

Universität Bayreuth
Lehrstuhl Didaktik der Biologie

Kann ein Zoobesuch zu umweltrelevanten Bildungszielen beitragen?

- Eine empirische Studie zu den Möglichkeiten eines
Umweltbildungsprogrammes am außerschulischen Lernort Zoo und
der Mensch-Tier-Beziehung im Hinblick auf umweltrelevante
Fragestellungen -

Dissertation

zur Erlangung des Grades

– Dr. rer. nat. –

der Fakultät Biologie, Chemie und Geowissenschaften

an der Universität Bayreuth

vorgelegt von

Dipl.-Biologin

Sabrina Sattler

2016

Die vorliegende Arbeit wurde in der Zeit von Mai 2010 bis März 2016 in Bayreuth am Lehrstuhl für Didaktik der Biologie unter Betreuung von Herrn Professor Dr. Franz X. Bogner angefertigt.

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften der Universität Bayreuth genehmigten Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.).

Dissertation eingereicht am: 21.03.2016

Zulassung durch die Promotionskommission: 13.04.2016

Wissenschaftliches Kolloquium: 25.07.2016

Amtierender Dekan: Prof. Dr. Stefan Schuster

Prüfungsausschuss:

Prof. Dr. Franz Xaver Bogner	(Erstgutachter)
Prof. Dr. Ludwig Haag	(Zweitgutachter)
Prof. Dr. Gerrit Begemann	(Vorsitz)
PD. Dr. Elisabeth Obermaier	

Inhaltsverzeichnis

1 Summary	7
2 Zusammenfassung.....	9
3 Ausführliche Zusammenfassung	12
3.1 Einleitung.....	12
Zoos und ihre Rolle als außerschulische Bildungseinrichtung	12
Die menschliche Beziehung zu Tieren.....	14
3.2 Theoretischer Hintergrund.....	15
Kooperative Lernmethoden am außerschulischen Lernort	15
Relevante Variablen in der Umweltbildung	17
Empathie gegenüber Tieren.....	19
3.3 Ziele der Arbeit.....	20
3.4 Methoden.....	22
Studiendesign und Teilnehmer	22
Umweltbildungsprogramm	23
Erhebungsinstrumente und Datenauswertung.....	25
3.5 Ergebnisse und Diskussion	31
3.6 Schlussfolgerungen und Ausblick.....	36
3.7 Literaturverzeichnis.....	39
4 Teilarbeiten	49
4.1 Publikationsliste	49
4.2 Darstellung des Eigenanteils	50
4.3 Teilarbeit A	51
4.4 Teilarbeit B	69
4.5 Teilarbeit C	93
5 Danksagung	122
6 Erklärung	123
Anhang	125

1 Summary

Zoos as educational institutions intend to raise their visitors' awareness for environmental problems and to promote corresponding environmental attitudes and behaviors (Moss, Jensen, & Gusset, 2015). These issues also belong to curricular educational objectives; therefore a students' zoo visit could contribute to environmental education and education for sustainable development. However zoos are criticized to prove the effectiveness of their educational programs not sufficiently (Gusset, & Dick, 2011; Moss, & Esson, 2013), as only few zoos systematically evaluate do systematic research on their educational output (cf. Dierking, 2002).

The human-animal relationship seems to be a key to motivate humans to protect natural resources and the environment (Vining, 2003). Interestingly, children used animals as central points to express their concerns about environmental damage (Kahn, 1999). Indeed, responsibilities for companion animals seemed to promote children's conservation efforts (Myers Saunders, & Garrett, 2004). So far, only few studies have addressed the human-animal relationship with regard to environmental issues.

The study followed a quasi-experimental design, applying pre-, post- and retention tests. Altogether, 338 10th graders from academic high schools participated in the study.

As knowledge is regarded as crucial determinate for ecological behavior (Kaiser, & Fuhrer, 2003), part A concentrated on students' cognitive outcome. Cooperative learning methods (learning at workstations and jigsaw) were chosen to impart knowledge. The results showed that the participation in the environmental program leads to short- and long-term achievement in environmental knowledge.

In part B, connectedness with nature and environmental behavior were additionally analyzed, as besides a cognitive component a motivational one (connectedness with nature) affected general ecological behavior in previous studies (Kaiser, Roczen, & Bogner, 2008). However,

within this study, students did not change their general ecological behavior. Adolescents' connectedness with nature decreased after participation in the educational program, but long-term effects were absent. General ecological behavior, environmental knowledge, and connectedness with nature correlated positively with each other. Furthermore, a high pre-level of both connectedness with nature and general ecological behavior fostered students' cognitive achievement.

Part C investigated adolescents' animal-oriented empathy with regard to environmental issues, as empathy to natural objects, like trees or birds, is related to the willingness to support the environment (Berenguer, 2007). Students who had an animal-related childhood scored higher in empathy towards animals than participants who did not grow up with animals. Female adolescents were more empathic than male adolescents. Animal-oriented empathy correlated positively with environmental attitudes and connectedness with nature.

Due to the methodological evaluation approach the efficiency of the environmental program could be appropriately assessed. Participation leads to short- and long-term cognitive achievement, which is linked to general ecological behavior and connectedness with nature. As connectedness with nature decreased unexpectedly, the encounter with zoo animals should be investigated more detailed in further studies. Especially, the results of the human-animal-relationship seem to be important to raise humans' awareness for environmental issues. Further studies are necessary in order to exploit the educational potential of zoos entirely.

2 Zusammenfassung

Zoos¹ sehen sich als Bildungsinstitutionen, die ihre Besucher für Umweltprobleme sensibilisieren und entsprechende Umwelteinstellungen und –verhaltensweisen fördern möchten (Moss, Jensen, & Gusset, 2015). Da diese Themen auch in curricularen Bildungszielen zu finden sind, könnte ein Zoobesuch für Schülerinnen und Schüler² zu einer Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung beitragen. Allerdings stehen Zoos in der Kritik die Effektivität ihrer Bildungsprogramme nicht hinreichend zu belegen (Gusset, & Dick, 2011; Moss, & Esson, 2013), da nur wenige Zoos ihren Bildungoutput mit einem gezielten Forschungsansatz erfassen (vgl. Dierking, Burtnyk, Buchner, & Falk, 2002).

Die menschliche Beziehung zu Tieren scheint ein Schlüsselfaktor zu sein, um Menschen zum Schutz von natürlichen Ressourcen und der Umwelt zu bewegen (Vining, 2003). Interessanterweise wählen Kinder Tiere als Ausgangspunkt, um ihre Besorgnis über Umweltprobleme auszudrücken (Kahn, 1999). Und tatsächlich gibt es Anzeichen dafür, dass Kinder, die für ein Haustier verantwortlich sind, sich verstärkt im Naturschutz engagieren (Myers Saunders, & Garrett, 2004). Bisher gibt es nur wenige Studien, die sich konkret mit der Mensch-Tier-Beziehung im Hinblick auf umweltrelevanten Fragestellungen beschäftigt.

Die Promotionsstudie folgte, unter Einsatz von Vor-, Nach- und Behaltenstests, einem quasi-experimentellen Design. Bei den Teilnehmern handelte es sich um 338 Schülerinnen und Schüler der 10. Jahrgangsstufe, Gymnasium.

Da Wissen als bedeutender Einflussfaktor auf umweltrelevantes Verhalten angesehen wird (Kaiser, & Fuhrer, 2003), stand in Teilarbeit A der kognitive Lernerfolg von Schülern im Fokus. Zur Wissensvermittlung wurden kooperative Lernmethoden gewählt (Lernen an Stationen und

¹ Der Begriff Zoo schließt in der vorliegenden Arbeit ebenso Aquarien mit ein.

² Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden die männliche Sprachformen für beide Geschlechter verwendet.

Gruppenpuzzle). Es zeigte sich, dass sich durch die Teilnahme am Umweltbildungsprogramm umweltrelevantes Wissen kurz- und langfristig vermitteln lässt.

In Teilarbeit B wurden Naturverbundenheit und umweltrelevantes Verhalten in die Auswertung mit einbezogen, da nach dem Kompetenzmodell von Kaiser, Roczen, & Bogner (2008) neben kognitiven (Wissen) auch motivationale (Verbundenheit mit der Natur) Komponenten umweltrelevantes Verhalten beeinflussen können. Es konnte keine Veränderung des umweltrelevanten Verhaltens bei den Schülern festgestellt werden. Die Naturverbundenheit der Teilnehmer nahm kurzfristig ab, wohingegen es keine langfristigen signifikanten Effekte gab. Umweltrelevantes Verhalten, Wissen und Naturverbundenheit korrelierten positiv untereinander. Ebenso zeigt sich, dass hohe Anfangslevels sowohl der Naturverbundenheit, als auch des umweltrelevanten Verhaltens bei den Schülern den Lernerfolg begünstigen.

Teilstudie C untersuchte die Empathie zu Tieren bei Jugendlichen angesichts umweltrelevanter Fragestellungen, da die Empathie gegenüber natürlichen Objekten (Vogel oder Baum) im Zusammenhang mit der Bereitschaft sich für Umweltbelange einzusetzen steht (Berenguer, 2007). Jugendliche, die ihre Kindheit mit Tieren verbrachten, zeigten höhere Empathie-Werte im Vergleich zu Studienteilnehmer, die nicht mit Tieren aufgewachsen sind. Zudem zeigten sich Schülerinnen empathischer gegenüber Tieren als ihre Mitschüler. Die Empathie gegenüber Tieren korreliert positiv mit Umwelteinstellungen und Naturverbundenheit.

Aufgrund der systematischen Evaluation konnten bedeutende Aussagen über die Effizienz des Umweltbildungsprogrammes getroffen werden. So führt eine Teilnahme zu kurz- und langfristigem Lernerfolg, der im Zusammenhang zu umweltrelevanten Verhalten und Naturverbundenheit der Schüler steht. Da es zu einer unerwarteten Abnahme der Naturverbundenheit der Schüler kam, sollte die Begegnung mit Zootieren in zukünftigen Studien eingehender erforscht werden, da gerade die Ergebnisse zur Mensch-Tier-Beziehung zeigen,

wie wichtig diese sein kann, um Menschen für umweltrelevante Themen zu sensibilisieren.

Weitere Studien sind allerdings nötig um das Bildungspotential von Zoos voll ausschöpfen zu können.

3 Ausführliche Zusammenfassung

3.1 Einleitung

Zoos und ihre Rolle als außerschulische Bildungseinrichtung

Die Zeiten als der primäre Fokus von Zoos auf dem zur Schau stellen von exotischen Tieren lag und ein Zoobesuch lediglich der Erholung und dem Vergnügen dienen sollte, sind lange vorbei (Rabb, 2004). Neben der Unterhaltung sind in der heutigen Zeit Forschung, Naturschutz und Bildung in den Vordergrund gerückt (Carr & Cohen, 2011). Zoos haben explizit Artenschutz und Bildung in ihr Leitbild integriert (Luebke & Grajal, 2011). Die *World Association of Zoos and Aquariums* (WAZA, 2005) entwickelte eine Naturschutzstrategie, in der einer Bildung für nachhaltige Entwicklung eine bedeutende Rolle zukommt. Zudem unterstützt die WAZA das Aichi-Biodiversitäts-Ziel 1 der *Convention of Biological Diversity* der Vereinten Nationen (Moss, Jensen, & Gusset, 2015). Das Ziel 1³ besagt, dass sich bis zum Jahr 2020 die Menschen dem Wert der Biodiversität bewusst sind und Maßnahmen zu ihrer Bewahrung und nachhaltigen Nutzung kennen.

Zoos sind sich demzufolge ihrer Rolle, die sie als Bildungsinstitutionen mit jährlich mehr als 700 Millionen Besuchern innehaben, bewusst (Gusset & Dick, 2011). Gerade für Schülerinnen und Schüler, die zu den bedeutendsten Besuchergruppen von Zoos gehören (Löhne, Friedrich, & Kiefer, 2009), könnte ein Zoobesuch in Hinblick auf Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung einen wichtigen Beitrag leisten. Weltweit sollen sich Schüler als verantwortungsbewusste Bürger an umweltrelevanten Diskursen beteiligen und eine aktive

³ <https://www.cbd.int/cepa/target1/> (letzter Zugriff: 14.02.2016)

Rolle einnehmen können. Wissen, Fähigkeiten, Werte und Einstellungen, die sie dazu benötigen, sollen ihnen während ihres Bildungswegs vermittelt werden⁴

Ein Zoobesuch bietet die Möglichkeit, Schülern verschiedene Ökosysteme und Arten aus aller Welt näher zu bringen und so die räumliche Trennung aufzuheben. Menschen fühlen sich gegenüber globalen Umweltproblemen am wenigsten persönlich verantwortlich und machtlos darauf Einfluss zu nehmen (Uzzell, 2000). Es fällt ihnen schwer ihr alltägliches Leben in Zusammenhang mit weit entfernten Ökosystemen zu sehen, beispielsweise dem Meer (Halpern et al., 2008). Schüler, die keinen direkten Zugang zum Meer haben, werden wahrscheinlich in Zoos zum ersten Mal marinen Tierarten begegnen. Eine solche Begegnung kann zu einem verstärkten Interesse an den Tieren und auch an mit ihnen verbundenen Natur- und Umweltschutzthemen führen (Clayton, Fraser, & Saunders, 2009).

Weltweit haben sich Zoos mit ihren Zooschulen auf die Anforderungen und Bedürfnisse von Schulbesuchen eingestellt (Andersen, 2003). Allerdings stehen Zoos in der Kritik die Effektivität als Bildungs- und Naturschutzzentren nicht hinreichend zu belegen (Gusset & Dick, 2011; Moss & Esson, 2013). Nur wenige Zoos erfassen ihren Bildungsoutput mit einem gezielten Forschungsansatz (Dierking, 2002). Zudem werden Evaluationsmethoden und Ergebnisse kontrovers diskutiert (Falk, Heimlich, Vernon, & Bronnenkant, 2010; Marino, Lilienfeld, Malamud, Nobis, & Broglio, 2010; Moss & Esson, 2013), z. B. wird der Erfolg von Bildungsprogrammen selten mit einem vorher-/nachher- Design oder langfristig gemessen (Roe, McConney, & Mansfield, 2014). Auch werden die Messungen von emotionalen und verhaltensrelevanten Komponenten als schwer fassbar empfunden und deswegen in Erhebungen gerne vernachlässigt (Luebke & Grajal, 2011). In Hinblick auf für Schüler konzipierte Bildungsprogramme wird oft nur ein mündliches Feedback der Schüler abgefragt, z.

⁴ Siehe z. B. Australian Government Department of Environment and Heritage, 2005; Danish Ministry for Children, Education and Gender Equality, 2009; Ontario Ministry of Education, 2009; Kultusministerkonferenz, 2015.

B. gaben nur 7 % von 119 befragten Zoos an Schülerfragebogen bei ihren Evaluationen einzusetzen (Roe et al., 2014).

Im Zentrum der vorliegenden Arbeit stand die Überprüfung der Effektivität eines für Schüler entworfenen Umweltbildungsprogrammes am außerschulischen Lernort Zoo mit einem elaborierten Evaluationsdesign. So wurden den zuvor erwähnten Kritikpunkten zufolge Fragebögen mit validen Skalen konstruiert und einem Vor-, Nach- und Behaltenstestdesign folgend eingesetzt um kurz- und langfristige Effekte zu erfassen. Neben einer kognitiven Komponente wurden Verhalten und affektive Variablen gemessen.

