. Res. Sci. Teach.* 41 (5), S. 513–536. DOI: 10.1002/tea.20009.

Schaal, Sonja (2016): Die Wertschätzung lokaler Biodiversität mit Geogames fördern – die Bedeutung von spielbezogenem Enjoyment im Spiel „FindeVielfalt Simulation“. Dissertation. Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, Ludwigsburg.

Schaal, Sonja; Schaal, Steffen; Lude, Armin (2015): Digital Geogames to foster local biodiversity. In: *International Journal for Transformative Research* 3 (1), S. 16–29. DOI: 10.1515/ijtr-2015-0009.

Schaal, Sonja; Schaal, Steffen; Lude, Armin (2017): BioDiv2Go – does the location-based geogame „FindeVielfalt Simulation“ increase the valuing of local biodiversity among adolescent players? *In: Gericke, N., & Grace, M. (Eds.) Challenges in Biology Education Research - Proceedings of the 11th Conference of European Researchers in Didactics of Biology*. University Printing Office, Karlstad, 315-332.

Schaal, Steffen; Grübmeyer, Sonja; Matt, Monica (2012): Outdoors and Online – inquiry with mobile devices in pre-service science teacher education. In: *World Journal on Educational Technology* 4 (2), S. 113–125.

Schaal, Steffen; Lude, Armin (2015): Using Mobile Devices in Environmental Education and Education for Sustainable Development—Comparing Theory and Practice in a Nation Wide Survey. In: *Sustainability* 7 (8), S. 10153–10170. DOI: 10.3390/su70810153.

Schade, Ulrike (2013): Aktionsplan Wildkatze Rhön. Konfliktlösung zwischen Naturschutz und Landnutzung im Biosphärenreservat Rhön. Unter Mitarbeit von Melanie Wenzel und Daniel Appel. Hg. v. Rhön Natur e.V. Oberelsbach. Online verfügbar unter http://www.rhoennatur.de/wp-content/uploads/01-Aktionsplan-Wildkatze-WEB_4MB.pdf, zuletzt geprüft am 31.01.2018.

Schlieder, Christoph (2014): Geogames – Gestaltungsaufgaben und geoinformatische Lösungsansätze. In: *Informatik Spektrum* 37 (6), S. 567–574. DOI: 10.1007/s00287-014-0826-0.

Schlieder, Christoph; Wullinger, Peter (2016): Reducing Locomotion Overhead in Educational Geogames. In: G. Gartner und H. Huang (Hg.): LBS-16, Proc. Int. Conf. on Location Based Services, S. 228–232.

Schlieder, Christoph; Kremer, Dominik; Heinz, Thomas (2018): Teaching Geogame Design. Game Relocation as a Spatial Analysis Task. In: Ola Ahlqvist und Christoph Schlieder (Hg.): Geogames and geoplay. Game-based approaches to the analysis of geo-information. Cham: Springer (Advances in geographic information science), S. 111–130.

Schneider, Joachim; Schaal, Steffen; Schlieder, Christoph (2017): Geogames in education for sustainable development: Transferring a simulation game in outdoor settings. In: 2017 9th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games). Athens, Greece, 6/9/2017 - 8/9/2017: IEEE, S. 79–86.

Schneider, Joachim; Schaal, Steffen (2018): Location-based smartphone games in the context of environmental education and education for sustainable development. Fostering connectedness to nature with Geogames. In: *Environmental Education Research* 24(11), S. 1597–1610. DOI: 10.1080/13504622.2017.1383360.

Schultz, P. Wesley (2002): Inclusion With Nature: The Psychology of Human-Nature Relations. In: Peter Schmuck und P. Wesley Schultz (Hg.): Psychology of sustainable development. Boston: Kluwer Academic, S. 61–78.

Schultz, P. Wesley; Shriver, C.; Tabanico, Jennifer; Khazian, A. M. (2004): Implicit connections with nature. In: *Journal of Environmental Psychology* 24, S. 31–42.

Schultz, P. Wesley; Tabanico, Jennifer (2007): Self, Identity, and the Natural Environment: Exploring Implicit Connections With Nature. In: *J Appl Social Pyschol* 37 (6), S. 1219–1247. DOI: 10.1111/j.1559-1816.2007.00210.x.

Schulze, Jule; Martin, Romina; Finger, Alexander; Henzen, Christin; Lindner, Martin; Pietzsch, Katrin et al. (2015): Design, implementation and test of a serious online game for exploring complex relationships of sustainable land management and human well-being. In: Environmental Modelling & Software 65, S. 58–66. DOI: 10.1016/j.envsoft.2014.11.029.

Sekar, Ashok; Williams, Eric; Chen, Roger (2018): Changes in Time Use and Their Effect on Energy Consumption in the United States. In: *Joule. DOI:* 10.1016/j.joule.2018.01.003.

Sellmann, Daniela; Bogner, Franz X. (2013): Effects of a 1-day environmental education intervention on environmental attitudes and connectedness with nature. In: *European Journal of Psychology of Education* 28 (3), S. 1077–1086. DOI: 10.1007/s10212-012-0155-0.

Shultis, John (2001): Consuming Nature: The Uneasy Relationship Between Technology, Outdoor Recreation and Protected Areas . In: The George Wright Forum 18 (1), S. 56–66.

Silpasuwanchai, Chaklam; Ma, Xiaojuan; Shigemasu, Hiroaki; Ren, Xiangshi (2016): Developing a Comprehensive Engagement Framework of Gamification for Reflective Learning. In: Marcus Foth, Wendy Ju, Ronald Schroeter und Stephen Viller (Hg.): DIS

2016 companion. Proceedings of the 2016 ACM Conference on Designing Interactive Systems: June 4-8, 2016, Brisbane, Australia. New York: The Association for Computing Machinery, S. 459–472.

Squire, Kurt D.; Mingfong, Jan (2007): Mad City Mystery. Developing Scientific Argumentation Skills with a Place-based Augmented Reality Game on Handheld Computers. In: *J Sci Educ Technol* 16 (1), S. 5–29. DOI: 10.1007/s10956-006-9037-z.

Stalder, Felix (2017): Kultur der Digitalität. 2. Auflage. Berlin: Suhrkamp (edition suhrkamp, 2679).

Steffen, Benjamin; Hößle, Corinna (2015): Diagnose von Bewertungskompetenz durch Biologielehrkräfte – Negieren eigener Fähigkeiten oder Bewältigen einer Herausforderung? In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 21 (1), S. 155–172. DOI: 10.1007/s40573-015-0032-x.