Die menschliche Beziehung zu Tieren

Für eine Vielzahl von Menschen, unabhängig von ihrem sozial-ökonomischen Hintergrund, bieten Zoos die einmalige Möglichkeit mit Wildtieren in Kontakt zu kommen. Für viele ist es oft die erste intensive Erfahrung mit diesen Tieren (Clayton, Luebke, Saunders, Matiasek, & Grajal, 2014; Tribe & Booth, 2003). Dagegen ist es, zumindest in den westlichen Gesellschaften, geradezu die Regel mit Haustieren aufzuwachsen (Müllersdorf, Granström, & Tillgren, 2012; Westgarth et al., 2007). Menschen fühlen sich auf eine besondere Art mit Tieren verbunden. Wilson (1993) spricht von einer Art angeborener emotionaler Verbindung mit Lebewesen und Natur (*Biophilia*-Hypothese). Myers und Saunders (2002) sehen Tiere als den Teil der Natur an, der einen bedeutenden Anteil an der menschlichen Entwicklung hat und erklären dadurch die besondere Beziehung zu Tieren. Die Faszination, die von Tieren ausgeht, liegt aber auch in der Art und Weise wie sie auf Menschen reagieren und mit ihnen interagieren (Myers & Saunders, 2002). Wenn also Menschen Tiere als soziales Gegenüber wahrnehmen, mit dem sie eine Beziehung aufbauen können, werden sie sich ebenso über die Bedürfnisse des Tieres und somit dessen Umwelt Gedanken machen. Interessanterweise wählen Kinder, unabhängig von ihrem kulturellen Hintergrund, Tiere als Ausgangspunkt, um ihre Besorgnis über

Umweltprobleme auszudrücken (Kahn, 1999). Die menschliche Beziehung zu Tieren scheint ein Schlüsselfaktor zu sein, um Menschen zum Schutz natürlicher Ressourcen und der Umwelt zu bewegen (Vining, 2003). Und tatsächlich gibt es Anzeichen dafür, dass Kinder, die Verantwortung gegenüber einem Haustier tragen, sich verstärkt im Naturschutz engagieren (Myers et al., 2004).

Bisher gibt es nur wenige Studien, die sich konkret mit der menschlichen Beziehung zu Tieren und ihrem Einfluss auf das Engagement die Umwelt zu schützen beschäftigen. In der vorliegenden Studie wird daher die Empathie gegenüber Tieren unter Berücksichtigung einer mit Tieren verbrachten Kindheit untersucht. Zudem wird die Empathie gegenüber Tieren und ein möglicher Zusammenhang zu Umwelteinstellungen und der Verbundenheit zur Natur von Jugendlichen näher beleuchtet.

3.2 Theoretischer Hintergrund

Kooperative Lernmethoden am außerschulischen Lernort

Falk und Dierking (2000) entwickelten das *Contextual Model of Learning*, welches Aufschluss über das Lernen an außerschulischen Lernorten gibt. Es berücksichtigt dabei den persönlichen (z.B. Motivation und Interesse), den physikalischen (z. B. Ausstellungsdesign) und den soziokulturellen Kontext (z. B. den Austausch in Gruppen). Gerade der soziokulturelle Kontext spielt in Hinblick auf Schüler eine bedeutende Rolle an außerschulischen Lernorten. Sie wünschen sich soziale Interaktion (Davidson, Passmore, & Anderson, 2009) und bevorzugen es Aufgabenstellungen zusammen mit ihren Mitschülern zu bearbeiten (Griffin & Symington, 1997). Zudem wirkt sich die Möglichkeit zur sozialen Interaktion positiv auf den kognitiven Lernerfolg der Schüler aus. Gruppenarbeit ermutigt Schüler sachorientiert zu diskutieren (Dohn, 2013) und beeinflusst den Lernerfolg positiv (Randler, Baumgärtner, Eisele, & Kienzle, 2007; Randler, Kummer, & Wilhelm, 2012). Kooperative Lernmethoden scheinen demzufolge

für ein Umweltbildungsprogramm im Zoo geeignet zu sein. Allgemein wird kooperatives Lernen definiert als das Lernen in einer Kleingruppe, in der Lernende im Team eine Aufgabe vervollständigen, ein Problem lösen oder ein gemeinsames Ziel erreichen müssen (Artzt & Newman, 1990). Kooperatives Lernen gehört zu den erfolgreichsten und am besten erforschten Lernmethoden (Johnson & Johnson, 2009; Lord, 2001; Slavin, 1983). So konnte ein positiver Effekt kooperativen Lernens auf den kognitiven Lernerfolg innerhalb des Klassenzimmers bereits in zahlreichen Studien nachgewiesen werden (Kyndt et al., 2013; Lou et al., 1996).

In der vorliegenden Studie wurden Lernen an Stationen und das Gruppenpuzzle als kooperative Methoden gewählt. Lernen an Stationen (*learning at workstations*) ist eine Methode, bei der Schüler Lernangebote an verschiedenen Stationen angeboten bekommen (Beuren & Dahm, 2000). Diese Stationen hängen thematisch zusammen, können aber i.d.R. unabhängig und in unterschiedlicher Reihenfolge voneinander bearbeitet werden. In Gruppenarbeit übernehmen die Schüler Verantwortung über ihren Lernprozess. Sie bestimmen ihr Lerntempo, ihren Lernweg und kontrollieren ihre Lernergebnisse selbst (Spörhase, 2014). Die Lehrkraft hat nur begrenzten Einfluss und übernimmt eine unterstützende Rolle (Schaal & Bogner, 2005; Spörhase, 2014).

Das Gruppenpuzzle (*jigsaw*) wurde ursprünglich von Aronson, Blaney, Stephin, Sikes und Snapp (1978) entwickelt. In sogenannten Expertengruppen setzen sich die Schüler mit spezifischen Themen auseinander. Ihr erworbenes Wissen geben sie anschließend in sogenannten Basis- oder Stammgruppen an ihre Mitschüler weiter, die aus den jeweils anderen Expertengruppen stammen (Schmiemann, 2014). Aufgrund der individuellen Spezialisierung leistet jeder Schüler einen einzigartigen Beitrag, was eine positive Abhängigkeit und eine individuelle Verantwortung für den Gruppenerfolg zur Folge hat (Johnson & Johnson, 2009), die sich auf kognitiven Lernerfolg positiv auswirkt (Bertucci, Conte, Johnson, & Johnson, 2010)

Lernen an Stationen wurde bereits an außerschulischen Lernorten erprobt (Randler & Bogner, 2007; Sellmann & Bogner, 2013a; Wiegand, Kubisch, & Heyne, 2013), wohingegen das Gruppenpuzzle vorwiegend im naturwissenschaftlichen Unterricht untersucht wurde (Doymus, 2008; Eilks, 2005; Hänze & Berger, 2007; Karacop & Doymus, 2013; Lazarowitz, Hertz-Lazarowitz, & Baird, J. Hugh, 1994). In Bezug auf langfristigen Lernerfolg erscheint Lernen an Stationen eine geeignete Methode zu sein; so konnte nach sechs Wochen der Durchführung noch ein erhöhtes Wissenslevel bei den Schüler verzeichnet werden (Randler & Bogner, 2007; Sturm & Bogner, 2008). Langfristige Effekte des Gruppenpuzzles auf den kognitiven Lernerfolg sind wiederum kaum erforscht. Schüler zeigten allerdings auch noch einige Tage nach der Durchführung eines Gruppenpuzzles einen Wissenszuwachs (Hänze & Berger, 2007; Karacop & Doymus, 2013).

Relevante Variablen in der Umweltbildung

Nach wie vor wird Bildung als grundlegend angesehen, um Menschen im Hinblick auf umweltrelevante Themen und Probleme zu verantwortungsbewussten und aktiven Staatsbürgern zu machen (Gottlieb, Vigoda-Gadot, Haim, & Kissinger, 2012; Tilbury, 2004). Wenn Menschen ihren Einfluss auf und ihre Abhängigkeit von der natürlichen Umwelt kennen und verstehen, sollten sie fähig sein dieses Wissen in ein Verhalten umzuwandeln, dass die Umwelt nicht schädigt (Gottlieb et al., 2012; Kaiser et al., 2008). Umweltbildungsprogramme können umweltrelevantes Verhalten positiv beeinflussen (Culen & Volk, 2000; Middlestadt et al., 2001; Stern, Powell, & Hill, 2014). Studien, die Bildungsprogramme in Zoos evaluierten, konzentrierten sich meist auf die Intention der Teilnehmer ihr Verhalten in Zukunft zu ändern und bezogen sich auf spezifische Verhaltensweisen hinsichtlich einer ausgewählten Tierart (Dierking et al., 2004; Pearson, Dorrian, & Litchfield, 2013; Skibins & Powell, 2013). Personen können jedoch in ihrem Alltag aus einem Pool umweltrelevanter Verhalten wählen um ihren individuellen umweltfreundlichen Lebensstil zu realisieren. Welches Verhalten dabei

letztendlich ausgeübt wird, hängt von der persönlichen Situation ab (Kaiser & Wilson, 2000). Somit spiegelt das generelle umweltrelevante Verhaltensmuster einer Person auch den Grad ihres individuellen umweltfreundlichen Lebensstils wider (Roczen, Kaiser, Bogner, & Wilson, 2014).

Allerdings steht hinter der Ausübung eines Verhaltens ein komplexes Gerüst an Faktoren. So können u. a. Einstellungen, Motivation und Wissen einen Einfluss auf umweltrelevantes Verhalten haben (siehe Kollmuss & Agyeman, 2002). Zudem ist das Zusammenspiel dieser affektiven und kognitiven Prozesse noch unzureichend erforscht (Heimlich & Ardoin, 2008). Kaiser et al. (2008) entwickelten ein Kompetenzmodell basierend auf ökologie-spezifischen Fähigkeiten, welche umweltrelevantes Verhalten beeinflussen können; dabei wird zwischen kognitiven (Wissen) und motivationalen (Verbundenheit mit der Natur) Komponenten unterschieden.

Wissen wird als bedeutender Einflussfaktor auf umweltrelevantes Verhalten angesehen (Kaiser & Fuhrer, 2003; Kollmuss & Agyeman, 2002). Umso besorgniserregender ist es, dass jungen Menschen das Wissen über grundlegende umweltrelevante Konzepte und Prozesse, z. B. im Bereich der Ökologie, fehlt und Phänomene falsch gedeutet werden (Rickinson, 2001). Umweltbildungsprogramme an außerschulischen Lernorten sind durchaus geeignet Schüler solche Konzepte und Phänomene zu vermitteln (Randler et al., 2007; Randler et al., 2012; Wagoner & Jensen, 2010). Darüber hinaus dürften das Wissen über die Zusammenhänge in Ökosystemen und Gründe für Umweltprobleme in Verbindung mit der wahrgenommenen Verbundenheit eines Menschen zur Natur stehen (Kaiser et al., 2008).

Eine enge Bindung zur Natur, die sich bereits während der Kindheit entwickelt, wird wiederum als wichtiger Faktor angesehen, wie Menschen Umweltproblemen begegnen (Frantz, Mayer, Norton, & Rock, 2005; Kals, Schumacher, & Montada, 1999; Schultz, 2002). Wenn Menschen die Natur wertschätzen und sich für sie verantwortlich fühlen, erachteten sie diese auch als

schützenswert (Nisbet, Zelenski, & Murphy, 2009). Studien konnten bereits einen Zusammenhang zwischen Naturverbundenheit, Umweltbewusstsein, Umwelteinstellungen (Schultz, Shriver, Tabanico, & Khazian, 2004; Sellmann & Bogner, 2013b) und umweltfreundlichem Verhalten (Davis, Green, & Reed, 2009; Davis, Le, & Coy, 2011) zeigen. Erlebnisse im Freien können ein Gefühl der Naturverbundenheit ermöglichen (Hinds & Sparks, 2008, 2009). Insbesondere Umweltbildungsprogramme an außerschulischen Lernorten scheinen die Verbundenheit zur Natur bei Kindern zu fördern (Kossack & Bogner, 2012; Liefländer, Fröhlich, Bogner, & Schultz, 2013). Aber auch die Begegnung mit Tieren könnte mit der Verbindung zwischen Mensch und Natur in Zusammenhang stehen. Besucher, die einen Wildpark oder Zoo besuchten, zeigten nach dem Besuch eine höhere Naturverbundenheit als zuvor (Bruni, Fraser, & Schultz, 2008; Schultz & Tabanico, 2007).

Empathie gegenüber Tieren

Empathie ist eine emotionale Reaktion, die von einem Gegenüber ausgelöst wird und kongruent mit dem wahrgenommenen Wohl dessen ist (Batson, Ahmad, & Lishner, 2011). Ebenso wird sie als eine notwendige Voraussetzung angesehen, um sich um das Wohl anderer zu kümmern (Melson, 2003). Dies kann auch in Bezug auf Tiere angenommen werden. Berenguer (2007) zeigte einen Zusammenhang zwischen der Empathie gegenüber natürlichen Objekten (Vogel oder Baum) und der Bereitschaft sich für Umweltbelange einzusetzen. Studienteilnehmer, die die Perspektive eines von Umweltzerstörung betroffenen Tieres einnahmen, zeigten ein höheres Umweltbewusstsein als Teilnehmer mit einer neutralen Sichtweise (Schultz, 2000). In diesen Studien wurde das Empfinden von Empathie gegenüber Tieren gezielt manipuliert. Es gibt wenige Studien, die eine grundlegende Empathie gegenüber Tieren empirisch messen und Faktoren und Zusammenhänge näher beleuchten. Allerdings scheint das Empathieempfinden gegenüber Tieren mit einer mit Tieren verbrachten Kindheit

positiv im Zusammenhang zu stehen; zudem zeigten sich Frauen empathischer gegenüber Tieren als Männer (Ellingsen, Zanella, Bjerkås, & Indrebø, 2010).

3.3 Ziele der Arbeit

Teilstudie A

In Teilstudie A stand der kurz- und langfristige Lernerfolg von Schülern im Fokus. Das schülerzentrierte Umweltbildungsprogramm sollte umweltrelevantes Wissen nachhaltig vermitteln, da dieses als eine Voraussetzung für umweltfreundliches Verhalten angesehen wird.

Die Forschungsfragen lauteten:

- Ist nach der Teilnahme an einem einmaligem Zoobesuch, bei dem kooperative Lernmethoden im Fokus stehen, ein Lernzuwachs bei Jugendlichen zu verzeichnen?
- Sind die gewählten kooperativen Lernmethoden (Lernen an Stationen und Gruppenpuzzle) geeignet, bei Jugendlichen ein nachhaltiges Lernen zu fördern?

Teilstudie B

Das grundlegende Ziel von Umweltbildung ist es, Menschen zu umweltfreundlichem Verhalten zu bewegen. In Teilstudie B wird die Teilnahme an dem Umweltbildungsprogramm auf eine Änderung hinsichtlich des umweltfreundlichen Verhaltens und der Naturverbundenheit von Jugendlichen näher beleuchtet. Des Weiteren wird ein möglicher Zusammenhang zwischen den beiden Variablen und umweltrelevantem Wissen untersucht.

Die Forschungsfragen lauteten:

- Wird durch die Teilnahme an dem Umweltbildungsprogramm ein umweltfreundliches Verhalten bei Jugendlichen gefördert?

- Wird durch die Teilnahme an dem Umweltbildungsprogramm die Naturverbundenheit bei Jugendlichen gefördert?
- Inwieweit besteht ein Zusammenhang zwischen umweltrelevantem Verhalten, Naturverbundenheit und umweltrelevanten Wissen bei Jugendlichen?

Teilstudie C

Die Beziehung zu Tieren scheint ein Schlüsselfaktor im Hinblick auf das Umweltengagement zu sein. Teilstudie C beschäftigte sich mit der Empathie Jugendlicher gegenüber Tieren und damit wie diese mit der Naturverbundenheit und der Umwelteinstellung in Verbindung steht.

Die Forschungsfragen lauteten:

- Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Empfinden von Empathie Jugendlicher gegenüber Tieren und einer Kindheit mit Tieren?
- Unterscheidet sich dieses Empfinden bei weiblichen und männlichen Jugendlichen?
- Steht die Empathie gegenüber Tieren im Zusammenhang zur Naturverbundenheit von Jugendlichen?
- Steht die Empathie gegenüber Tieren im Zusammenhang zur Umwelteinstellung von Jugendlichen?

3.4 Methoden

Studiendesign und Teilnehmer

Die Interventionsstudie⁵ folgte einem quasi-experimentellen Design. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer füllten ca. 1 Woche vor dem Umweltbildungsprogramm (Intervention) einen Fragebogen (T_0) aus. Die zweite Befragung erfolgte direkt im Anschluss an die Teilnahme am Umweltbildungsprogramm (T_1), während der dritte Fragebogen ca. 6 Wochen später von den Teilnehmern beantwortet wurde (T_2). Da die Schüler jeden der drei Fragebögen mit einem streng vertraulichen Code, den sie selbst generierten, beschrifteten, konnten die Fragebögen einander zugeordnet werden, nicht aber den Teilnehmern.

Die Stichprobenauswahl erfolgte durch die Einladung von Gymnasien, die in einer Reichweite von ca. 90 km um den Zoo lagen (Convenience Sample). Daraufhin meldeten sich Lehrer von fünf verschiedenen Gymnasien, um mit ihren 10. Klassen an der Studie teilzunehmen. Die Teilnehmerzahl entsprach insgesamt 338 Schülern (Mittelwert \pm Standardabweichung: 15.4 \pm 2,4 Jahre; 174 ♀, 157 ♂, 6 ohne Angabe). Davon befanden sich 104 Schüler in der Kontrollgruppe, die nicht an der Intervention teilnahm, sondern lediglich die drei Fragebögen in einem vergleichbaren Zeitschema ausfüllte. Mit Hilfe der Kontrollgruppe können Effekte ausgeschlossen werden, die auf das wiederholte Ausfüllen des Fragebogens zurückzuführen sind (Mertens, 2014). Die Lehrer, die mit ihren Klassen an der Intervention teilgenommen haben, wurden gebeten auf Vor- und Nachbereitungen zu verzichten. Die Einbettung außerschulischer Lernangebote in den Unterricht ist hilfreich um mögliche Effekte zu unterstützen (Smith-Sebasto & Cavern, 2006; Stern, Powell, & Ardoin, 2008). Allerdings sollten im Rahmen dieser Studie mögliche Effekte alleine auf die Intervention zurückzuführen sein. Schüler wurden von der Auswertung ausgeschlossen, wenn Fragebögen fehlten (z. B. durch Krankheit am Testzeitpunkt) oder weniger als 80 % der Antworten pro Instrument nicht

⁵ Die Genehmigung der Datenerhebung erfolgte durch das Bayerische Staatsministerium für Unterricht und Kultus (II.7-5 O 5106/58/9).

beantwortet wurden. Daraus folgte eine Dezimierung der Nettostichprobe und eine leicht variierende Stichprobengröße innerhalb der Teilstudien (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Beschreibung der Stichprobe und Kontrollgruppe der Teilstudien A, B und C. Alter wird in Mittelwert \pm Standardabweichung angegeben.

Teil- studie	Interventionsteilnehmer			Kontrollgruppe		
	Anzahl	Alter	Geschlechter- verhältnis	Anzahl	Alter	Geschlechter- verhältnis
A	117	15.6 \pm 0.61	59 ♀, 58 ♂	61	15.8 \pm 0.82	36 ♀, 25 ♂
B	107	15.6 \pm 0.60	55 ♀, 52 ♂	55	15.8 \pm 0.86	31 ♀, 24 ♂
C	100	15.5 \pm 0.61	54 ♀, 46 ♂	-	-	-

Umweltbildungsprogramm

Der Inhalt des Umweltbildungsprogramms orientierte sich an dem bayerischen Lehrplan Gymnasium für die 10. Jahrgangsstufe⁶. Der Schwerpunkt lag auf dem Themenblock *Grundlegende Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen*. Da Zoobesucher besonderes Interesse an Säugetieren zeigen (Moss & Esson, 2010) wurden für das Programm marine Säugetiere ausgewählt, um durch das grundlegende Interesse an diesen Tieren das Lernen zu fördern. Bei den marinen Säugetieren handelte es sich um das Nagelmanati (*Trichechus manatus*), den Seehund (*Phoca vitulina*), den Kalifornischen Seelöwen (*Zalophus californianus*) und den Eisbären (*Ursus maritimus*). Anhand dieser Beispielorganismen und dem Ökosystem Meer wurde u. a. auf die Themen Stoffkreisläufe, Energiefluss und Anpassungen an die

⁶ <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26227>

Umwelt eingegangen. Zudem war die Bedeutung und Gefährdung des Ökosystems Meer und der oben genannten Tierarten grundlegender Inhalt.

Das Programm bestand aus zwei Modulen, in denen kooperative Lernmethoden (Lernen an Stationen und Gruppenpuzzle) angewandt wurden. Die Schüler arbeiteten selbstständig und konnten ihre Ergebnisse mit einem Lösungsheft vergleichen. Das Programm war auf ungefähr 4 Stunden ausgelegt.

Im Modul 1 arbeiteten die Schüler in Gruppen (max. 5 Personen) an Lernstationen, die sich direkt an den Tiergehegen befanden. Die Jugendlichen lösten Aufgaben zur Anpassung, Verhalten und Ökologie des entsprechenden Tieres. Jeder Teilnehmer erhielt ein Arbeitsheft (siehe Anhang) mit den zu lösenden Aufgaben und organisatorischen Informationen (z. B. Gehegeplan des Zoos). Es wurde bei den Aufgabenstellungen darauf geachtet, dass die Teilnehmer sich zum einen mit den Tieren durch Beobachtungsaufgaben auseinandersetzten, zum anderen wurde ein Bezug zum natürlichen Habitat der Arten hergestellt.

Modul 2 wurde im Seminarraum der Zooschule durchgeführt. Anhand eines Gruppenpuzzles setzten sich die Schüler innerhalb der Expertengruppen mit folgenden Themen auseinander: Überfischung, Klimawandel am Beispiel des Nordpolarmeers, Toxine im Ozean und Müllverschmutzung des Meers. Die Experten erarbeiteten ihr entsprechendes Thema mit Hilfe eines Arbeitshefts (siehe Anhang), um die Inhalte anschließend ihren Mitschülern in den Basisgruppen vermitteln zu können. Die Basisgruppen setzten sich aus jeweils vier Experten jeden Themas zusammen. Mit Hilfe eines Frageleitbogens (siehe Anhang) wurden die vier Themen diskutiert und sichergestellt, dass die Nicht-Experten einen vergleichbaren Wissensstand erreichten.

Erhebungsinstrumente und Datenauswertung

Bei den angewandten Tests wurde grundsätzlich die Nullhypothese bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 05$ verworfen. Korrekturen der Irrtumswahrscheinlichkeit werden an entsprechender Stelle erwähnt. Die Effektstärke wurde nach Field (2013) berechnet, mit $r > .10$ für einen kleinen Effekt, $r > .30$ für einen mittleren Effekt und $r > .50$ für einen großen Effekt (Cohen, 1992).

Teilstudie A

Um in **Teilstudie A** den kurz- und langfristigen Lernerfolg zu ermitteln, wurden 16 *Ad-hoc* Single-Choice Fragen (eine richtige Antwort und drei Distraktoren, siehe Anhang) entwickelt, die den Inhalt beider Module abdeckten (pro Modul acht Fragen). Unter Berücksichtigung der Itemschwierigkeit und der Trennschärfe wurden jeweils zwei Fragen pro Modul nicht in die Auswertung einbezogen (Scharfenberg, Bogner, & Klautke, 2006). *Cronbach's alpha* bei T_1 erreichte einen Wert von .68, der bei einem Gruppenvergleich einer Variablen als ausreichend betrachtet wird (Lienert, 1969).

Pro Testzeitpunkt und Schüler wurde ein Summenwert gebildet, wobei die richtige Beantwortung der Frage mit 1, die falsche Beantwortung mit 0 kodiert worden ist. Da die Daten nicht normalverteilt waren, wurden nicht-parametrische Tests angewandt. Der Gruppenvergleich der Summenwerte über die drei Testzeitpunkte wurde mit dem Friedman-Test gerechnet. Um Aussagen über den kurzfristigen ($T_0 - T_1$) und den langfristigen Lernerfolg ($T_0 - T_2$) treffen zu können, wurde der Wilcoxon-Test angewandt.

Teilstudie B

Das umweltrelevante Verhalten der Schüler wurde in der **Teilstudie B** mit der *general ecological behavior* (GEB) Skala von (Kaiser, Oerke, & Bogner, 2007) erfasst, die speziell für die Befragung von Jugendlichen entwickelt wurde. Die Skala besteht aus 40 Items, die in sechs Subskalen eingeordnet werden können: Energiesparen, Mobilität und Transport,

Müllvermeidung, Recycling, Konsumverhalten und stellvertretende umweltrelevante Verhaltensweisen. Das Antwortformat bestand aus einer 5-stufigen Likert-Skala, wobei die Häufigkeit abgefragt wurde (nie – immer). Invers formulierte Items wurden vor der Auswertung entsprechend umcodiert. Ebenso wurde das mehrfach gestufte Antwortformat in ein dichotomes umgewandelt (vgl. Kaiser et al., 2007). Die Antwortmöglichkeiten nie, selten und manchmal wurden als negativ betrachtet, die Antwortmöglichkeiten oft und immer hingegen als positiv. Die GEB Skala wurde mit einem dichotomen Rasch-Modell kalibriert (Bond & Fox, 2001). Das Rasch-Modell ist ein probabilistisches Modell, das sowohl die Fähigkeit der Person als auch die Schwierigkeit des Items in seiner Modellgleichung berücksichtigt (Strobl, 2010). Laut (Kaiser & Wilson, 2004) wird die Wahrscheinlichkeit, dass eine Person ein spezifisches umweltrelevantes Verhalten zeigt, bestimmt vom persönlichen Engagement und der Schwierigkeit dieses Verhalten auszuüben. Die Anwendung des Rasch Models erlaubt eine eindimensionale Messung umweltrelevanten Verhaltens mit verschiedenen Sets von Verhaltensweisen (Kaiser & Wilson, 2004). Für jeden der drei Testzeitpunkte wurden jeweils 23 unterschiedliche Items der Skala ausgewählt (siehe Anhang). Somit fehlten gewollt 43 % der Daten. Dieses Vorgehen ermöglichte den Umfang der Fragebatterie so gering wie möglich zu halten und dadurch Ermüdungseffekte bei den Teilnehmern entgegen zu wirken (vgl. Roczen et al., 2014). Die *person separation reliability* entsprach .60 zum Zeitpunkt T_0 , .65 zum Zeitpunkt T_1 und .70 zum Zeitpunkt T_2 . Diese Reliabilität basiert auf dem gleichen Konzept wie *Cronbach's alpha* und lässt sich dementsprechend ähnlich interpretieren (Bond & Fox, 2001). Für die Folgeberechnungen wurden die Rasch-Personenschätzer in [Logits] verwendet. Für Gruppenvergleiche bzgl. des Lernerfolgs wurde ein Mediansplit durchgeführt, wobei 53 Schüler ein hohes GEB-Anfangslevel ($> Mdn 0.012$) und 54 Schüler ein niedriges GEB-Anfangslevel ($\leq Mdn 0.012$) zeigten.

Zur Messung der Naturverbundenheit wurde die *Inclusion of Nature in Self* (INS) Skala von Schultz (2002) herangezogen. Die Skala besteht aus einem graphischen Item (siehe Anhang).

Der Überlappungsgrad von sieben Kreispaaren repräsentiert die individuell empfundene Verbundenheit zwischen der subjektiven Person und der Natur. Die Kodierung erfolgte von 1 (zwei sich überhaupt nicht überlappende Kreise) bis 7 (zwei komplett überlappende Kreise). Die Test-Wiederholungstest-Reliabilität wurde anhand der Kontrollgruppe mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten erfasst, mit $r = 0.76$, $p < .001$ (Wiederholungstest nach einer Woche, T_1) und $r = 0.75$, $p < .001$ (Wiederholungstest nach sechs Wochen, T_2). Für Gruppenvergleiche bzgl. des Lernerfolgs wurde ein Mediansplit durchgeführt, wobei 59 Schüler ein hohes INS-Anfangslevel ($> Mdn\ 3$) und 48 Schüler ein niedriges INS-Anfangslevel ($\leq Mdn\ 3$) zeigten.

Das Wissen wurde mit den *Ad-hoc* Single-Choice Fragen erhoben, die in Teilstudie A beschrieben wurden.

Da die Daten nicht normalverteilt waren und zudem die Variable INS ein ordinales Skalenniveau aufweist, wurde nicht parametrisch getestet. Kurz- ($T_0 - T_1$) und langfristige ($T_0 - T_2$) Änderungen in den GEB-Rasch-Personenschätzern und den INS-Werten der Schüler wurden zunächst mit dem Friedman-Test und anschließendem Wilcoxon-Test überprüft. Für den post-hoc Test wurde die Irrtumswahrscheinlichkeit auf $p < .0167$ (Bonferroni-Korrektur) herabgesetzt. Für den Zusammenhang zwischen umweltrelevantem Verhalten, Naturverbundenheit und Wissen wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman kalkuliert. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde auf $p < .008$ (signifikant) und auf $p < .002$ (hoch signifikant) herabgesetzt, ebenfalls mittels Bonferroni-Korrektur. Für den unabhängigen Gruppenvergleich zwischen Schülern mit niedrigem GEB-Rasch-Personenschätzer bzw. INS-Werten und Schülern mit hohem GEB-Rasch-Personenschätzer bzw. INS-Werten wurde bzgl. des Wissens der Mann-Whitney-Test herangezogen. Die Gruppen wurden mittels Mediansplit bestimmt.

Teilstudie C

In **Teilstudie C** wurde die Empathie gegenüber Tieren mit Hilfe der *animal empathy* Skala (AES) von Paul (2000) erfasst (siehe Anhang). Die Skala enthält 22 Items, die empathische (*empathic sentiments*⁷) und nicht empathische Gefühle (*unempathic sentiments*⁸) abfragen. Im Rahmen der Studie wurde die Skala gekürzt, um die Anwendbarkeit in Interventionsstudien zu erleichtern, d.h. den Umfang der Fragebatterie für die Teilnehmer so gering wie möglich zu halten. Dafür wurde eine Pilotstudie mit 181 Universitätsstudierenden (Alter: $M \pm SD$: 22.20 \pm 3.85, 117♀, 64 ♂) durchgeführt. Das Antwortformat bestand aus einer 5-stufigen Likert-Skala mit folgenden Antwortmöglichkeiten (Kodierung in Klammern): stimmt überhaupt nicht (1); stimmt nicht (2); teils, teils (3); stimmt (4), stimmt genau (5). Dieses Format wurde in Teilstudie C beibehalten. Mit Hilfe einer Hauptachsen-Faktorenanalyse konnten die Items der Skala auf 2 Faktoren zurückgeführt werden, *empathic sentiments* und *unempathic sentiments*. Es wurden jeweils die drei Items mit den höchsten Ladungen in Teilstudie C eingesetzt, in der die Reliabilität der 2 Faktoren zufriedenstellend war (*empathic sentiments*: Cronbach's alpha = .82, *unempathic sentiments*; Cronbach's alpha = .77).

Die Umwelteinstellung der Schüler wurden mit dem *two-dimensional Model of Environmental Values* (2-MEV) erfasst (Bogner & Wiseman, 2004; Bogner & Wiseman, 2006; Wiseman & Bogner, 2003). Die Skala bildet zwei gegensätzliche Dimensionen ab, *preservation* und *utilization*⁹. *Preservation* erfasst die biozentrische Einstellung eines Menschen zur Natur. Sie reflektiert seine Bereitschaft die Natur um ihretwillen zu schützen und zu erhalten. *Utilization* hingegen spiegelt die anthropozentrische Sichtweise eines Menschen wieder, der natürliche Ressourcen für das Wohl der Menschheit (aus)nutzt. Für die vorliegende Studie wurde die Version von Bogner & Wiseman (2006) verwendet (siehe Anhang). Mit jeweils 10 Items

⁷ Fachterminus ohne deutsche Entsprechung.

⁸ Siehe oben.