Stengel, Oliver; van Looy, Alexander; Wallaschkowski, Stephan (Hg.) (2017): Digitalzeitalter - Digitalgesellschaft. Das Ende des Industriezeitalters und der Beginn einer neuen Epoche. 1. Auflage 2017. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (SpringerLink : Bücher).

Stengel, Oliver (2017): Die Ökologische Frage im Digitalzeitalter: Zukunft der Natur. In: Oliver Stengel, Alexander van Looy und Stephan Wallaschkowski (Hg.): Digitalzeitalter - Digitalgesellschaft. Das Ende des Industriezeitalters und der Beginn einer neuen Epoche. 1. Auflage 2017. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (SpringerLink : Bücher), S. 193–222.

Tamborini, Ron; Bowman, Nicholas David; Eden, Allison; Grizzard, Matthew; Organ, Ashley (2010): Defining Media Enjoyment as the Satisfaction of Intrinsic Needs. In: *Journal of Communication* 60 (4), S. 758–777. DOI: 10.1111/j.1460-2466.2010.01513.x.

Tanner, Thomas (1980): Significant Life Experiences: A New Research Area in Environmental Education. In: *Journal of Environmental Education* 11 (4), S. 20–24.

Truong, Minh-Xuan; Prévot, Anne-Caroline; Clayton, Susan (2018): Gamers Like It Green. The Significance of Vegetation in Online Gaming. In: Ecopsychology 10 (1), S. 1–13. DOI: 10.1089/eco.2017.0037.

UN (2015): Rio+20 Ergebnisdokument “The future we want” (A/RES/66/288)

UNESCO (1978): Intergovernmental Conference on Environmental Education. Final Report of the Tbilisi Conference. Paris

Uzunboylu, Huseyin; Cavus, Nadire; Ercag, Erinc (2009): Using mobile learning to increase environmental awareness. In: *Computers & Education* 52 (2), S. 381–389. DOI: 10.1016/j.compedu.2008.09.008.

van Broeckhoven, Frederik; Vlieghe, Joachim; Troyer, Olga de (2015): Mapping between Pedagogical Design Strategies and Serious Game Narratives. In: VS-GAMES 2015. 7th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications : 16-18 September 2015, Skövde, Sweden. Piscataway, NJ: IEEE, S. 1–8.

Vare, Paul; Scott, William (2007): Learning for a Change: Exploring the Relationship between Education and Sustainable Development. In: *Journal of Education for Sustainable Development* 1 (2), S. 191–198.

Vester, Frederic (2011): Ecopolicy – Das kybernetische Strategiespiel", malik management

Wallaschkowski, Stephan; Niehuis, Elena (2017): Digitaler Konsum. In: Oliver Stengel, Alexander van Looy und Stephan Wallaschkowski (Hg.): Digitalzeitalter - Digitalgesellschaft. Das Ende des Industriezeitalters und der Beginn einer neuen Epoche. 1. Auflage 2017. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (SpringerLink : Bücher), S. 109–141.

WBGU (2011): Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin

Weinert, Franz E. (Hrsg) (2001): Leistungsmessungen in Schulen, Weinheim und Basel.

Wilde, Matthias; Bätz, Katrin; Kovaleva, Anastassiya; Urhahne, Detlef (2009): Überprüfung einer Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM). In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 15, S. 31–45.

Wilson, Mark (2005). *Construction Measures: An Item Response Modeling Approach*. Mahwah, New Jersey, London. Lawrence Erlbaum Associates.

Wiseman, Michael; Bogner, Franz X. (2003): A higher-order model of ecological values and its relationship to personality. In: *Personality and Individual Differences* 34 (5), S. 783–794. DOI: 10.1016/S0191-8869(02)00071-5.

Wong, Lung-Hsiang; Looi, Chee-Kit (2011): What seams do we remove in mobile-assisted seamless learning? A critical review of the literature. In: *Computers & Education* 57 (4), S. 2364–2381. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.06.007.

Wright, Ben D., Linacre, John M. (1994): Reasonable mean-square fit values. *Rasch Measurement Transactions,* 8(3): 370.

Zinn, Sascha (2013): Bildungsziel Nachhaltigkeit!? Eine interdisziplinäre Reflexion. Frankfurt am Main [u.a.]: Lang (Moderne - Kulturen - Relationen, 16).

10 Anhang

10.1 Endversion des Fragebogens Prä-Test Gruppe 1

Pädagogische Hochschule Ludwigsburg
Fakultät II, Institut für Naturwissenschaften und Technik, Abteilung Biologie

Finde Vielfalt

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

mit dem Spiel *Finde Vielfalt Simulation* nimmst Du an einem Forschungsprojekt der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg, der Universität Bamberg und der Umweltbildungsstätte Oberelsbach teil.
Bei diesem Projekt wird erforscht, welche Wirkung und welchen Erfolg die von uns entwickelten Geogames (Smartphonespiele) zum Thema *biologische Vielfalt* haben.
Wir wollen auch in Zukunft interessante Spiele zu biologischen Themen entwickeln, die Jugendlichen Spaß machen und mit denen man spannende Dinge in der Natur entdecken kann. Du kannst uns dabei helfen!

Und so wird's gemacht:

Manche Fragen enthalten Aussagen, denen du mehr oder weniger zustimmen kannst. Markiere den Kreis, der deiner Meinung am besten entspricht. Bei den beiden Textaufgaben bitten wir dich, so ausführlich wie möglich zu antworten.

Beispiel:

Wenn du einer Aussage völlig zustimmen kannst, dann malst du den entsprechenden Kreis aus (z. B. stimmt absolut). Wenn du einer Aussage überhaupt nicht zustimmst, dann malst du diesen Kreis aus (z. B stimmt überhaupt nicht). Die anderen Kreise dazwischen nimmst du, wenn du der Aussage nur teilweise zustimmen kannst. Verwende bitte einen weichen Bleistift! Achte auch darauf, dass du jede Frage beantwortest und nur einen Kreis pro Frage ausmalst. Wir können deinen Fragebogen sonst nicht auswerten!

Ich fülle gerne Fragebögen aus

1.

- ● stimmt absolut
- ○ stimmt
- ○ mal so, mal so
- ○ stimmt eher nicht
- ○ stimmt absolut nicht

Immer nur einen Kreis ausmalen: ●

Zum Datenschutz:

Nachdem du den Fragebogen ausgefüllt hast, wird er direkt an die Pädagogische Hochschule Ludwigsburg gebracht. Dort bekommt er eine fünfstellige Nummer und die Daten werden nur mit dieser fünfstelligen Nummer in den PC eingegeben. Die Fragebögen werden an niemanden weitergegeben! Nach einiger Zeit werden sie vernichtet.