⁹ Es werden die englischen Begriffe *preservation* und *utilization* beibehalten, da die deutschen Begriffe die zugrundeliegende Theorie des 2-MEV weniger deutlich erfassen.

wurden *utilization* (Cronbach's $\alpha = .84$) und *preservation* (Cronbach's $\alpha = .71$) erfasst. Das Antwortformat und die Kodierung entsprachen der AES (siehe oben).

Die Verbundenheit der Schüler mit der Natur wurde in Teilstudie C ebenfalls mit der INS-Skala erfasst (Beschreibung siehe Teilstudie B).

Mittels der Hauptachsen-Faktorenanalyse wurden für jeden Schüler Faktorenwerte für die Faktoren der AES (*empathic* und *unempathic sentiments*) und des 2-MEV (*utilization* und *preservation*) berechnet und diese in der weiteren Analyse verwendet. Aufgrund einer Normalverteilung der Daten wurden mit einem *t*-Test für unabhängige Stichproben Mittelwerte der AES zwischen den Geschlechtern und der Kindheit mit bzw. ohne Tiere verglichen. Ein möglicher Zusammenhang zwischen Empathie gegenüber Tieren, Umwelteinstellungen und Naturverbundenheit wurde mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman ermittelt. Es wurde nicht-parametrisch getestet, da die INS-Skala ein ordinales Skalenniveau aufweist.

Tabelle 2 zeigt eine Übersicht zu den Skalen, deren Einsatz zu den jeweiligen Testzeitpunkten und deren Analyse in den entsprechenden Teilarbeiten.

Tabelle 2: Einsatz der Skalen zu den jeweiligen Testzeitpunkten, T_0 = Vortest, T_1 = Nachtest, T_2 = Behaltenstest und Analyse in den entsprechenden Teilarbeiten.

Skala	T_0	Teilarbeit	T_1	Teilarbeit	T_2	Teilarbeit
Wissen (<i>Ad-hoc</i> Single-Choice Fragen)	X	A/B	X	A/B	X	A/B
General ecological behavior (GEB)	X	B	X	B	X	B
Inclusion of Nature in Self (INS)	X	B/C	X	B	X	B
Animal empathy scale (AES)	X	C				
Two-dimensional Model of Environmental Values (2-MEV)	X	C				

3.5 Ergebnisse und Diskussion

Teilstudie A

In Teilstudie A sollte der Lernerfolg von Schülern, die an einem einmaligen Zoobesuch teilgenommen haben, in Hinblick auf eine kooperative Lernumgebung untersucht werden. Die Teilnehmer zeigten sowohl einen kurzfristigen ($T_0 - T_1$) als auch einen langfristigen ($T_0 - T_2$) Lernerfolg. Da in der Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede in den Summenwerten zwischen den drei Testzeitpunkten zu verzeichnen waren, können Testeffekte durch wiederholte Messungen ausgeschlossen werden.

Obwohl die Schüler langfristigen Wissenserwerb zeigten, haben sie dennoch Inhalte vergessen. Eine entsprechende Nachbereitung des Zoobesuchs kann dem entgegenwirken. Allerdings wurde in der vorliegenden Studie bewusst auf Vor- und Nachbereitungen verzichtet, um die gemessenen Effekte ausschließlich auf den Zoobesuch beziehen zu können (siehe S. 22).

Die Betrachtung der zwei Module und somit der kooperativen Methoden unabhängig voneinander, ergab das gleiche Resultat. Ähnlich zu anderen Studien (Randler et al., 2007; Wiegand et al., 2013), konnten mit Hilfe des Lernens an Stationen Curriculum-relevante Themen, wie Anpassungen von Lebewesen an einem außerschulischen Lernort, vermittelt werden. Die Methode des Gruppenpuzzles ist an außerschulischen Lernorten kaum erforscht. Allerdings konnten Randler et al. (2012) mit einer ähnlichen Methode (Peer-Tutoring) ebenso positive Effekte auf den Wissenserwerb von Schülern feststellen. Die gewählten kooperativen Lernmethoden können für einen Einsatz während eines einmaligen Zoobesuchs als geeignet angesehen werden, um den Wissenserwerb bei Schülern kurz- und langfristig zu fördern.

Teilstudie B

Teilstudie B befasste sich zunächst damit, ob sich die Teilnahme an dem Umweltbildungsprogramm auf das umweltrelevante Verhalten und die Naturverbundenheit von Jugendlichen auswirkt.

Es konnte keine Änderung des umweltrelevanten Verhaltens bei Jugendlichen festgestellt werden. Der Vergleich der GEB- Personenschätzer zwischen T_0 , T_1 und T_2 zeigte keinen signifikanten Unterschied, ebenso in der Kontrollgruppe. Dieses Ergebnis ist nicht überraschend. Um Verhalten zu ändern, muss auch die alltägliche Routine durchbrochen werden (Heimlich & Ardoin, 2008). Zudem müssen auch vergangene Verhaltensweisen beachtet werden, da diese signifikant im Zusammenhang zur Intention stehen, sich umweltfreundlich zu verhalten (Carrus, Passafaro, & Bonnes, 2008).

Länger andauernde Bildungsprogramme scheinen eine Verhaltensänderung mittel- und langfristig zu begünstigen (Bogner, 1998). Allerdings lassen sich mehrtägige Programme, aufgrund von engen Lehrplänen, kaum in den Schulalltag integrieren. Besuche an außerschulischen Lernorten, die in den Lehrplan eingebettet und vor- und nachbereitet werden, unterstützen mögliche Programm-Effekte (Smith-Sebasto & Cavern, 2006; Stern et al., 2008). So könnten durch eine gezielte Nachbereitung Verhaltensweisen in die alltägliche Routine von Schülern aufgenommen werden. Aufgrund des Studien-Designs (siehe S. 22) wurde jedoch darauf verzichtet. Umweltrelevantes Verhalten wird auch von soziodemographischen Faktoren beeinflusst, beispielsweise vom Elternhaus (Grønhøj & Thøgersen, 2009; Rickinson, 2001). So dürften sich Schüler an der Lebensweise ihrer Eltern orientieren.

Die Jugendlichen zeigten kurz nach der Teilnahme an dem Umweltbildungsprogramm eine unerwartete Abnahme ihrer Naturverbundenheit, $r = -.17$ (die Kontrollgruppe hingegen zeigte keinen signifikanten Unterschied). Studien zeigten bisher eine Zunahme der Naturverbundenheit aufgrund eines Zoobesuchs (Bruni et al., 2008; Schultz & Tabanico, 2007).

Allerdings konnten dort die Teilnehmer ihren Besuch selbst gestalten. Durch die Arbeitsaufträge und Arbeitsblätter könnten sich die Jugendlichen eingeschränkt gefühlt haben (Griffin & Symington, 1997). Dieses negative Gefühl könnte sich auf die emotionale Reaktion der Schüler auf ihre Umgebung, den Zoo, ausgewirkt haben.

Zudem ist die Tierart, deren Aktivität, möglicher Augenkontakt und wahrgenommene Interaktion dafür verantwortlich inwieweit Menschen emotional auf Tiere reagieren (Myers, Saunders, & Birjulin, 2004; Powell & Bullock, 2014). Obwohl hierfür Säugetiere ausgewählt wurden, da diese ein besonderes Interesse bei Zoobesuchern wecken (Moss & Esson, 2010), könnte das Interesse der Schüler, welches nicht abgefragt wurde, an den Tieren eventuell moderat gewesen sein. Zudem könnten die Tiere während des Zoobesuchs nicht aktiv gewesen sein, wodurch kaum eine Interaktion wahrgenommen werden konnte. Ebenso könnte kein Augenkontakt zustande gekommen sein. Ein direkter Kontakt konnte so eventuell nicht ermöglicht werden. Eine Studie zeigte, dass die Einbindung in die Tierpflege während eines Zooprogramms, die Umwelteinstellungen und –verhaltensweisen der Teilnehmer beeinflusste (Kruse & Card, 2004). Durch diese direkte Begegnung könnte auch Naturverbundenheit gefördert werden.

Allerdings handelte es sich bei der Abnahme der Naturverbundenheit nur um ein kurzzeitiges Phänomen. Nach 6 Wochen kehrten die Schüler zu ihrem anfänglichen Verbundenheitsniveau zurück.

Im Folgenden werden Zusammenhänge zwischen Wissen, umweltrelevantem Verhalten und Naturverbundenheit näher betrachtet.

Neuere Studien (Davis et al., 2009; Davis et al. 2011; Schultz, 2001) ergaben, dass umweltrelevantes Verhalten und Naturverbundenheit positiv miteinander korrelieren. Überraschenderweise zeigte die Kontrollgruppe keine Korrelation. Die Schüler, die hingegen

am Umweltbildungsprogramm teilgenommen haben, zeigten vor und nach dem Programm einen positiven Zusammenhang beider Variablen mit mittlerer Effektstärke.

Das Wissenslevel der Schüler stand mit dem Grad ihrer Naturverbundenheit bei allen drei Testzeitpunkten im positiven Zusammenhang (kleine bis mittlere Effekte). Die Teilnehmer die ein hohes INS-Anfangslevel zeigten, erzielten ein höheres Wissen vor, direkt und sechs Wochen nach dem Programm im Vergleich zu den Jugendlichen mit niedrigem INS-Anfangslevel. Das Wissen über Ökologie und Gründe für Umweltprobleme wird als Förderer für Naturverbundenheit angesehen (Kaiser et al., 2008). Ebenso scheint der Grad der Naturverbundenheit den Erwerb von umweltrelevantem Wissen während der Teilnahme an einem Umweltbildungsprogramm in Schülern zu begünstigen.

Die GEB Personenschätzer der Schüler zeigten einen positiven Zusammenhang mit deren Wissenslevel direkt und sechs Wochen nach der Programmteilnahme (mittlerer und kleiner Effekt). Die Teilnehmer, die ein hohes GEB-Anfangslevel vorwiesen, verzeichneten im Vergleich zu ihren Mitschülern mit niedrigem GEB-Anfangslevel kurzfristig einen höheren Lernerfolg (mittlerer Effekt). Obwohl die Teilnahme am Umweltbildungsprogramm nicht generell zu einer Veränderung des umweltrelevanten Verhaltens der Schüler führte, scheint der ökologische Lebensstil der Jugendlichen ihr Interesse an umweltrelevanten Themen widerzuspiegeln, was sich durch den Lernerfolg äußerte.

Teilstudie C

In Teilstudie C stand die Mensch-Tier Beziehung, gemessen an der Empathie gegenüber Tieren und ein möglicher Zusammenhang zu Umwelteinstellungen und Naturverbundenheit im Zentrum der Betrachtung. Es zeigte sich, dass Jugendliche, die ihre Kindheit mit Tieren verbracht haben, stärkere *empathic sentiments* und schwächere *unempathic sentiments* aufwiesen. Bei Jugendlichen, die nicht mit Tieren aufgewachsen sind, verhielt es sich konträr.

Die Ergebnisse der Pilotstudie, an der Studierende teilnahmen, waren vergleichbar. Da die Effektstärken in Teilstudie C moderat waren, müssen weitere Faktoren eine Rolle spielen, wie zum Beispiel die Eltern-Kind Beziehung, die andere Beziehungen des Kindes beeinflussen können (Melson, 2003). Zudem scheint auch die Art des Tieres von Bedeutung zu sein (Mueller, 2014). Hunde- und Pferdebesitzer zeigten eine höhere emotionale Verbundenheit als z. B. Menschen, die Reptilien oder Vögel hielten, was sich durch intensivere Interaktionsmöglichkeiten erklären lassen könnte.

Vergleicht man die Empathie gegenüber Tieren zwischen weiblichen und männlichen Jugendlichen, wiesen die Schülerinnen höhere Werte in den *empathic sentiments* auf als die Schüler. Bezüglich der *unempathic sentiments* gab es keine Unterschiede zwischen weiblichen und männlichen Jugendlichen. Die Teilnehmerinnen der Pilotstudie zeigten höhere *empathic sentiments*-Werte und sogar niedrigere *unempathic sentiments* als die Teilnehmer. Diese Ergebnisse stimmen mit denen der Literatur überein. Frauen zeigen im Durchschnitt positivere Verhaltensweisen und Einstellungen in Bezug auf Tiere, z. B. Ablehnung von Tierexperimenten und Engagement im Tierschutz (Herzog, 2007).

Jugendliche, die mehr Empathie gegenüber Tieren empfanden, zeigten ebenso eine stärkere Naturverbundenheit, allerdings nur mit einem kleinen Effekt. Die Naturverbundenheit einer Person kann von einer Vielzahl von Faktoren abhängen. Erlebnisse im Freien, sowohl in der Kindheit als auch gegenwärtig, fördern das Umweltbewusstsein (Ewert, Place, & Sibthorp, 2005; Wells & Lekies, 2006). Personen, die regelmäßig an Aktivitäten im Freien teilnehmen, empfinden eine stärkere Verbundenheit mit der Natur, im Vergleich zu Personen mit unregelmäßigen Erlebnissen im Freien (Beery, 2013). Trotzdem dürfte Naturverbundenheit mit einem Besorgnis um das Wohl von Tieren zusammenhängen (Schultz, 2002). Studienteilnehmer, die sich in Tiere hineinversetzten, zeigten ein größeres Umweltbewusstsein, als neutrale Teilnehmer (Schultz, 2000).

Ebenso gibt es einen Zusammenhang zwischen der Empathie gegenüber Tieren und Umwelteinstellungen. Jugendliche mit intensiveren *empathic sentiments* zeigten höhere *preservation*-Werte und niedrigere *utilization*-Werte, wohingegen *unempathic sentiments* positiv mit den *utilization*-Werten korrelierten. Die Zuneigung zu Tieren ist positiv verknüpft mit einer umweltfreundlichen Orientierung (Vining, 2003) und Empathie gegenüber Naturobjekten. Dies führt zu positiveren Umwelteinstellungen und sogar umweltrelevantem Verhalten (Berenguer, 2007).

3.6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die vorliegende Gesamtstudie leistet einen wichtigen Beitrag zur Lehr-Lern-Forschung am außerschulischen Lernort Zoo und unterstreicht das unzureichend ausgeschöpfte Potential der Mensch-Tier-Beziehung im Hinblick auf umweltrelevante Fragestellungen. Im Folgenden werden mögliche Konsequenzen für den schulischen Bereich und die weiterführende Forschung kurz dargelegt.

Das Umweltbildungsprogramm mit den gewählten kooperativen Lernmethoden zeigte einen kurz- und langfristigen Lernerfolg der Jugendlichen hinsichtlich des umweltrelevanten Wissens auf globaler Ebene. Zoobesuche können demnach zur Umweltbildung und einer Bildung für nachhaltige Entwicklung beitragen und Schulen bei der Vermittlung des notwendigen Wissens mit Hilfe eines lehrplanbezogenen und lernzentrierten Bildungsprogramms unterstützen. Um allerdings ein differenzierteres Bild der beiden Lernmethoden aufzeigen zu können, müssten in einer Folgestudie Faktoren gemessen werden, die den kognitiven Lernerfolg der Schüler beeinflussen könnten, z. B. individuelle Lernpräferenzen (Rickinson et al., 2004) oder Lernemotionen (Randler, 2009). Zudem müssten mehrere Alterskohorten in die Erhebungen miteinbezogen werden. Studien zeigten, dass jüngere Schüler für eine erfolgreiche Anwendung

der beiden Lernmethoden Anleitung benötigen (Souvignier & Kronenberger, 2007; Sturm & Bogner, 2008).

Obwohl die erhofften Effekte des Umweltbildungsprogramms auf das umweltrelevante Verhalten und die Naturverbundenheit der Schüler ausblieben, konnte die Studie einen weiteren Einblick in die Komplexität relevanter Variablen in der Umweltbildung geben. So kann umweltrelevantes Wissen nicht nur als Prädiktor für Umweltverhalten angesehen werden. Der ökologische Lebensstil und die empfundene Naturverbundenheit können den kognitiven Lernerfolg von Schülern während eines Umweltbildungsprogrammes fördern. Da sich informelle, also freigestaltete Zoobesuche positiv auf die Naturverbundenheit auswirken können (Bruni et al., 2008), sollte in Bildungsprogrammen die individuelle Wahrnehmung der Teilnehmer in Bezug auf ihre Begegnung mit den Zootieren und dem Zoobesuch erfasst werden, um mögliche Effekte auf die Naturverbundenheit differenzierter erklären und geeignete Begegnungen mit Zootieren identifizieren zu können.

Aufgrund der systematischen Evaluation konnten bedeutende Aussagen über die Effizienz des Umweltbildungsprogramms getroffen werden. Es konnte ein kurz- und langfristiger Lernerfolg bezüglich umweltrelevanten Wissens erzielt werden. Obwohl es zu keiner gewünschten positiven Veränderung sowohl des umweltrelevanten Verhaltens als auch der Naturverbundenheit bei Schülern kam, scheinen diese beiden Faktoren eine Wissensvermittlung zu begünstigen. Insbesondere die kurzfristige Abnahme Naturverbundenheit erweist sich als bedeutungsvolles Resultat. Die Begegnung mit Zootieren innerhalb eines Bildungsprogramms muss überlegt sein, da zudem die Ergebnisse zur Mensch-Tier-Beziehung zeigen, wie wichtig diese sein kann, um Menschen für umweltrelevante Themen zu sensibilisieren.

Ein methodischer Ansatz in Evaluationsvorhaben von Bildungsprogrammen in Zoos ist unumgänglich, um entscheidende Hinweise auf die Weiterentwicklung dieser zu bekommen.

Gerade durch den Einsatz valider Skalen ist es möglich Vergleiche zu anderen Umweltbildungsprogrammen als auch anderen außerschulischen Lernorten anzustellen bzw. Erkenntnisse zu übertragen. Weitere Studien sind allerdings nötig um das Bildungspotential von Zoos voll ausschöpfen zu können.

3.7 Literaturverzeichnis

- Andersen, L. L. (2003). Zoo education: from formal school programmes to exhibit design and interpretation. *International Zoo Yearbook*, 38(1), 75–81.
- Aronson, E., Blaney, N., Stephin, C., Sikes, J., & Snapp, M. (1978). *The Jigsaw Classroom*. Beverly Hills, CA: Sage Publishing Company
- Artzt, A. F., & Newman, C. M. (1990). Implementing the Standards. Cooperative Learning. *Mathematics Teacher*, 83(6), 448–452.
- Batson, C. D., Ahmad, N., & Lishner, D. A. (2011). 39 Empathy and Altruism. In C. R. Snyder & S. J. Lopez (Hrsg.), *The Oxford handbook of positive psychology* (S. 417–427). Oxford: Oxford University Press.
- Beery, T. H. (2013). Nordic in nature: friluftsliv and environmental connectedness. *Environmental Education Research*, 19(1), 94–117.
- Berenguer, J. (2007). The effect of empathy in proenvironmental attitudes and behaviors. *Environment and Behavior*, 39(2), 269–283.
- Bertucci, A., Conte, S., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2010). The Impact of Size of Cooperative Group on Achievement, Social Support, and Self-Esteem. *The Journal of General Psychology*, 137, 256–272. doi:10.1080/00221309.2010.484448.
- Beuren, A., & Dahm, M. (2000). Lernen an Stationen. *Unterricht Biologie*, 259, 4-9.
- Bogner, F. X. (1998). The influence of short-term outdoor ecology education on long-term variables of environmental perspective. *The Journal of Environmental Education*, 29(4), 17–29.
- Bogner, F. X., & Wiseman, M. (2004). Outdoor ecology education and pupils' environmental perception in preservation and utilization. *Science Education International*, 15(1), 27–48.
- Bogner, F. X., & Wiseman, M. (2006). Adolescents' attitudes towards nature and environment: Quantifying the 2-MEV model. *Environmentalist*, 26(4), 247–254.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2001). *Applying the Rasch model. Fundamental measurement in the human sciences*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bruni, C., Fraser, J., & Schultz, P. W. (2008). The Value of Zoo Experiences for Connecting People with Nature. *Visitor Studies*, 11, 139–150. doi:10.1080/10645570802355489.
- Carr, N., & Cohen, S. (2011). The Public Face of Zoos: Images of Entertainment, Education and Conservation. *Anthrozoos: A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals*, 24, 175–189. doi:10.2752/175303711X12998632257620.
- Carrus, G., Passafaro, P., & Bonnes, M. (2008). Emotions, habits and rational choices in ecological behaviours: The case of recycling and use of public transportation. *Journal of Environmental Psychology*, 28(1), 51–62.
- Clayton, S., Fraser, J., & Saunders, C. D. (2009). Zoo experiences: conversations, connections, and concern for animals. *Zoo Biology*, 28, 377–397. doi:10.1002/zoo.20186.

- Clayton, S., Luebke, J., Saunders, C., Matiasek, J., & Grajal, A. (2014). Connecting to nature at the zoo: Implications for responding to climate change. *Environmental Education Research, 20*(4), 460–475.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological bulletin, 112*(1), 155.
- Culen, G. R., & Volk, T. L. (2000). Effects of an extended case study on environmental behavior and associated variables in seventh-and eighth-grade students. *The Journal of Environmental Education, 31*(2), 9–15.
- Davidson, S. K., Passmore, C., & Anderson, D. (2009). Learning on zoo field trips: The interaction of the agendas and practices of students, teachers, and zoo educators. *Science Education, 94*, 122–124. doi:10.1002/sce.20356.
- Davis, J. L., Green, J. D., & Reed, A. (2009). Interdependence with the environment: Commitment, interconnectedness, and environmental behavior. *Journal of Environmental Psychology, 29*(2), 173–180.
- Davis, J. L., Le, B., & Coy, A. E. (2011). Building a model of commitment to the natural environment to predict ecological behavior and willingness to sacrifice. *Journal of Environmental Psychology, 31*(3), 257–265.
- Dierking, L. D., Burtnyk K., Buchner K. S., & Falk J. H. 2002. *Visitor Learning in Zoos and Aquariums: A literature review*. Silver Spring, MD: American Zoo and Aquarium Association.
- Dierking, L. D., Adelman, L. M., Ogden, J., Lehnhardt, K., Miller, L., & Mellen, J. D. (2004). Using a behavior change model to document the impact of visits to Disney's Animal Kingdom: A study investigating intended conservation action. *Curator: The Museum Journal, 47*(3), 322–343.
- Dohn, N. B. (2013). Upper Secondary Students' Situational Interest: A case study of the role of a zoo visit in a biology class. *International Journal of Science Education, 35*(16), 2732–2751.
- Doymus, K. (2008). Teaching chemical bonding through jigsaw cooperative learning. *Research in Science & Technological Education, 26*, 47–57. doi:10.1080/02635140701847470.
- Eilks, I. (2005). Experiences and reflections about teaching atomic structure in a jigsaw classroom in lower secondary school chemistry lessons. *Journal of Chemical Education, 82*(2), 313.
- Ellingsen, K., Zanella, A. J., Bjerås, E., & Indrebø, A. (2010). The relationship between empathy, perception of pain and attitudes toward pets among Norwegian dog owners. *Anthrozoös, 23*(3), 231–243.
- Ewert, A., Place, G., & Sibthorp, J. (2005). Early-life outdoor experiences and an individual's environmental attitudes. *Leisure Sciences, 27*(3), 225–239.
- Falk, J. H., & Dierking, D. L. 2000. *Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making of Meaning*. Walnut Creek, CA: Altamira Press.
- Falk, J. H., Heimlich, J. E., Vernon, C. L., & Bronnenkant, K. (2010). Critique of a Critique: Do Zoos and Aquariums Promote Attitude Change in Visitors? *Society & Animals, 18*, 415–419. doi:10.1163/156853010X524361.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. London: Sage.

- Frantz, C., Mayer, F. S., Norton, C., & Rock, M. (2005). There is no "I" in nature: The influence of self-awareness on connectedness to nature. *Journal of Environmental Psychology, 25*(4), 427–436.
- Gottlieb, D., Vigoda-Gadot, E., Haim, A., & Kissinger, M. (2012). The ecological footprint as an educational tool for sustainability: A case study analysis in an Israeli public high school. *International Journal of Educational Development, 32*, 193–200. doi:10.1016/j.ijedudev.2011.03.007.
- Griffin, J., & Symington, D. (1997). Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums. *Science Education, 81*(6), 763–779.
- Grønhøj, A., & Thøgersen, J. (2009). Like father, like son? Intergenerational transmission of values, attitudes, and behaviours in the environmental domain. *Journal of Environmental Psychology, 29*(4), 414–421.
- Gusset, M., & Dick, G. (2011). The global reach of zoos and aquariums in visitor numbers and conservation expenditures. *Zoo Biology, 30*, 566–569. doi:10.1002/zoo.20369.
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J. F., Casey, K. S., Ebert, C., Fox, H. E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H. S., Madin, Elizabeth M P, Perry, M. T., Selig, E. R., Spalding, M., Steneck, R., & Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science (New York, N.Y.), 319*, 948–952. doi:10.1126/science.1149345.
- Hänze, M., & Berger, R. (2007). Cooperative learning, motivational effects, and student characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes. *Learning and Instruction, 17*(1), 29–41.
- Heimlich, J. E., & Ardoin, N. M. (2008). Understanding behavior to understand behavior change: A literature review. *Environmental Education Research, 14*(3), 215–237.
- Herzog, H. A. (2007). Gender differences in human–animal interactions: A review. *Anthrozoös, 20*(1), 7–21.
- Hinds, J., & Sparks, P. (2008). Engaging with the natural environment: The role of affective connection and identity. *Journal of Environmental Psychology, 28*(2), 109–120.
- Hinds, J., & Sparks, P. (2009). Investigating Environmental Identity, Well-Being, and Meaning. *Ecopsychology, 1*, 181–186. doi:10.1089/eco.2009.0026.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational researcher, 38*(5), 365–379.
- Kahn Jr, P. H. (1999). *The human relationship with nature: Development and culture*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Kaiser, F. G., & Fuhrer, U. (2003). Ecological behavior's dependency on different forms of knowledge. *Applied Psychology, 52*(4), 598–613.
- Kaiser, F. G., Oerke, B., & Bogner, F. X. (2007). Behavior-based environmental attitude: Development of an instrument for adolescents. *Journal of Environmental Psychology, 27*(3), 242–251.

- Kaiser, F. G., Roczen, N., & Bogner, F. X. (2008). Competence formation in environmental education: Advancing ecology-specific rather than general abilities. *Umweltpsychologie*, *12*(2), 56.
- Kaiser, F. G., & Wilson, M. (2000). Assessing People's General Ecological Behavior: A Cross-Cultural Measure. *Journal of Applied Social Psychology*, *30*, 952–978. doi:10.1111/j.1559-1816.2000.tb02505.x.
- Kaiser, F. G., & Wilson, M. (2004). Goal-directed conservation behavior: The specific composition of a general performance. *Personality and Individual Differences*, *36*(7), 1531–1544.
- Kals, E., Schumacher, D., & Montada, L. (1999). Emotional affinity toward nature as a motivational basis to protect nature. *Environment and Behavior*, *31*(2), 178–202.
- Karacop, A., & Doymus, K. (2013). Effects of Jigsaw Cooperative Learning and Animation Techniques on Students' Understanding of Chemical Bonding and Their Conceptions of the Particulate Nature of Matter. *Journal of Science Education and Technology*, *22*, 186–203. doi:10.1007/s10956-012-9385-9.
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, *8*(3), 239–260.
- Kossack, A., & Bogner, F. X. (2012). How does a one-day environmental education programme support individual connectedness with nature? *Journal of Biological Education*, *46*(3), 180–187.
- Kruse, C. K., & Card, J. A. (2004). Effects of a Conservation Education Camp Program on Campers' Self-Reported Knowledge, Attitude, and Behavior. *The Journal of Environmental Education*, *35*, 33–45. doi:10.3200/JOEE.35.4.33-45.
- Kyndt, E., Raes, E., Lismont, B., Timmers, F., Cascallar, E., & Dochy, F. (2013). A meta-analysis of the effects of face-to-face cooperative learning. Do recent studies falsify or verify earlier findings? *Educational Research Review*, *10*, 133–149.
- Lazarowitz, R., Hertz-Lazarowitz, R., & Baird, J. Hugh. (1994). Learning science in a cooperative setting: Academic achievement and affective outcomes. *Journal of Research in Science Teaching*, *31*, 1121–1131. doi:10.1002/tea.3660311006.
- Liefländer, A. K., Fröhlich, G., Bogner, F. X., & Schultz, P. W. (2013). Promoting connectedness with nature through environmental education. *Environmental Education Research*, *19*(3), 370–384.
- Lienert, G. A. (1969). Testaufbau und testanalyse. Weinheim: Beltz.
- Löhne, C., Friedrich K., & Kiefer I. 2009. Natur und Nachhaltigkeit. Innovative Bildungsangebote in Botanischen Gärten, Zoos und Freilichtmuseen. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 78. [Nature and Sustainability. Innovative Education at Botanical Gardens, Zoos, and Open-Air Museums. *Conservation and Biodiversity* 78]. Münster: Landwirtschaftsverlag.
- Lord, T. R. (2001). 101 reasons for using cooperative learning in biology teaching. *The American Biology Teacher*, *63*(1), 30–38.

Lou, Y., Abrami, P. C., Spence, J. C., Poulsen, C., Chambers, B., & d'Apollonia, S. (1996). Within-Class Grouping: A Meta-Analysis. *Review of educational research*, *66*, 423–458. doi:10.3102/00346543066004423.

Luebke, J. F., & Grajal, A. (2011). Assessing Mission-Related Learning Outcomes at Zoos and Aquaria: Prevalence, Barriers, and Needs. *Visitor Studies*, *14*, 195–208. doi:10.1080/10645578.2011.608013.

Marino, L., Lilienfeld, S. O., Malamud, R., Nobis, N., & Broglio, R. (2010). Do Zoos and Aquariums Promote Attitude Change in Visitors? A Critical Evaluation of the American Zoo and Aquarium Study. *Society and Animals*, *18*, 126–138. doi:10.1163/156853010X491980.

Melson, G. F. (2003). Child development and the human-companion animal bond. *American Behavioral Scientist*, *47*(1), 31–39.

Mertens, D. M. (2014). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Middlestadt, S., Grieser, M., Hernandez, O., Tubaishat, K., Sanchack, J., Southwell, B., & Schwartz, R. (2001). Turning minds on and faucets off: Water conservation education in Jordanian schools. *The Journal of Environmental Education*, *32*(2), 37–45.

Moss, A., & Esson, M. (2010). Visitor interest in zoo animals and the implications for collection planning and zoo education programmes. *Zoo Biology*, *29*(6), 715–731.

Moss, A., & Esson, M. (2013). The educational claims of zoos: where do we go from here? *Zoo Biology*, *32*(1), 13–18.

Moss, A., Jensen, E., & Gusset, M. (2015). Evaluating the contribution of zoos and aquariums to Aichi Biodiversity Target 1. *Conservation Biology*, *29*(2), 537–544.

Mueller, M. K. (2014). The Relationship between Types of Human–Animal Interaction and Attitudes about Animals: An Exploratory Study. *Anthrozoös*, *27*(2), 295–308.

Müllersdorf, M., Granström, F., & Tillgren, P. (2012). A Survey of Pet-and Non-Pet-Ownning Swedish Adolescents: Demographic Differences and Health Issues. *Anthrozoös*, *25*(1), 49–60.

Myers, O. E., Saunders, C. D., & Birjulin, A. A. (2004). Emotional dimensions of watching zoo animals: An experience sampling study building on insights from psychology. *Curator*, *47*(3), 299–321.

Myers, O. E., Saunders, C. D., & Garrett, E. (2004). What do children think animals need? Developmental trends. *Environmental Education Research*, *10*(4), 545–562.

Myers O. E., & Saunders, C. D. (2002). Animals as links toward developing caring relationships with the natural world. In P. H. Kahn & S. R. Kellert (eds). *Children and Nature* (S. 153–178).