Trage hier bitte deine Schule ein (Schulname und Ort)										
Trage hier bitte deine Klasse ein ☞					**Trage hier bitte das heutige Datum ein** ☞					
Geschlecht ☞	männlich ○						○ weiblich			
Bitte trage hier dein **Alter** ein ☞	10 ○	11 ○	12 ○	13 ○	14 ○	15 ○	16 ○	17 ○	18 ○	19 ○
Welche Sprachen werden bei dir zu Hause im Alltag gesprochen?					○ nur deutsch ○ auch andere Sprachen, nämlich...					
Trage hier bitte nur den **Anfangsbuchstaben deines Vornamens** ein (z.B. **K**im = **K)** ☞					Trage hier bitte nur den **Anfangsbuchstaben des Vornamens deiner Mutter** ein (z.B. **T**anja = **T)** ☞					
Trage hier bitte **deinen Geburtstag** ein (z.B. **12. ~~Dezember 1998~~= 12)** ☞										
Trage hier bitte den Namen deiner Spielergruppe ein										
○Ameisen ○Bienen ○Hummeln ○Buchfinken ○Fledermäuse					○Siebenschläfer ○Singdrosseln ○Buntspechte ○Hornissen					

Und jetzt kann's losgehen!!

Allgemeines zu Büchern und Smartphones

1. **Wie viele Bücher gibt es bei Dir zu Hause?** a_bue

○	○	○	○	○
keine oder nur sehr wenige	genug Bücher, um ein Regalbrett zu füllen	genug Bücher, um ein Regal zu füllen	genug Bücher, um zwei Regale zu füllen	über 200 Bücher

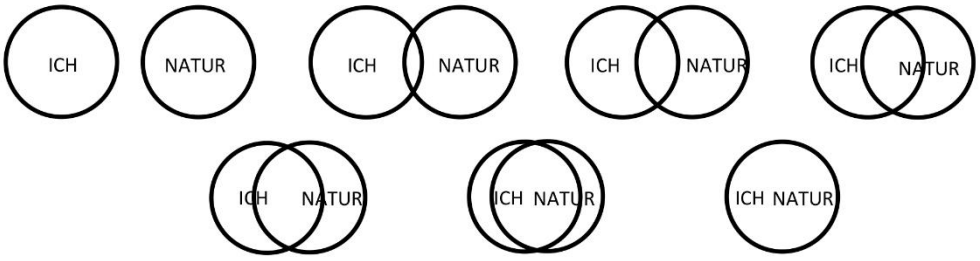
2. **Besitzt du ein eigenes Smartphone?** a_smb

Ja	Nein
○	○

3. **Wie oft spielst du Spiele auf dem Smartphone?** a_sms

So oft wie möglich	Mehrmals am Tag	Einmal am Tag	Ab und zu	Selten	Nie
○	○	○	○	○	○

Bitte markiere von diesen Bildern das, das am besten Deine Beziehung zur Umwelt beschreibt.
Wie verbunden bist Du mit der Natur?



3

Deine Verbundenheit zur Natur a_dcn

Bitte gib an, wie häufig du diese Handlungen ausführst. Fülle „kann ich nicht beantworten“ aus, wenn eine Frage auf deine momentane Lebenssituation nicht zutrifft.

		Nie	Selten	Gele-gentlich	Oft	Sehr oft	Kann ich nicht beantworten
1	Ich wandere oder jogge in der Natur. a_dcn4	○	○	○	○	○	○
2	Ich nehme mir bewusst Zeit, die Sterne zu beobachten. a_dcn7	○	○	○	○	○	○
3	Ich gehe in einen Park. a_dcn8	○	○	○	○	○	○
4	Ich spreche mit Tieren. a_dcn9	○	○	○	○	○	○
5	Auch wenn es sehr kalt ist oder wenn es regnet, unternehme ich Spaziergänge in der freien Natur. _dcn10	○	○	○	○	○	○
6	Ich verspüre ein Bedürfnis, draußen in der Natur zu sein. a_dcn11	○	○	○	○	○	○
7	Ich nehme mir Zeit, um bewusst an Blumen zu riechen. a_dcn12	○	○	○	○	○	○
8	Ich ahme das Verhalten von Tieren nach, z.B. den Gang eines Geiers. a_dcn13	○	○	○	○	○	○
9	Ich sammle Pilze oder Beeren. a_dcn14	○	○	○	○	○	○
10	Ich gehe barfuß über nasse Wiesen. a_dcn16	○	○	○	○	○	○
11	Ich helfe Schnecken über die Straße. a_dcn17	○	○	○	○	○	○

Bei den folgenden Handlungen ist nicht die Häufigkeit gefragt. Gib bitte an, was eher für dich zutrifft. Fülle „kann ich nicht beantworten“ aus, wenn eine Frage auf deine momentane Lebenssituation nicht zutrifft.

		Ja	Nein	Kann ich nicht beantworten
1	Insekten, z.B. Fliegen, versuche ich zu fangen und nach draußen zu setzen, statt sie zu töten. a_dcnl1	○	○	○
2	Ich besitze eine CD / mp3 mit Naturgeräuschen. a_dcnl3	○	○	○
3	Ich besitze und versorge Pflanzen. a_dcnl4	○	○	○
4	Überfahrene Igel machen mich traurig. a_dcnl7	○	○	○
5	Ein kahlgeschlagener Wald macht mich traurig. a_dcnl8	○	○	○
6	Wenn mir eine Pflanze eingeht, mache ich mir Vorwürfe. a_dcnl9	○	○	○

Im Folgenden wirst du gefragt, ob du bestimmten Aussagen zustimmst oder sie ablehnst.

		Stimme zu	Lehne ab	Kann ich nicht beantworten
1	Einem Baum in die Rinde zu ritzen, fühlt sich an, wie sich selber zu schneiden. a_dcz2	○	○	○
2	Ich verbringe lieber Zeit mit Freunden als allein in der Natur. a_dcz6	○	○	○
3	Ich arbeite gern im Garten. a_dcz7	○	○	○
4	Ich spaziere lieber im Wald als in der Stadt. a_dcz8	○	○	○
5	Ein Waldspaziergang lässt mich meine Alltagssorgen vergessen. a_dcz9	○	○	○
6	Ich treibe Sport lieber draußen als drinnen. a_dcz10	○	○	○

Wie kann man der Wildkatze im Straßenverkehr helfen?

Die Wildkatze wird in unseren Wäldern wieder heimisch, ist aber immer noch sehr bedroht und muss geschützt werden. Eine der größten Gefahren für Wildkatzen ist der Straßenverkehr. Auf ihren Streifzügen werden sie beim Überqueren von Landstraßen oder Autobahnen oft überfahren. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, das zu verhindern.

Stell Dir vor, Du bist Bürgermeister/in in einer Gemeinde mit eigenem Wald, in dem auch Wildkatzen leben. An diesem Wald führt eine Landstraße vorbei, die Deinen Ort mit dem Nachbarort verbindet.

1. **Straße sperren**	Die Straße zum Nachbarort wird für den Autoverkehr gesperrt.
2. **Tempolimit 60 km/h**	Auf der Straße wird ein Tempolimit von 60 km/h eingeführt, damit der Bremsweg der Autos kürzer wird.
3. **Untertunnelung der Straße**	Es wird ein Wildtiertunnel unter der Straße hindurch gegraben. Zäune am Straßenrand sorgen dafür, dass die Wildkatzen nur durch den Tunnel auf die andere Seite können.
4. **Warnschild „Wildwechsel“**	Es wird ein Warnschild „Wildwechsel“ aufgestellt, damit die Autofahrer aufmerksamer sind.

Die Maßnahmen sind unterschiedlich effektiv und aufwändig. Auch die Auswirkungen auf die Menschen sind sehr unterschiedlich:

Maßnahme / **Kriterien**	**1 Straße sperren**	**2 Tempolimit**	**3 Tunnel**	**4 Warnschild**
Wirksamkeit der Maßnahme, Schutz der Wildkatze	hoch	mittel	hoch	gering
Kosten für die Gemeinde	niedrig	niedrig	sehr hoch	niedrig
Auswirkungen auf den Menschen	sehr stark, da große Umwege gemacht werden müssen	gering	keine	gering

Wie kann man der Wildkatze im Straßenverkehr helfen?

Wäge die Informationen aus der Tabelle schriftlich gegeneinander ab und erkläre genau, wie Du zu Deiner Entscheidung gekommen bist!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b) Deine Entscheidung:

.....

7

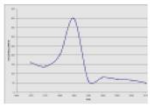
Wie kann man den Dorschbestand in der Ostsee sichern?!

Der Dorsch ist ein beliebter Speisefisch. Der Bestand des Dorsches ist in der Ostsee aufgrund jahrelanger Überfischung und dem Fang vieler Jungfische stark gefährdet. Wenn nichts unternommen wird, könnte es in Zukunft kaum noch Dorsche in der Ostsee geben. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, etwas zur Erhaltung des Dorschbestandes zu tun:

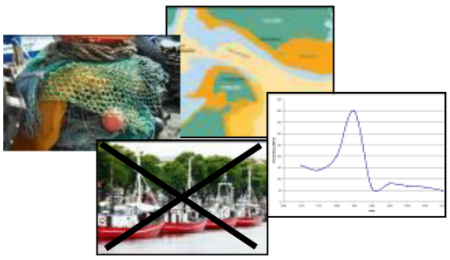
1. **Vergrößerte Maschenöffnungen** — Maschenöffnungen der Fischernetze werden vergrößert, so dass kleine Jungdorsche hindurch schwimmen können. Für den Verkauf geeignete Dorsche bleiben im Netz zurück.
2. **Einstellung des Dorschfangs für 3 Jahre** — Die nächsten 3 Jahre werden keine Dorsche gefangen.
3. **Schutzzeiten und Schutzzonen** — Es werden Fangverbote zur Zeit der Eiablage und in bestimmten Gebieten, wo die Dorsche ihre Eier ablegen, eingerichtet.
4. **Fangmenge an Dorschbestand angepasst** — Die jährlich erlaubte Fangmenge an Dorsch wird an die Anzahl der vorhandenen Dorsche in der Ostsee angepasst. In guten Jahren kann viel Dorsch gefangen werden, in schlechten Jahren nur wenig.

Stellen Sie sich vor, Sie müssten sich persönlich für eine der vier Möglichkeiten entscheiden.

Ihnen stehen die folgenden Informationen zur Verfügung:

Maßnahme / **Kriterien**	**1 Vergrößerte Maschen-öffnungen**	**2 Einstellung des Dorschfangs für 3 Jahre**	**3 Schutzzeiten und Schutzzonen**	**4 Fangmenge an Dorschbestand angepasst**
				
Ladenangebot an Dorsch direkt nach Umsetzung der Maßnahme	hoch	kein Angebot für 3 Jahre	gering	schwankend
Ladenangebot an Dorsch in 3 Jahren	ausreichend	ausreichend	ausreichend	schwankend
Bedrohung des Dorschbestandes	Überfischung möglich	Dorschbestand kann sich vollständig erholen	Überfischung nicht möglich	Überfischung nicht möglich
Arbeitsplätze in der Fischerei	zunächst gesichert, unsicher bei Überfischung	bedroht	zunächst gesichert, unsicher in Abhängigkeit von der Dauer der Schutzzeit	unsicher, schwankt mit Dorschbestand

Wie kann man den Dorschbestand in der Ostsee sichern?



1a) Wäge die Informationen aus der Tabelle schriftlich gegeneinander ab und erkläre genau, wie Du zu Deiner Entscheidung gekommen bist!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b) Deine Entscheidung:

.....

10

10.2 Endversion des Fragebogens Post-Test Gruppe 1

Pädagogische Hochschule Ludwigsburg
Fakultät II, Institut für Naturwissenschaften und Technik, Abteilung Biologie

Finde Vielfalt

Teil 2 (nach dem Spiel)

Liebe Schülerin, lieber Schüler,
nun hast Du das Spiel *Finde Vielfalt Simulation* gespielt. Wir hoffen, es hat dir Spaß gemacht.
Um die Wirkung unseres Spiels zu testen, erhältst du nun einen zweiten Fragebogen. Einige der Fragen kennst du bereits. Beantworte sie wieder nach bestem Wissen und Gewissen.

Z u m D a t e n s c h u t z:

Nachdem du den Fragebogen ausgefüllt hast, wird er direkt an die Pädagogische Hochschule Ludwigsburg gebracht. Dort bekommt er eine vierstellige Nummer und die Daten werden nur mit dieser vierstelligen Nummer in den PC eingegeben. Die Fragebögen werden an niemanden weitergegeben! Nach einiger Zeit werden sie vernichtet.