Nisbet, E. K., Zelenski, J. M., & Murphy, S. A. (2009). The Nature Relatedness Scale: Linking Individuals' Connection with Nature to Environmental Concern and Behavior. *Environment and Behavior*, *41*, 715–740. doi:10.1177/0013916508318748.

Patrick, P. G., Matthews, C. E., Ayers, D. F., & Tunnicliffe, S. D. (2007). Conservation and education: Prominent themes in zoo mission statements. *The Journal of Environmental Education*, *38*(3), 53–60.

- Paul, E. S. (2000). Empathy with animals and with humans: Are they linked? *Anthrozoös*, 13(4), 194–202.
- Pearson, E. L., Dorrian, J., & Litchfield, C. A. (2013). Measuring zoo visitor learning and understanding about orangutans: evaluation to enhance learning outcomes and to foster conservation action. *Environmental Education Research*, 19, 823–843.
doi:10.1080/13504622.2012.763112.
- Powell, D. M., & Bullock, E. V. W. (2014). Evaluation of Factors Affecting Emotional Responses in Zoo Visitors and the Impact of Emotion on Conservation Mindedness. *Anthrozoös*, 27(3), 389–405.
- Rabb, G. B. (2004). The evolution of zoos from menageries to centers of conservation and caring. *Curator: The Museum Journal*, 47(3), 237–246.
- Randler, C. (2009). Association between Emotional Variables and School Achievement. *Online Submission*, 2(2), 3–10.
- Randler, C., Baumgärtner, S., Eisele, H., & Kienzle, W. (2007). Learning at workstations in the zoo: A controlled evaluation of cognitive and affective outcomes. *Visitor Studies*, 10(2), 205–216.
- Randler, C., & Bogner, F. X. (2007). Pupils' interest before, during, and after a curriculum dealing with ecological topics and its relationship with achievement. *Educational Research and Evaluation*, 13(5), 463–478.
- Randler, C., Kummer, B., & Wilhelm, C. (2012). Adolescent learning in the zoo: Embedding a non-formal learning environment to teach formal aspects of vertebrate biology. *Journal of Science Education and Technology*, 21(3), 384–391.
- Rickinson, M. (2001). Learners and learning in environmental education: A critical review of the evidence. *Environmental Education Research*, 7(3), 207–320.
- Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., & Benefield, P. (2004). A review of research on outdoor learning. London, UK: National Foundation for Educational Research and King's College.
- Roczen, N., Kaiser, F. G., Bogner, F. X., & Wilson, M. (2014). A competence model for environmental education. *Environment and Behavior*, 46(8), 972–992.
- Roe, K., McConney, A., & Mansfield, C. (2014). Using evaluation to prove or to improve? An international, mixed method investigation into zoos' education evaluation practices. *Journal of Zoo and Aquarium Research*, 2(4), 108–116.
- Schaal, S., & Bogner, F. X. (2005). Human visual perception—Learning at workstations. *Journal of Biological Education*, 40(1), 32–37.
- Scharfenberg, F.-J., Bogner, F. X., & Klautke, S. (2006). The suitability of external control-groups for empirical control purposes: a cautionary story in science education research. *Electronic Journal of Science Education*, 11(1), abrufbar unter: http://www.bsccbio.uni-bayreuth.de/didaktik-bio/en/pub/html/The_suitability_of_external_.pdf

- Schmiemann, P. (2014). Lernen an Stationen. In U. Spörhase & W. Ruppert (Hrsg.), *Biologie Methodik – Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (S. 205–209). Berlin: Cornelsen Schulverlage.
- Schultz, P. (2000). New Environmental Theories: Empathizing With Nature: The Effects of Perspective Taking on Concern for Environmental Issues. *Journal of Social Issues*, 56(3), 391–406.
- Schultz, P., & Tabanico, J. (2007). Self, Identity, and the Natural Environment: Exploring Implicit Connections With Nature¹. *Journal of Applied Social Psychology*, 37(6), 1219–1247.
- Schultz, P. W. (2001). The structure of environmental concern: Concern for self, other people, and the biosphere. *Journal of Environmental Psychology*, 21(4), 327–339.
- Schultz, P. W. (2002). Inclusion with nature: The psychology of human-nature relations. In P. Schmuck, & W. P. Schultz (Eds.), *Psychology of sustainable development* (61–78). Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Schultz, P. W., Shriver, C., Tabanico, J. J., & Khazian, A. M. (2004). Implicit connections with nature. *Journal of Environmental Psychology*, 24(1), 31–42.
- Sellmann, D., & Bogner, F. X. (2013a). Climate change education: Quantitatively assessing the impact of a botanical garden as an informal learning environment. *Environmental Education Research*, 19(4), 415–429.
- Sellmann, D., & Bogner, F. X. (2013b). Effects of a 1-day environmental education intervention on environmental attitudes and connectedness with nature. *European journal of psychology of education*, 28(3), 1077–1086.
- Skibins, J. C., & Powell, R. B. (2013). Conservation caring: Measuring the influence of zoo visitors' connection to wildlife on pro-conservation behaviors. *Zoo Biology*, 32, 528–540. doi:10.1002/zoo.21086.
- Slavin, R. E. (1983). When does cooperative learning increase student achievement? *Psychological bulletin*, 94(3), 429.
- Smith-Sebasto, N. J., & Cavern, L. (2006). Effects of pre-and posttrip activities associated with a residential environmental education experience on students' attitudes toward the environment. *The Journal of Environmental Education*, 37(4), 3–17.
- Souvignier, E., & Kronenberger, J. (2007). Cooperative learning in third graders' jigsaw groups for mathematics and science with and without questioning training. *British Journal of Educational Psychology*, 77(4), 755–771.
- Spörhase, U. (2014). Lernen an Stationen. In U. Spörhase & W. Ruppert (Hrsg.), *Biologie Methodik – Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (S. 209–212). Berlin: Cornelsen Schulverlage.
- Stern, M. J., Powell, R. B., & Ardoin, N. M. (2008). What difference does it make? Assessing outcomes from participation in a residential environmental education program. *The Journal of Environmental Education*, 39(4), 31–43.

- Stern, M. J., Powell, R. B., & Hill, D. (2014). Environmental education program evaluation in the new millennium: what do we measure and what have we learned? *Environmental Education Research, 20*(5), 581–611.
- Strobl, C. (2010). *Das Rasch-Modell: Eine verständliche Einführung für Studium und Praxis*. München und Mering: Rainer Hampp Verlag.
- Sturm, H., & Bogner, F. X. (2008). Student-oriented versus Teacher-centred: The effect of learning at workstations about birds and bird flight on cognitive achievement and motivation. *International Journal of Science Education, 30*(7), 941–959.
- Tilbury, D. (2004). Rising to the challenge: Education for sustainability in Australia. *Australian Journal of Environmental Education, 20*(2), 103.
- Tribe, A., & Booth, R. (2003). Assessing the role of zoos in wildlife conservation. *Human Dimensions of Wildlife, 8*(1), 65–74.
- Uzzell, D. L. (2000). The psycho-spatial dimension of global environmental problems. *Journal of Environmental Psychology, 20*(4), 307–318.
- Vining, J. (2003). The connection to other animals and caring for nature. *Human Ecology Review, 10*(2), 87–99.
- Wagoner, B., & Jensen, E. (2010). Science learning at the zoo: Evaluating children's developing understanding of animals and their habitats. *Psychology & Society, 3*(1), 65–76.
- Wells, N. M., & Lekies, K. S. (2006). Nature and the life course: Pathways from childhood nature experiences to adult environmentalism. *Children Youth and Environments, 16*(1), 1–24.
- Westgarth, C., Pinchbeck, G. L., Bradshaw, J. W. S., Dawson, S., Gaskell, R. M., & Christley, R. M. (2007). Factors associated with dog ownership and contact with dogs in a UK community. *BMC Veterinary Research, 3*(1), 1.
- Wiegand, F., Kubisch, A., & Heyne, T. (2013). Out-of-school learning in the botanical garden: Guided or self-determined learning at workstations? *Studies in Educational Evaluation, 39*(3), 161–168.
- Wilson, E. O. (1993). Biophilia and the conservation ethic. In S. R. Kellert, & E. O. Wilson (Eds.), *The biophilia hypothesis* (pp. 31-41). Washington, D.C.: Island Press.
- Wiseman, M., & Bogner, F. X. (2003). A higher-order model of ecological values and its relationship to personality. *Personality and Individual Differences, 34*(5), 783–794.

Internetquellen:

Australian Government Department of Environment and Heritage. 2005. *Educating for a Sustainable Future: A National Environmental Statement for Australian Schools*. Carlton, South Victoria: Curriculum Corporation. Letzter Zugriff 16.03.2016:

<http://www.environment.gov.au/system/files/resources/1b93d012-6dfb-4ceb-a37f-209a27dca0e0/files/sustainable-future.pdf> .

Danish Ministry for Children, Education and Gender Equality. 2016. *Education for Sustainable Development – A Strategy for the United Nations Decade 2005-2014*. Copenhagen: Ministry of Education. Letzter Zugriff 16.03.2016:

<https://uvm.dk/Service/Publikationer/Publikationer/English/2009/Education-for-Sustainable-Development/Initiatives-and-actions>.

Ontario Ministry of Education, 2009. *Acting Today Shaping Tomorrow. A Policy Framework for Environmental Education in Ontario Schools*. Ottawa: Queens Printer Ontario. Letzter Zugriff 16.03.2016: <https://www.edu.gov.on.ca/eng/teachers/enviroed/ShapeTomorrow.pdf>.

H. Siege & J. –R. Schreiber (Hrsg.) (2015). *Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung*. Im Auftrag von: Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) und Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ), Bonn: Engagement Global gGmbH. letzter Zugriff 16.03.2016:

https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015_06_00-Orientierungsrahmen-Globale-Entwicklung.pdf.

4 Teilarbeiten

4.1 Publikationsliste

- A Sattler, S., & Bogner, F. X. (2016). Short- and long-term outreach at the zoo: cognitive learning about marine ecological and conservational issues. *Environmental Education Research*. doi: 10.1080/13504622.2016.1144173 (published online)
- B Sattler, S., & Bogner, F. X. (2016). Effects on a zoo-based education program on adolescents' general ecological behavior, connectedness with nature, and factual environmental knowledge. *Environmental Education Research* (submitted)
- C Sattler, S., & Bogner, F. X. (2016). How nonhuman-animal empathic sentiments relate to adolescents' environmental perceptions and inclusion with nature. *Society & Animals* (under review)

4.2 Darstellung des Eigenanteils

Die Teilarbeiten A und B basieren auf ein Umweltbildungsprogramm mit entsprechendem Evaluationskonzept, welches ich entwickelt und selbstständig durchgeführt habe. Die zugehörigen Lernmaterialien habe ich nur zum Teil selbst konzipiert. So habe ich die Lernstation zu Seelöwe und Seehund und Teilstationen zum Eisbär selbst erarbeitet, während weitere Teilstationen zum Eisbär und die Lernstation zur Seekuh sowohl das Gruppenpuzzle im Rahmen zweier von mir betreuten Zulassungsarbeiten entstanden sind. Die empirischen Daten aller drei Teilarbeiten (A, B, C) wurden von mir erhoben und in Hauptverantwortung ausgewertet. Die Wissensfragen zu den Inhalten des Umweltbildungsprogrammes wurden von mir entwickelt und analysiert. Alle drei Teilarbeiten wurden von mir als Erstautor konzipiert, verfasst und überarbeitet.

4.3 Teilarbeit A

Short- and long-term outreach at the zoo: cognitive learning about marine ecological and conservational issues.

Sabrina Sattler & Franz X. Bogner

Environmental Education Research

(published online)

Short- and long-term outreach at the zoo: cognitive learning about marine ecological and conservational issues

Sabrina Sattler^{a,b,*} and Franz X. Bogner^{a,c}

^aDepartment of Biology Didactics, University of Bayreuth, Bayreuth, Germany; ^bDidactics of Biology, Universität Osnabrück, Osnabrück, Germany; ^cDepartment of Biology Education, University of Bayreuth, Bayreuth, Germany

(Received 13 April 2015; accepted 10 January 2016)

Although zoos envision themselves as environmental education institutions and governmental policies require that students become environmentally responsible citizens, it is surprising, that little research is done with regard to school field trips to the zoo. Many students are not aware that their everyday life affects marine environments that may enhance through spatially disconnection from marine ecosystems. A zoo field trip may overcome this disconnection. Considering knowledge as prerequisite for environmental attitudes and behavior, our study focused on cognitive learning of high school students at an instructional zoo field trip about marine ecology and conservation, by applying two cooperative learning settings. The study followed a quasi-experimental design, applying multiple-choice pre-post-retention tests. The results show satisfying short- and long-term knowledge achievement. Our cooperative learning settings seems to be a suitable approach for zoo field trips to facilitate a satisfying cognitive outcome concerning marine ecology and conservational issues.

Keywords: marine mammals; environmental education; jigsaw; learning at workstations; adolescents

Introduction

Nowadays, zoos and aquaria increasingly intend that visitors relate animals to environmental issues, ethics, and concerns (Patrick and Tunnicliffe 2013). The World Association of Zoos and Aquariums (WAZA 2005) integrated education for sustainable development (ESD) in their educational philosophy and support the Aichi Biodiversity Target 1 of the United Nations (UN) Decade on Biodiversity, which contains that people should be aware of the values of biodiversity, its conservation and sustainable utilization by 2020 (Moss, Jensen, and Gusset 2015). Zoos explicitly refer to conservation and education in their mission statements (Luebke and Grajal 2011; Patrick et al. 2007) and with 700 million visitors a year (Gusset and Dick 2011) they play an important role to communicate the aims of ESD and the UN Decade on Biodiversity.

School students are one of the most important target groups of zoos (Löhne, Friedrich, and Kiefer 2009) and governmental policies require to equip students with the knowledge, skills, attitudes, and values they need to act as environmentally

*Corresponding author. Email: sabrina.sattler@biologie.uni-osnabrueck.de

responsible citizens (e.g. Australian Government Department of Environment and Heritage 2005; Danish Ministry of Education 2009; Ontario Ministry of Education 2009). Therefore, it is surprising, that little research is done with regard to instructional school field trips to the zoo teaching environmental and sustainable issues.

Overall, only few zoos do systematic research on their educational output (cf. Dierking et al. 2000) and often evaluation methods and results of studies were controversially discussed (Falk et al. 2010; Marino et al. 2010; Moss and Esson 2013). The success of educational programs at zoos were barely tested with pre and follow up approaches (Roe, McConney, and Mansfield 2014), whereas in environmental education research retention measures detecting long-term effects are hardly incorporated in evaluation at all (Carleton-Hug and Hug 2010; Stern, Powell, and Hill 2014). Zoos intend to improve the quality and quantity of their methods measuring the output on their visitors, but face barriers like financial restrictions, qualifications of staff doing evaluation or amount of time (Luebke and Grajal 2011; Roe, McConney, and Mansfield 2014).

Theoretical background

The condition of marine ecosystems and their biodiversity is desolate. Around 40% of investigated marine ecosystems are even heavily affected by anthropogenic drivers, e.g. organic pollution and by-catch fishing (Halpern et al. 2008). The consequences of this immense environmental load are unknown, but associated with marine biodiversity loss, which is why the oceans' capacities to provide food and maintain water quality will be increasingly impaired (Worm et al. 2006). Although the endangerment of marine environments is well known to the public, knowledge about these ecosystems, including its threats, still needs to be spread (Steel et al. 2005; Fletcher et al. 2009). This is supported by Ballantyne (2004) who described a number of incorrect conceptions concerning marine ecosystems among 10 to 11 year old students (e.g. the salt of the sea comes from salty-tasting mussels).

Additionally, people know little of the behavior changes that would lead to the highest benefit for marine ecosystems and also get little direct feedback about the positive influence of their behavior change (Jefferson et al. 2014). The connections between marine ecosystems and everyday life may be hard to understand, as a range of human activities causes diverse kinds of impacts on a complex system, at both temporal and spatial scales (Halpern et al. 2008). Consequently, there is a need to show people how various personal activity choices can individually contribute to the preservation of marine ecosystems. This is especially true for young people/adolescents as they are the upcoming generation whose attitudes, knowledge, behaviors, and concern about the environment directly and indirectly affect future environmental development (Meinhold and Malkus 2005).