Trage hier bitte deine Schule ein (Schulname und Ort)									
Trage hier bitte deine Klasse ein ☞				**Trage hier bitte das heutige Datum ein** ☞					
Geschlecht ☞	männlich ○						○ weiblich		
Bitte trage hier dein **Alter** ein ☞	10 ○	11 ○	12 ○	13 ○	14 ○	15 ○	16 ○	17 ○	18 ○	19 ○
Trage hier bitte nur den **Anfangsbuchstaben deines Vornamens** ein (z.B. **K**im = **K)** ☞					Trage hier bitte nur den **Anfangsbuchstaben des Vornamens deiner Mutter** ein (z.B. **T**anja = **T)** ☞				
Trage hier bitte **deinen Geburtstag** ein (z.B. **12. ~~Dezember 1998~~= 12)** ☞									
Trage hier bitte den Namen deiner Spielergruppe ein									
○Ameisen ○Bienen ○Hummeln ○Buchfinken ○Fledermäuse				○Siebenschläfer ○Singdrosseln ○Buntspechte ○Hornissen					

Ein paar Fragen zu deiner Spiel – Gruppe

1. **Wie gut hat deiner Meinung nach die Teamarbeit während des Spiels funktioniert?** z_tw

Sehr gut (Note 1)	Gut (Note 2)	Ganz ok (Note 3)	Geht so (Note 4)	Nicht so gut (Note 5)	Schlecht (Note 6)
○	○	○	○	○	○

2. **Wie oft hattest du das Smartphone in der Hand?** z_snis

Die ganze Zeit	Sehr oft	Ab und zu	Selten	Gar nicht
○	○	○	○	○

3. **Was trifft für dich zu?**
Du kannst mehrere Kreise auswählen, wenn du möchtest. z_bef

Ich hätte das Smartphone lieber viel öfter in der Hand gehabt z_befa	Es war ok, sich mit dem Smartphone abzuwechseln z_befb	Das Spiel in der Gruppe zu spielen, finde ich gut. z_befc	Ich hätte lieber alleine gespielt. z_befd
○	○	○	○

4. **Wie wurden in deiner Gruppe Spielentscheidungen getroffen?** z_se

Eine andere Person aus der Gruppe hat meistens alleine entschieden	Die anderen haben meistens ohne mich entschieden	Wir haben meistens gemeinsam besprochen und entschieden	Ich habe meistens alleine entschieden
○	○	○	○

5. **Wie gut hat dir das Spiel insgesamt gefallen? Vergib eine Schulnote.** Bitte nur ganze Noten vergeben. z_sn

sehr gut	gut	befriedigend	ausreichend	mangelhaft	ungenügend
1	2	3	4	5	6
○	○	○	○	○	○

Hier geht es um dein Erleben während des Spiels. Gib an, was für dich zutrifft.

		Trifft **voll** zu	Trifft **eher** zu	Trifft **teilweise** zu	Trifft **eher nicht** zu	Trifft **gar nicht** zu
1.	Das Spiel hat mir Spaß gemacht. z_eki1	○	○	○	○	○
2.	Ich fühle mich meinen Mitspielern sehr nahe. z_eis2	○	○	○	○	○
3.	Mit meiner Leistung beim Spiel bin ich zufrieden. z_ekk5	○	○	○	○	○
4.	Meine Mitspieler und ich könnten gut befreundet sein, wenn wir häufiger zusammenarbeiten würden. z_eis8	○	○	○	○	○
5.	Bei den Aktionen im Spiel konnte ich wählen, wie ich es mache. z_eka10	○	○	○	○	○
6.	Ich hatte das Gefühl, meinen Mitspielern wirklich trauen zu können. z_eis12	○	○	○	○	○
7.	Ich möchte in Zukunft lieber nichts mehr mit meinen Mitspielern zusammen machen. z_eis13	○	○	○	○	○
8.	Ich konnte die Aktionen im Spiel selbst steuern. z_eka14	○	○	○	○	○
9.	Ich glaube, das Spiel zu spielen könnte von einigem Wert für mich sein. z_eki15	○	○	○	○	○
10.	Bei den Aktionen im Spiel konnte ich so vorgehen, wie ich es wollte. z_eka17	○	○	○	○	○
11.	Ich fand das Spiel sehr interessant. z_eki19	○	○	○	○	○
12.	Ich hatte das Gefühl, meinen Mitspielern nicht wirklich trauen zu können. z_eis20	○	○	○	○	○
13.	Beim Spiel habe ich mich geschickt angestellt. z_ekk22	○	○	○	○	○
14.	Ich hätte gerne häufiger die Möglichkeit, mit meinen Mitspielern etwas zusammen zu machen. z_eis23	○	○	○	○	○
15.	Ich glaube, ich war beim Spiel ziemlich gut. z_ekk24	○	○	○	○	○
16.	Ich hatte das Gefühl, dass die anderen und ich keine „echte“ Gruppe waren. z_eis27	○	○	○	○	○
17.	Das Spiel ist unterhaltsam. z_eki28	○	○	○	○	○

Finde Vielfalt
SIMULATION

Ein paar wichtige Fragen zum Spiel

1. **Ist das Spiel abgestürzt?** z_sf1

Nein	Ja	Wenn ja, wie oft?
○	○	_____ mal

2. **Was hat dir besonders gut gefallen? Markiere alles, was für dich zutrifft.** z_sf2

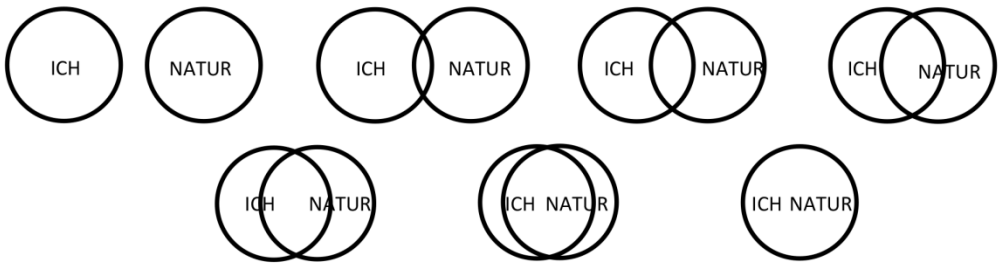
- ○ die Geschichte, die im Spiel erzählt wurde z_sf2a
- ○ die Comicfiguren z_sf2b
- ○ die Simulation z_sf2c
- ○ die Aufgaben in der Natur z_sf2d
- ○ Das Abwechslung zwischen Aktionen mit dem Smartphone und in der Natur z_sf2e
- ○ die Videos im Spiel z_sf2f
- ○ das Punktesammeln z_sf2g
- ○ das Navigieren mit GPS z_sf2h
- ○ Das eigenständige Spielen in kleinen Gruppen z_sf2i

3. Hier hast du noch Platz uns in eigenen Worten eine Rückmeldung zu geben.
(Was war gut? Was war schlecht?)

.....

.....

Bitte markiere von diesen Bildern das, das am besten Deine Beziehung zur Umwelt beschreibt.
Wie verbunden bist Du mit der Natur?



4

Deine Verbundenheit zur Natur a_dcn

Bitte gib an, wie häufig du diese Handlungen ausführst. Fülle „kann ich nicht beantworten“ aus, wenn eine Frage auf deine momentane Lebenssituation nicht zutrifft.

		Nie	Selten	Gele-gentlich	Oft	Sehr oft	Kann ich nicht beantworten
1	Ich stehe früh auf, um den Sonnenaufgang zu erleben.	○	○	○	○	○	○
2	Ich spreche mit Pflanzen. a_dcn2	○	○	○	○	○	○
3	Ich sehe mir Fernsehsendungen an, deren Hauptdarsteller Tiere sind. a_dcn3	○	○	○	○	○	○
4	Ich wandere oder jogge in der Natur. a_dcn4	○	○	○	○	○	○
5	Ich nehme mir Zeit, den Wolken beim Vorbeiziehen zuzusehen. a_dcn5	○	○	○	○	○	○
6	Ich beobachte oder höre bewusst Vögeln zu. a_dcn6	○	○	○	○	○	○
7	Ich spreche mit Tieren. a_dcn9	○	○	○	○	○	○
8	Auch wenn es sehr kalt ist oder wenn es regnet, unternehme ich Spaziergänge in der freien Natur. a_dcn10	○	○	○	○	○	○
9	Ich mache Geräusche von Tieren nach. a_dcn15	○	○	○	○	○	○

Bei den folgenden neun Handlungen ist nicht die Häufigkeit gefragt. Gib bitte an, was eher für dich zutrifft. Fülle „kann ich nicht beantworten“ aus, wenn eine Frage auf deine momentane Lebenssituation nicht zutrifft.

		Ja	Nein	Kann ich nicht beantworten
1	Insekten, z.B. Fliegen, versuche ich zu fangen und nach draußen zu setzen, statt sie zu töten. a_dcnl1	○	○	○
2	Als Kind verbrachte ich viel Zeit im Wald. a_dcnl2	○	○	○
3	Der Tod eines Haustiers lässt mich trauern. a_dcnl5	○	○	○
4	Mein Lieblingsplatz ist ein Platz im Grünen. a_dcnl6	○	○	○
5	Wenn mir eine Pflanze eingeht, mache ich mir Vorwürfe. a_dcnl9	○	○	○

Im Folgenden wirst du gefragt, ob du bestimmten Aussagen zustimmst oder sie ablehnst.

		Stimme zu	Lehne ab	Kann ich nicht beantworten
1	Ich finde es spannend, Tiere zu beobachten. a_dcz1	○	○	○
2	Einem Baum in die Rinde zu ritzen, fühlt sich an, wie sich selber zu schneiden. a_dcz2	○	○	○
3	Ich sammle Dinge aus der Natur, wie zum Beispiel Steine, Schmetterlinge oder Käfer. a_dcz3	○	○	○
4	Zimmerpflanzen sind Teil der Familie. a_dcz4	○	○	○
5	Ich lebe lieber in der Stadt als auf dem Land. a_dcz5	○	○	○
6	Es entspannt mich, Naturgeräuschen zuzuhören. a_dcz11	○	○	○
7	Der Lärm von Grillen geht mir auf die Nerven. a_dcz12	○	○	○
8	Das Quaken von Fröschen ist beruhigend. a_dcz13	○	○	○
9	Haustiere sind Teil der Familie. a_dcz14	○	○	○

Wie kann man den Japanischen Staudenknöterich bekämpfen?

Seit ca. 1850 breitet sich der Japanische Staudenknöterich in Deutschland aus. Insbesondere entlang von Fließgewässern verursacht der Staudenknöterich große Schäden:

- Er verdrängt heimische Pflanzen, die typischerweise an Ufern vorkommen.
- Bei starken Regenfällen kann es zu Erdrutschen an Ufern kommen, da der Staudenknöterich keine gute Uferbefestigung darstellt.
- Es gehen Tierarten, die an heimische Pflanzen angepasst sind, verloren.

Stell Dir vor, Du nimmst an einer schulischen Arbeitsgemeinschaft teil, die eine "Patenschaft" für einen Bachabschnitt übernommen hat. Ihr möchtet etwas gegen den Japanischen Staudenknöterich unternehmen. In der nächsten Besprechung der Arbeitsgemeinschaft wollt Ihr Euch auf eine Maßnahme einigen.

Vor dem Treffen überlegst Du, für welche Bekämpfungsmaßnahme Du dich persönlich entscheiden würdest. Die folgenden Maßnahmen stehen zur Auswahl:

Maßnahme / Kriterien	Einsatz eines Pflanzenschutzmittels	Pflanzung von Schilf und Schwarzerle (heimisch)	Beweidung durch Schafe	Mähen
Wirkung	sehr stark	stark, aber nur wenn die Pflanzen gut anwachsen (behindern Ansiedlung und Ausbreitung des Staudenknöterichs)	sehr stark	mittelmäßig
Dauer und Häufigkeit der Anwendung	zweimal, jedes Jahr ein Mal	einmal	mehrere Jahre, mehrmals pro Jahr	mehrere Jahre, mehrmals pro Jahr
Kosten pro Anwendung	Hoch	mittel	niedrig	Niedrig
Auswirkungen auf andere Pflanzen	schädigt andere Pflanzen in der Nähe	keine	einheimische Uferpflanzen werden ebenfalls abgefressen	gering; Pflanzen, die gegen Mahd empfindlich sind, können jedoch geschädigt werden.

Wie kann man den japanischen Staudenknöterich bekämpfen?

2a) Wäge die Informationen aus der Tabelle schriftlich gegeneinander ab und erkläre genau, wie Du zu deiner Entscheidung gekommen bist!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2b) Deine Entscheidung:

.....

Wie kann man der Wildkatze im Straßenverkehr helfen?

Die Wildkatze ist wird in unseren Wäldern wieder heimisch, ist aber immer noch sehr bedroht und muss geschützt werden. Eine der größten Gefahren für Wildkatzen ist der Straßenverkehr. Auf ihren Streifzügen werden sie beim Überqueren von Landstraßen oder Autobahnen oft überfahren. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, das zu verhindern.

Stell Dir vor, Du bist Bürgermeister/in in einer Gemeinde mit eigenem Wald, in dem auch Wildkatzen leben. An diesem Wald führt eine Landstraße vorbei, die Deinen Ort mit dem Nachbarort verbindet.

1. **Straße sperren** — Die Straße zum Nachbarort wird für den Autoverkehr gesperrt.
2. **Tempolimit 60 km/h** — Auf der Straße wird ein Tempolimit von 60 km/h eingeführt, damit der Bremsweg der Autos kürzer wird.
3. **Untertunnelung der Straße** — Es wird ein Wildtiertunnel unter der Straße hindurch gegraben. Zäune am Straßenrand sorgen dafür, dass die Wildkatzen nur durch den Tunnel auf die andere Seite können.
4. **Warnschild „Wildwechsel“** — Es wird ein Warnschild „Wildwechsel“ aufgestellt, damit die Autofahrer aufmerksamer sind.