Undisputedly, education is essential to form environmentally responsible and active citizenship (Gottlieb et al. 2012; Tilbury 2004). If people, in our case adolescents, know and understand both their influence and dependence on the natural environment, they may translate this knowledge into action to reduce their harmful environmental impact (Gottlieb et al. 2012; Kaiser, Roczen, and Bogner 2008). To which extend knowledge actually affects attitudes or behavior is controversially discussed. But it's a commonly accepted fact that knowledge is regarded as an influential factor (Bamberg and Möser 2007; Kollmuss and Agyeman 2002) and even as predictor for ecological behavior (Kaiser and Fuhrer 2003).

Zoos provide a unique opportunity for people from a wide range of backgrounds to come into contact with wildlife. Many of them have their first extensive experience with wild animals in zoos (Clayton et al. 2014; Tribe and Booth 2003). For a number of students who are spatially disconnected from marine ecosystems, a school field trip to a zoo or aquarium may provide first access to marine animals. The encounter with individual animals seems to facilitate people's wish to learn more about them as well as it raises their interest in conservation issues (Clayton, Fraser, and Saunders 2009).

Studies showed that different kinds of instructional school field trips to the zoo have a positive effect on cognitive achievement. For instance, students learned more about conservation issues during their zoo visit if their teachers were trained in a workshop about these issues before (Gutierrez de White and Jacobson 1994). The comparison of pre- and post-drawings of students indicated a better understanding of animals and their habitats after they participated in educator guided tours (Jensen 2014). Other instructional visits including e.g. group-based learning positively influenced knowledge achievement (Randler et al. 2007), more than unstructured visits (Randler, Kummer, and Wilhelm 2011).

Students showed a strong desire for social interaction during zoo field trips (Davidson, Passmore, and Anderson 2009) and they prefer to work and talk with peers and not to complete worksheets individually (Griffin and Symington 1997). The contextual model of learning (Falk and Dierking 2000) also emphasizes the importance of social interaction for building knowledge and understanding in free-choice settings. Therefore, cooperative learning settings may be applicable for an instructional zoo visit.

For more than 60 years, cooperative learning has belonged to the most successfully implemented practices in education and accordingly a considerable number of studies investigated its effects (Johnson and Johnson 2009; Lord 2001; Slavin 1983). Cooperative learning seems to strengthen efforts by individually contributing to a common success (Johnson and Johnson 2009) and result in higher cognitive achievement compared to individual learning settings (Bertucci et al. 2010). A meta-analysis (Kyndt et al. 2013) of 65 studies evidenced a prevailing positive impact of cooperative learning on cognitive achievement as well. To take advantage of the positive effects of cooperative learning, especially in concern of cognitive achievement, we applied two methods in our study: learning at workstations and the jigsaw. Learning at workstations requires autonomously working in small groups, with limited influence by teachers (Schaal and Bogner 2005). The jigsaw was originally developed by Aronson and colleagues (1978): Expert groups learn about a special topic by sharing resources and they subsequently transfer their knowledge in to a so-called jigsaw group by teaching peers the newly acquired knowledge.

However, most research which concerns cooperative learning and detects its positive effects on cognitive achievement focused on classroom settings (cf. Kyndt et al. 2013; Lou et al. 1996). Only a few studies investigated learning at workstations in out-of-school settings like zoos and botanical gardens (Randler et al. 2007; Sellmann and Bogner 2013a; Wiegand, Kubisch, and Heyne 2013), while the jigsaw is mostly applied in science classrooms (e.g. Doymus 2008; Eilks 2005; Hänze and Berger 2007; Karacop and Doymus 2013; Lazarowitz, Hertz-Lazarowitz, and Baird 1994).

In classroom settings, students' achievement gained from reapplication of cooperative techniques (cf. Lou et al. 1996). Also Onwuegbuzie and DaRos-Voseles

(2001) revealed that cooperative methods may need time to facilitate cognitive achievement effects. As school field trips are often limited to one single day, due to narrow school curricula (cf. Sellmann and Bogner 2013b), the educational approach is a unique event and thus the application of the selected cooperative methods. Regarding long-term effects, learning at workstation seems to be a promising method, students which applied learning at workstation showed long-term knowledge gain over six up to nine weeks (Randler et al. 2007; Sturm and Bogner 2008). Long-term effects of the jigsaw method on cognitive achievement are hardly investigated. However posttests applied some days after jigsaw interventions indicated knowledge increase (cf. Hänze and Berger 2007; Karacop and Doymus 2013).

In our study, we focused on the application of cooperative learning methods incorporated in a single instructional zoo field trip to detect short- and long-term effects in students' environmental knowledge. We addressed the following research questions:

- (1) Do students show cognitive achievement after performing cooperative learning methods once during a zoo field trip?
- (2) Are the selected cooperative learning methods (learning at workstations and jigsaw) appropriate to produce retentive knowledge gain?

Materials and methods

Study site

The study was applied at a German zoo. Its compounds are integrated in a landscape with alternated mixed forests, old tree populations, former sandstone quarries, ponds and wetlands. The zoo houses around 300 species on an area of 70 ha. The learning settings were situated at the tropical house based on a flooded Amazonian landscape and at the aquatic section of the zoo which is integrated in the former quarries. Both locations provide the opportunity to observe the animal species under water through huge glass walls. One part of the educational program took place at a seminar room of the zoo's educational center.

Participants and study design

Our convenience sample consisted of 117 high school students aged 15–17 years ($M \pm SD$: 15.6 ± 0.61). All students attended the 10th class and originated from college preparatory secondary school level ('Gymnasium'). The gender ratio was balanced (59 female adolescents, 58 male adolescents). We informed every academic high school (Gymnasium) within an accessible distance of approximately 90 km from the zoo about our study and asked for teachers willing to participate with their school classes. Altogether, nine classes from three different schools participated. The data collection followed a quasi-experimental design in which paper-and-pencil questionnaires were administered three times: one week before participation (T_0), immediately after (T_1), and six weeks after participation (T_2) (Figure 1). Students needed approx. 15 min to complete the questionnaires. Both items and response options were arranged randomly for each test, as items sequence may affect students' performance (Carlson and Ostrosky 1992; Hodson 1984). Participants were not informed about any testing schedule (cf. Bogner 1998). To link the measured

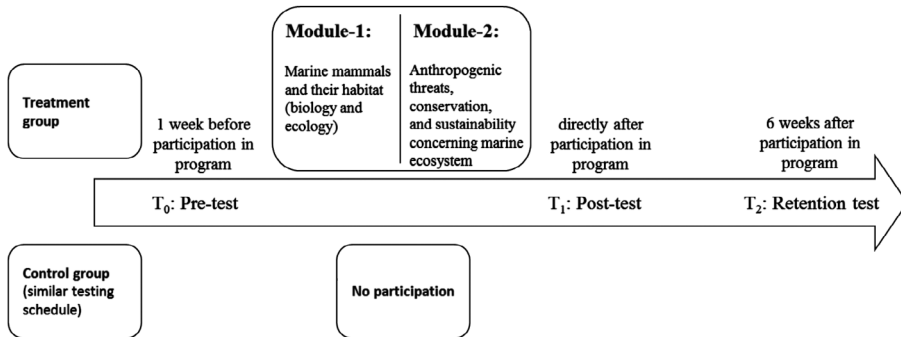


Figure 1. Study design.

effects exclusively to participation in the zoo field trip, we asked the teachers to refrain from follow-ups within the test timeframe, as post-visit activities influence what students might have learned (Anderson, Kisiel, and Storksdieck 2006).

Furthermore, we temporally separated the zoo field trips from the curriculum: The zoo field trips were offered at beginning of the school year while the learning contents usually are taught in the second half of the school year. We requested the frequency of zoo visits within the last five years, providing the following response options: never, once in five years, two to four times in five years, once a year, more than once a year. Almost 45% of the sample had visited a zoo two to four times during the last five years, 23% at least once during that time.

Zoo field trip

The learning content of our instructional zoo field trip followed the Bavarian 10th class curriculum of the Gymnasium (<http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26227>) covering the species' habitats and interrelationships, the ecosystem's structure and characteristics as well as threats on ecosystems. Students should learn about the anthropogenic impact on ecosystems, sustainable management and environmental behavior. Besides they can draw on knowledge they learned at the 6th class, Gymnasium, in which students usually are 11 years old, e.g. adaptations on habitat, predator-prey interactions or conservation issues (<http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26433>).

Our self-guided program focused on marine mammals: West Indian manatee (*Trichechus manatus*), harbor seal (*Phoca vitulina*), California sea lion (*Zalophus californianus*), and polar bear (*Ursus maritimus*). Mammals are the taxonomy group that is of most interest to visitors and, as a consequence, may have a greater potential to facilitate learning (Moss and Esson 2010). Therefore we regard the above-mentioned mammals as ambassadors of marine ecology.

The program consisted of two separate modules: Module-1 focused on the above-mentioned marine mammals and their natural habitats, Module-2 dealt with anthropogenic threats on these natural habitats respectively marine ecosystems.

In Module-1 students implemented learning at workstations (see Table 1). All workstations were situated at the marine mammals' compounds (tropical house:

Table 1. Description of Module-1.

Module-1 – learning at workstations: biology and ecology, total duration 2 h and 20 min.				
Workstations	Location	Content	Practice	Duration (min)
Harbor seal & California sea lion	Aquatic section	(1) Morphological characteristics of eared seals and true seals	Observation	20
		(2) Adaptations to the marine environment	Observation and text work	20
		(3) Food web and the energy flux in a marine ecosystem	Hands-on	20
Polar bear	Aquatic section	(1) Adaptations to the cold/marine environment	Observation and hands-on	20
		(2) Hunting behavior	Hands-on	20
West Indian manatee	Tropical house	(1) Phylogeny	Hands-on	20
		(2) Adaptations to the marine environment	Observation and text work	20

West Indian manatee; aquatic section: harbor seal, California sea lion, and polar bear). The participants learned about the species' adaptations, behavior and ecology. The students had to observe carefully the species in order to solve the tasks, which linked the species with their natural habitat requirements. For instance, students learned about the marine food web the harbor seal belongs to as well as about the polar bear's adaptations on the Arctic environment including its hunting strategy. The students worked in a group of four (max. five). Every adolescent received a workbook with the tasks to be solved and organizational materials e.g. site plan and schedule. The groups could control their results independently with provided solution workbooks.

Module-2 consisted of a jigsaw for which the participants teamed up to four expert groups concerning different topics: Overfishing, climate change at the Arctic Ocean, toxins in oceans and marine litter (see Table 2). Within the expert groups they worked cooperatively and solved given tasks at a workbook. The tasks based on e.g. interpretation of documentary movies and science reports as well as illustrative material like plastic litter and everyday objects containing Persistent Organic Pollutants. After the tasks were completed, students autonomously compared their answers to those provided in the solution workbooks. Next, the students formed so-called jigsaw groups. Each group consisted of one person from each expert group. By using an interview grid containing selected questions on each topic, it was guaranteed that every adolescent had the same knowledge at the end of this phase. The time frame for both modules together was set for almost 4 hours including a scheduled break between the two modules.

The design of both modules' workbooks followed the criteria set specified by Mortensen and Smart (2007). Consequently, social interaction was provided by the cooperative learning setting. The workbooks provided orientation and gave advanced organizers, since learning is more likely when the students are familiar with their surroundings and their expected behaviors (Kisiel 2003). The low task density allowed personal exploration of the tropical house and the aquatic section. The Module-1 workbook included a site map with marked routes to each of the

Table 2. Description of Module-2.

Module-2 – jigsaw: anthropogenic threats, conservation, and sustainability			
Location: seminar room at the zoo, total duration 1 h and 30 min.			
Expert groups, 4 students per group	Content	Practice	Duration (min)
Overfishing	Threat to marine biodiversity based on over-harvesting fish stocks, sustainable fishery, consumer behavior (e.g. consumer guide or sustainability seals)	Text work, hands-on, interpretation of a movie	45
Climate change at the Arctic Ocean	Impact of climate change on the arctic ecosystem, impact of climate change on the polar bear	Interpretation of a science report, text work, making a poster	45
Toxins in oceans	Characteristics and occurrence of Persistent Organic Pollutants (POPs), everyday objects containing POPs, bioaccumulation in marine species	Text work, hands-on	45
Marine litter	Impact of marine litter on marine species, lifespan of different kinds of litter, cause of litter, personal activity choices (e.g. litter avoidance)	Interpretation of a movie, hands-on, text work	45
<i>Jigsaw group, 4 students from each expert group</i>			
	Content of all expert group topics	Interview grid, Selected questions on each topic	45

learning sites. Both workbooks offered information about the learning methods applied and the expected procedures. Furthermore, the students received an oral introduction with a sufficient time frame for raising questions. The workbook design was object-oriented rather than text-oriented.

Instrument

For quantifying the knowledge achievement, 16 single-choice questions were selected that covered the content of both modules, with eight items per module (Table 3). When considering both the item difficulty and corrected item-total correlation for item selection, four items (two per module) were excluded (cf. Scharfenberg, Bogner, and Klautke 2006). Although the corrected item-total correlations for four items were still <0.3 (cf. Field 2009), we accepted these items as they reflected the complexity of the learning content of both modules (cf. Diehl and Kohr 1999).

Furthermore, the items' difficulties were normally-distributed (Kolmogorov-Smirnov test with Lilliefors modification, $p = 0.20$) and were related to the corrected item-total correlations in a parabolic way (Figure 2), as moderate items' difficulties hold the highest item-total correlations (Bortz and Döring 2009). The Cronbach's alpha is 0.68 (T_1), which is considered as sufficient to compare groups with regard to one variable (Lienert 1969). As repeated testing procedures are vulnerable in that participants know what to expect or learn something from the preceding tests (Keeves 1998; Mertens 2010), we include a nonequivalent control group to identify a possible test-wise effect (Mertens 2010).

Table 3. Examples of knowledge test items, C indicates the correct answer.

Module	Sample questions
Module 1: marine mammals and their habitat (biology and ecology)	<p>Which one of the sentences is correct? Energy increases from one trophic level to the next. 90% of solar energy contributes to photosynthesis. 10% of energy passes on from one trophic level to the next. (C) Biomass doubles from one trophic level to the next.</p> <p>Which of the listed animals is the closest relative of the manatee? Elephant (C) Whale Elephant seal Hippopotamus</p>
Module 2: anthropogenic threats, conservation, and sustainability concerning marine biodiversity	<p>Which one of the sentences is incorrect? Persistent organic pollutants (POPs) are biodegradable. (C) POPs are stored in the fat tissue of humans and animals. POPs are contained in outdoor clothes. POPs can be distributed over long distances in nature.</p> <p>Which label indicates sustainable fishery? FSC MSC (C) The Blue Angel Fair Trade</p>

The control group (61 participants, aged 14–18 years [$M \pm SD$: 15.8 ± 0.82], 36 female adolescents, 25 male adolescents) completed the three tests without participating in the field trip (Figure 1). Comparing the control group's knowledge scores between T_0 , T_1 , and T_2 , we could not find any changes in the scores ($MdnT_0 = MdnT_1 = MdnT_2 = 3.00$; $\chi^2(2) = 2.84$, $p = 0.242$). Thus, our control group approach clearly assured that potential learning effects originated from our zoo field trip and not from repeated filling in of the questionnaire.