Die Maßnahmen sind unterschiedlich effektiv und aufwändig. Auch die Auswirkungen auf die Menschen sind sehr unterschiedlich:

Maßnahme / **Kriterien**	**1 Straße sperren**	**2 Tempolimit**	**3 Tunnel**	**4 Warnschild**
Wirksamkeit der Maßnahme, Schutz der Wildkatze	hoch	mittel	hoch	gering
Kosten für die Gemeinde	niedrig	niedrig	sehr hoch	niedrig
Auswirkungen auf den Menschen	sehr stark, da große Umwege gemacht werden müssen	gering	keine	gering

Wie kann man der Wildkatze im Straßenverkehr helfen?

Wäge die Informationen aus der Tabelle schriftlich gegeneinander ab und erkläre genau, wie Du zu Deiner Entscheidung gekommen bist!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

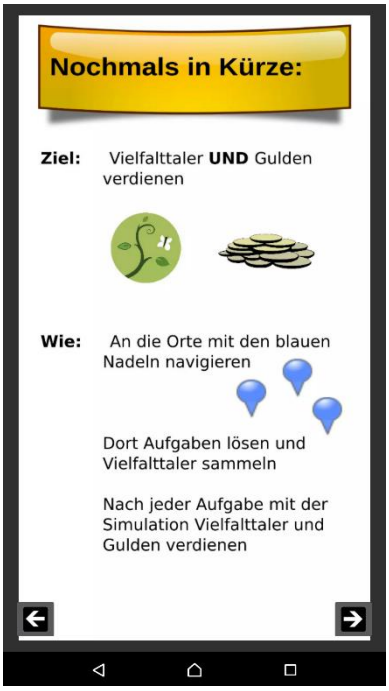
b) Deine Entscheidung:

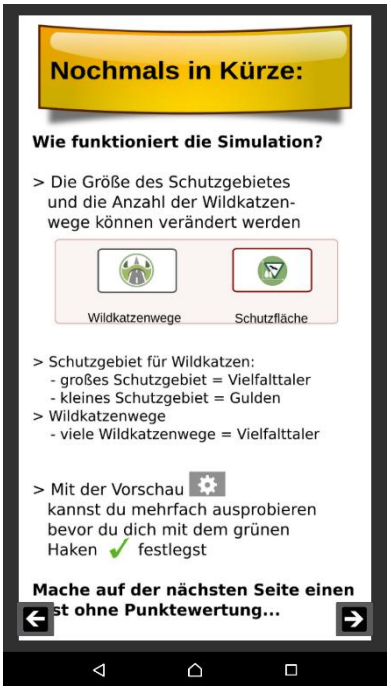
.....

10.3 Screenshots zum Spiel „FindeVielfalt *Simulation*“

In Auszügen wird hier ein Einblick in die Gestaltung und Struktur des Geogames gegeben. Da ein vollständiger Abdruck der Bildtafeln zu umfangreich wäre, werden die Einstiegs-Sequenz, eine ortsbezogene Aufgabe mit anschließender Bewertungsaufgabe und die Schluss-Sequenz dargestellt.

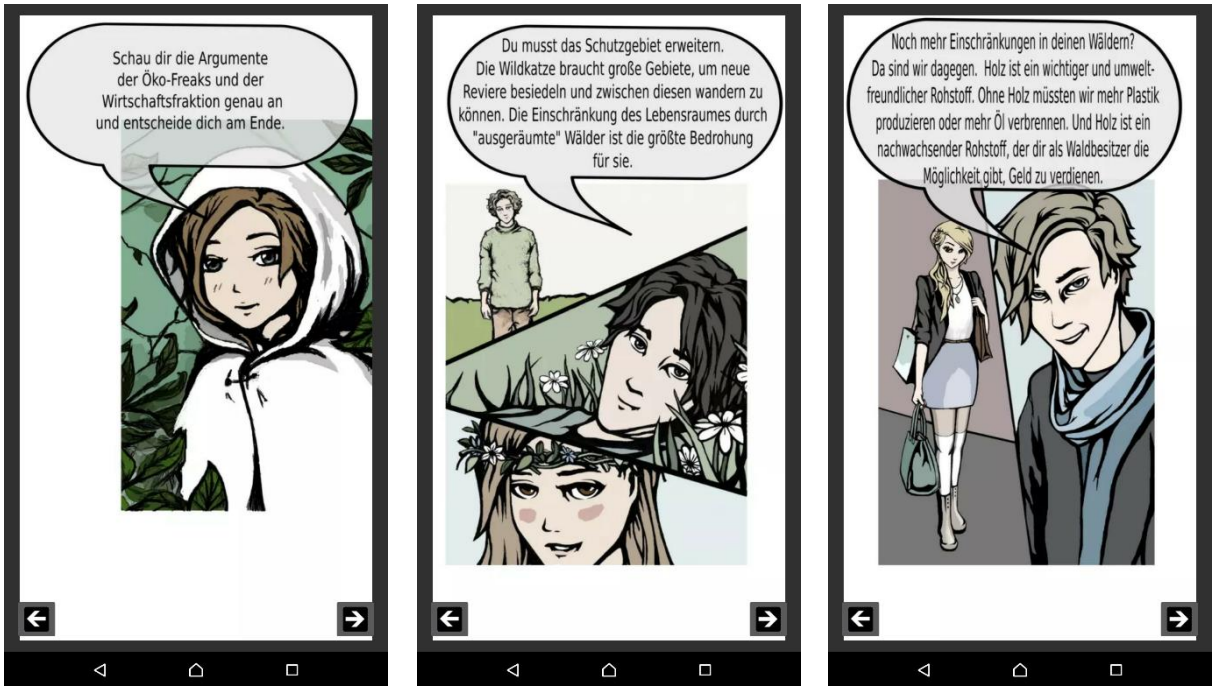
Zu Beginn des Spieles wird die Spielgeschichte um Felix Förster eingeführt und der Spielablauf in kurzen Videobeiträgen erklärt.



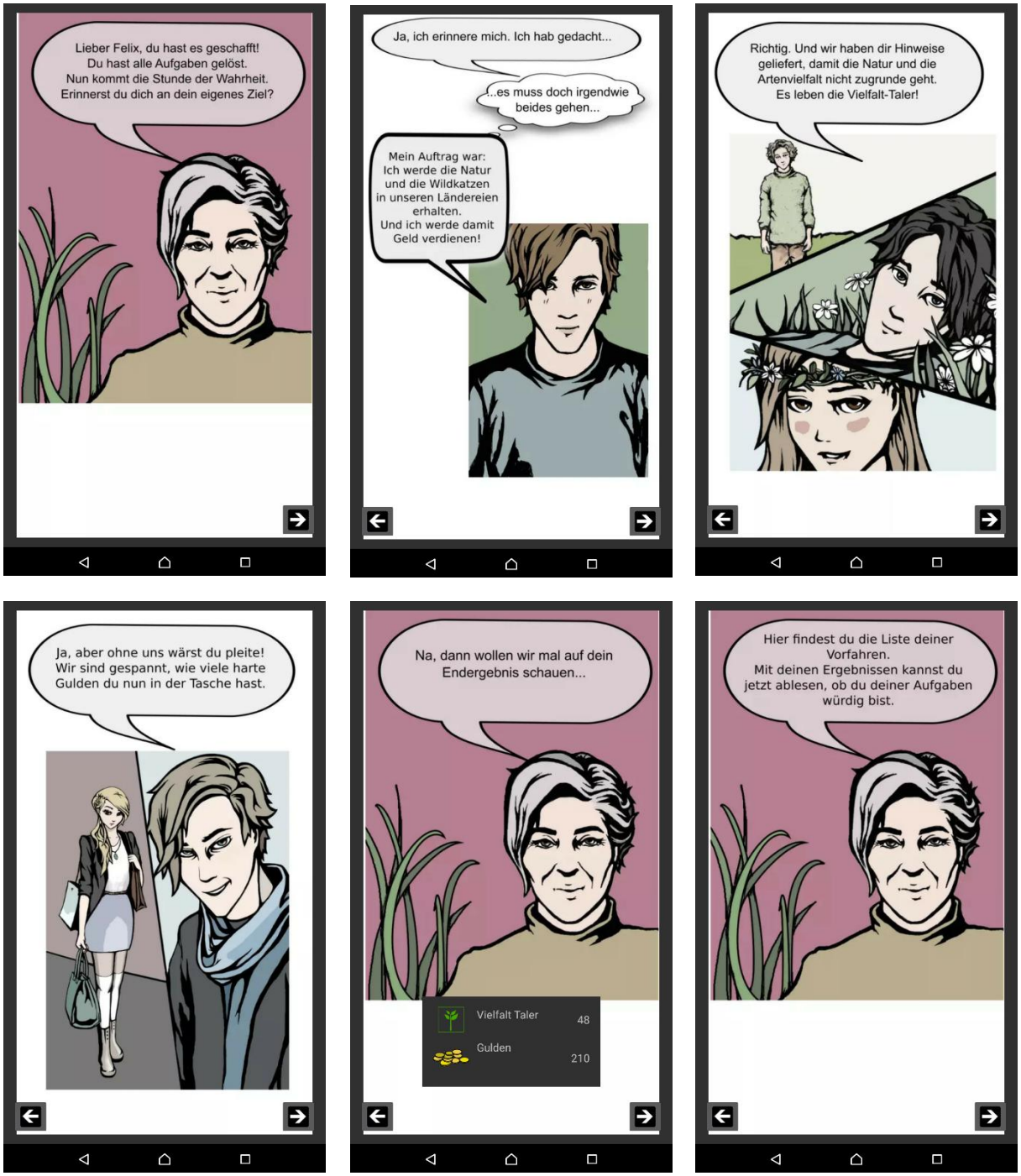


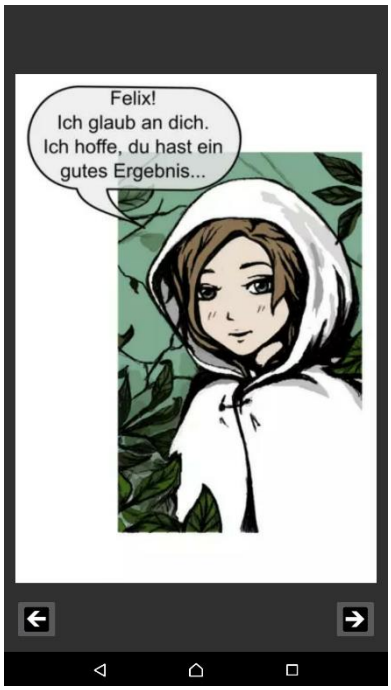
Die Aufgabe „Holznutzung“ verlangt zunächst eine Zuordnung verschiedener Bereiche, ob dafür „Holz gebraucht“ oder „Holz nicht gebraucht“ wird. Dies soll den Aspekt der Holznutzung als regenerative Rohstoffquelle hervorheben, bevor es in die Bewertungsaufgabe zur Vergrößerung oder Verkleinerung des Schutzgebietes geht.

In den Bewertungsaufgaben gibt es keine Punkte, da die Entscheidungen als gleichwertig angesehen werden. Wichtiger für das Lernziel „Bewerten und Entscheiden“ sind die Argumente der Gruppe, die nach der Entscheidung in einer Sprachnachricht aufgezeichnet wird. Diese kann in der abschließenden Auswertung aufgegriffen und mit der ganzen Klasse diskutiert werden.



Die Schluss-Sequenz greift noch einmal das Spielziel auf und zeigt das Spielergebnis der Gruppe in den vier Kategorien in Bezug auf Gulden und Vielfalt-Taler.




Felix!
Ich glaub an dich.
Ich hoffe, du hast ein gutes Ergebnis...

Mein Ergebnis. Jetzt steht es fest.
Welche Werte wohl die anderen hatten, die sich diesen Aufgaben gestellt haben?
Das will ich wissen. Ich werde es heraus-finden und ein genaues Ranking erstellen.

Vielfalt-Hoffnungsträger und Gulden-Gewinner
(über 40 Vielfalt Taler, über 100 Gulden)
Vielfalt-Hoffnungsträger aber Gulden-Verlierer
(über 40 Vielfalt Taler, unter 100 Gulden)
Gulden-Gewinner aber Vielfalt-Verlierer
(unter 40 Vielfalt Taler, über 100 Gulden)
Gulden- und Vielfalt-Verlierer
(unter 40 Vielfalt Taler, unter 100 Gulden)

Doch jetzt mache ich mich erst mal auf den Heimweg.
Und hiermit verabschiede ich mich. Felix Förster grüßt alle Vielfalt-Hoffnungsträger mit Glamour-Faktor und alle, die es noch werden wollen. Es ist nie zu spät. Denke daran...

Du entscheidest!
Und du hast immer die Wahl.

Finde Vielfalt
SIMULATION
verabschieden sich