For all statistical analyses, IBM SPSS Statistics 20 was used. An alpha level of 0.05 was used for all statistical tests. We calculated a total knowledge score for each questionnaire for every student. Due to a non-normal distribution (T_0 : $D(117) = 0.152$, $p < 0.001$; T_1 : $D(117) = 0.105$, $p < .01$; T_2 : $D(117) = 0.110$, $p < 0.001$), we completed a Friedman's ANOVA (F) in order to compare the knowledge scores from all three test dates. Subsequently, we applied a Wilcoxon signed-rank test (W) to compare the pre- and post-test scores (short-term, T_0 vs. T_1) and the pre-test and retention test scores (long-term, T_0 vs. T_2), respectively. Spearman's rho (S) was calculated to identify any potential correlation between the knowledge levels of both modules at T_0 , T_1 , and T_2 and any link to zoo-visit experience. The effect size r was

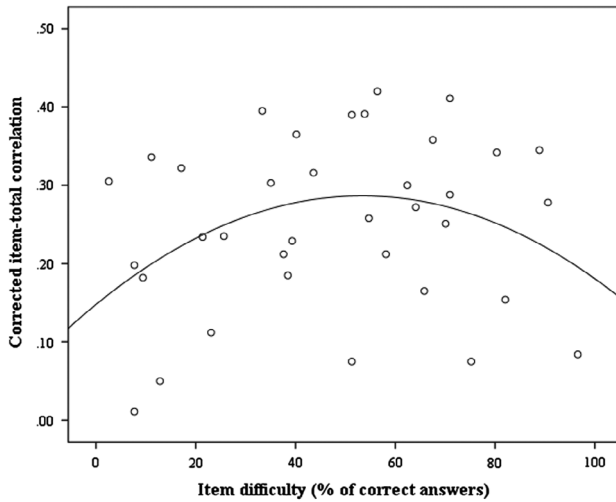


Figure 2. Parabolic relation between item difficulty and corrected item-total correlation (12 items of each test (T_0 , T_1 , T_2)).

calculated according to Field (2009) with 0.10 as a small effect, 0.30 as a medium effect, and 0.50 as a large effect (Cohen 1992).

Results

Initially, the students’ knowledge scores between T_0 , T_1 , and T_2 were analyzed. The students’ knowledge scores between T_0 , T_1 , and T_2 differed significantly (F , $\chi^2(2) = 179.27$, $p < 0.001$). The following pairwise comparison (W) showed a significant increase in knowledge after the zoo field trip ($MdnT_0 = 3.00$, $MdnT_1 = 8.00$, short-term; see Table 4, upper part). After six weeks, the students forgot some of the learned content, and the knowledge scores decreased from T_1 ($Mdn = 8.00$) to T_2 ($Mdn = 7.00$) ($z = -6.06$, $r > 0.30$). But, the retention test scores ($MdnT_2 = 7.00$) were significantly higher compared to the pre-test scores ($MdnT_0 = 3.00$). The effect sizes for both short- and long-term knowledge achievements were large ($r > 0.50$).

Table 4. Inner-group comparison results of the treatment group knowledge levels ($n = 117$).

Knowledge	z	p	r
Complete educational program			
Short-term (T_0 vs. T_1)	-9.36	< 0.001	-0.61
Long-term (T_0 vs. T_2)	-8.81	< 0.001	-0.58
Module 1: learning at workstations			
Short-term (T_0 vs. T_1)	-9.02	< 0.001	-0.60
Long-term (T_0 vs. T_2)	-8.47	< 0.001	-0.55
Module 2: jigsaw			
Short-term (T_0 vs. T_1)	-9.06	< 0.001	-0.59
Long-term (T_0 vs. T_2)	-7.98	< 0.001	-0.52

Note: r = effect size.
Source: Field (2009).

Treating the modules separately, the students' knowledge score trends behaved similar considering the modules together (Module-1: $MdnT_0 = 1.00$, $MdnT_1 = 4.00$, $MdnT_2 = 3.00$; Module-2: $MdnT_0 = 2.00$, $MdnT_1 = 5.00$, $MdnT_2 = 3.00$). In both modules, the short-term and long-term knowledge levels revealed a large effect (see Table 4, lower part). Additionally, the students forgot content learned in both modules after six weeks, with a medium effect (Module-1: $z = -5.36$, $r > 0.30$; Module-2: $z = -4.78$, $r > 0.30$).

The Spearman correlation between the knowledge scores at the pre-, post-, and retention tests and the frequency of the zoo visits within the last years indicated following results: The more frequently students had previously visited a zoo, the higher they scored at the pre-test ($r_s = 0.25$; $p < 0.05$) and the post-test ($r_s = 0.30$; $p < 0.01$). However, there was no relation between the frequency of zoo visits and the students' retention test scores.

Discussion

Our students showed a short-term knowledge gain after participating in the zoo field trip which affirmed our first research question. The applied cooperative learning method can facilitate student's cognitive achievement, after performing onetime.

The median of the prior knowledge score lay at 3.00 which presented the probability to guess the correct answer randomly; therefore, we assumed that the participants hardly had prior knowledge concerning the topics marine mammals, marine ecosystems, and the anthropogenic influence. However students with previous zoo-visit experience showed higher prior knowledge and also scored higher in the post-test, with up to medium effect sizes. The level of familiarity with the learning environment affects the learning outcome, which is described as the 'novelty effect' (Falk 1983). Anderson and Lucas (1997) showed that students who had prior visitation experience learned more than those who did not have such experience. Our findings may be explained by the novelty effect with respect to familiarity with zoo settings. This also suggests that regular school visits to the zoo may provide students with prior knowledge, thereby facilitating their cognitive achievement in educational programs. But the relationship of number of zoo visits and enhanced knowledge gain could also be explained with students' special interest in animals that might be revealed through higher zoo visit frequency.

Considering our learning methods separately, we found that the implementation of both learning at workstations and the jigsaw led to knowledge increase directly after the intervention (given the large effect sizes). Learning at workstations seems to be a versatile learning method during single field trip events teaching biological content like adaptations of organisms (Randler et al. 2007; Wiegand, Kubisch, and Heyne 2013) or complex global issues like climate change (Sellmann and Bogner 2013a). Our learning at workstation approach joins the ranks of these findings. Our jigsaw led to cognitive achievement like jigsaws implemented in science education (Doymus 2008; Eilks 2005). As the jigsaw has hardly been investigated at out-of-school settings in general, we could only draw comparisons to a study of Randler, Kummer, and Wilhelm (2011) which investigated a peer-tutoring setting in a zoo; independent groups prepared specific topics and taught each other their findings. Their results indicated a knowledge increase after a single education event just as our approach.

Both cooperative methods facilitated retentive knowledge gain in students after six weeks thus our second research question could be answered positively. The findings with regard to our learning at workstation approach support again the few studies which applied this method in zoos and botanical gardens (Randler et al. 2007; Sellmann and Bogner 2013a; Wiegand, Kubisch, and Heyne 2013). Long-term effects on cognitive achievement in students affiliated to the jigsaw method are hardly known. All the more important is our result which indicated the jigsaw as an appropriate method to generate long-term knowledge increase.

However, it is need to be said that our students forgot some of the newly acquired knowledge. This is similar to results from other studies about learner-centered environments (cf. Geier and Bogner 2010; Schaal and Bogner 2005). A clear connection to the classroom is necessary: Embedding school field trips into pre- and post-visit activities in the classroom doubtless enhances learning (see Anderson, Kisiel, and Storksdieck 2006). For instance, integrating worksheets into follow-up classroom activities clearly facilitates the storage and retrieval of long-term memories (Kisiel 2003). As previously explained, we intentionally avoided this actually desired connection in order to refer the measured effects exclusively to the participation in the zoo field trip.

Limitations

Our findings could not be generalized. We investigated only one cohort, aged between 15 and 17 years. Younger participants (mean age of 8 years) need explicit instructions explaining skills and material to use the jigsaw method successfully (Souvignier and Kronenberger 2007). Another study showed that students, who were on average 12 years old, attained higher knowledge score when receiving introductions before they participated in learning at workstations (Sturm and Bogner 2008).

Furthermore our intent was to assess the cognitive achievement of a large sample ‘in a non-threatening way’ (Mertens 2010, 352), which means interfering as little as possible during the implementation and not influencing students’ responses. Furthermore, the approach should be easily applicable within the framework of our study. It should be noted that our approach did not allow factors to be assessed which influenced students’ cognitive achievement individually in out-of-school settings, for instance, factors such as learning styles and preferences or genuine fears and concerns (Rickinson et al. 2004). Employing qualitative methods like interviews may shed additional light on factors that need to be considered in zoo learning settings.

Indeed our Module-2 does not depend on a zoo setting and could be applied in any classroom. Teachers are often restricted in scheduling field trips within the school year (Anderson, Kisiel, and Storksdieck 2006). Over-crowded curriculums and testing schedules regarding their own and their colleagues’ subjects impede the implementation of whole day trips. The flexibility to implement both modules separately may facilitate the scheduling.

However, the risk to miss the connection to living animals has to be kept in mind and both modules should take place in a narrow time frame. A separate study of Module-2 in different settings may give some indication of differences in learning effects. Meissner and Bogner (2011) showed the cognitive outcome to be independent of setting when comparing an authentic salt-mine site and a neutral seminar room as settings for learning. In another study, however, students learned more when

completing workstations at a museum compared to students who completed the workstations in the classroom (Sturm and Bogner 2010).

Future research

Although cognitive achievement remains a central focus in environmental education research, (Stern, Powell, and Hill 2014), future research should focus on directly assessing behavioral changes after zoo visits and the relationship between knowledge, attitudes, and behavioral action (Pearson, Dorrian, and Litchfield 2013).

Furthermore, the impact of zoo animals on this relationship should enter the limelight. The encounter with animals may be ideal to arouse emotions in visitors (Kola-Olusanya 2005). Falk and Gillespie (2009) showed that emotional arousal, caused by a science center visit, is related to positive changes in visitors' long-term cognition, attitudes and behavior. How encounter with zoo animals create emotional states in visitors and influence potentially their behavior is hardly investigated (Smith 2009). Zoo visitors who react in a strongly positive emotional way to zoo animals developed conservation thoughts (Myers, Saunders, and Birjulin 2004; Powell and Bullock 2014). The feeling of being connected with zoo animals was related to a greater concern of environmental and conservation issues and action-related knowledge related to sustainable behavior (Clayton, Fraser, and Saunders 2009; Clayton et al. 2014). These findings are promising. Further research in zoo environmental education should consider students' emotional response to zoo animals related to environmental knowledge, attitudes, and behavior.

Conclusion

People from every social status and so students have the unique opportunity to encounter zoo animals and thereby may get access to ecosystems they may never see in real life. Zoos are aware of this, they envision themselves as educational institutions and intent to spread the values of biodiversity, its conservation and sustainable utilization. But still zoos do not provide enough evidence to verify their potential educational output (Fraser and Sickler 2009; Moss and Esson 2013). We assume that zoos may supplement formal education in regard of environmental education on global level. Our zoo field trip, applying cooperative learning methods, indicated short- and long-term knowledge achievement in students. Considering knowledge as prerequisite for environmental attitudes and behavior, our study supports the educational mission statements of zoos (Luebke and Grajal 2011; Patrick et al. 2007) and contributes to the discussions of the educational value of zoos.

Acknowledgments

The authors would like to gratefully acknowledge the support of the Tiergarten Nuremberg, Germany, with special thanks to Barbara Reinhard and Thorsten Krist. We thank all the teachers and students who participated in our study and especially Angelika Weiß-Merklein and Christina Bogner.

Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.

Notes on contributors

Sabrina Sattler is a PhD student supervised by Franz X. Bogner. Her research focuses on environmental education at out of school settings and adolescent environmental attitudes and behavior.

Franz X. Bogner is a full professor since 1997. His special research field is science and environmental education, e.g. attitude measurement and knowledge structure within environmental education.

References

- Anderson, D., J. Kisiel, and M. Storksdieck. 2006. "Understanding Teachers' Perspectives on Field Trips: Discovering Common Ground in Three Countries." *Curator: The Museum Journal* 49 (3): 365–386.
- Aronson, E., C. Stephan, J. Sikes, N. Blaney, and M. Snapp. 1978. *The Jigsaw Classroom*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Australian Government Department of Environment and Heritage. 2005. *Educating for a Sustainable Future: A National Environmental Statement for Australian Schools*. Carlton, South Victoria: Curriculum Corporation. <http://www.environment.gov.au/system/files/resources/1b93d012-6dfb-4ceb-a37f-209a27dca0e0/files/sustainable-future.pdf>.
- Ballantyne, R. 2004. "Young Students' Conceptions of the Marine Environment and Their Role in the Development of Aquaria Exhibits." *GeoJournal* 60 (2): 159–163.
- Bamberg, S., and G. Möser. 2007. "Twenty Years after Hines, Hungerford, and Tomera: A New Meta-Analysis of Psycho-Social Determinants of pro-Environmental Behaviour." *Journal of Environmental Psychology* 27 (1): 14–25.
- Bertucci, A., S. Conte, D. W. Johnson, and R. T. Johnson. 2010. "The Impact of Size of Cooperative Group on Achievement, Social Support, and Self-Esteem." *The Journal of General Psychology* 137 (3): 256–272.
- Bogner, F. X. 1998. "The Influence of Short-Term Outdoor Ecology Education on Long-Term Variables of Environmental Perspective." *The Journal of Environmental Education* 29 (4): 17–29.
- Bortz, J., and N. Döring. 2009. *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* [Research Methods and Evaluation for Human and Social Scientists]. 4th ed. Heidelberg: Springer.
- Carleton-Hug, A., and J. W. Hug. 2010. "Challenges and Opportunities for Evaluating Environmental Education Programs." *Evaluation and Program Planning* 33 (2): 159–164.
- Carlson, J. L., and A. L. Ostrosky. 1992. "Item Sequence and Student Performance on Multiple-Choice Exams: Further Evidence." *The Journal of Economic Education* 23 (3): 232–235.
- Clayton, S., J. Fraser, and C. D. Saunders. 2009. "Zoo Experiences: Conversations, Connections, and Concern for Animals." *Zoo Biology* 28 (5): 377–397.
- Clayton, S., J. Luebke, C. D. Saunders, J. Matisek, and A. Grajal. 2014. "Connecting to Nature at the Zoo: Implications for Responding to Climate Change." *Environmental Education Research* 20 (4): 460–475.
- Cohen, J. 1992. "A Power Primer." *Psychological Bulletin* 112 (1): 155–159.
- Danish Ministry of Education. 2016. *Education for Sustainable Development – A Strategy for the United Nations Decade 2005–2014*. Copenhagen: Ministry of Education. Accessed January 5, 2016. <https://uvm.dk/Service/Publikationer/Publikationer/English/2009/Education-for-Sustainable-Development/Initiatives-and-actions>
- Davidson, S. K., C. Passmore, and D. Anderson. 2009. "Learning on Zoo Field Trips: The Interaction of the Agendas and Practices of Students, Teachers, and Zoo Educators." *Science Education* 94 (1): 122–124.
- Dierking, J., and H. Kohr. 1999. *Deskriptive Statistik* [Descriptive Statistics]. 12th ed. Eschborn: Klotz Verlag.
- Dierking, L. D., K. Burtnyk, K. S. Buchner, and J. H. Falk. 2002. *Visitor Learning in Zoos and Aquariums: A literature review*. Silver Spring, MD: American Zoo and Aquarium Association.

- Doymus, K. 2008. "Teaching Chemical Equilibrium with the Jigsaw Technique." *Research in Science Education* 38 (2): 249–260.
- Eilks, I. 2005. "Experiences and reflections about teaching atomic structure in a jigsaw classroom in lower secondary school chemistry lessons." *Journal of Chemical Education* 82 (2): 313–319.
- Falk, J. H. 1983. "Field Trips: A Look at Environmental Effects on Learning." *Journal of Biological Education* 17 (2): 137–142.
- Falk, J. H., and L. D. Dierking. 2000. *Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making of Meaning*. Walnut Creek, CA: Altamira Press.
- Falk, J. H., and K. L. Gillespie. 2009. "Investigating the Role of Emotion in Science Center Visitor Learning." *Visitor Studies* 12 (2): 112–132.
- Falk, J. H., J. E. Heimlich, C. L. Vernon, and K. Bronnenkant. 2010. "Critique of a Critique: Do Zoos and Aquariums Promote Attitude Change in Visitors?" *Society & Animals* 18 (4): 415–419.
- Field, A. 2009. *Discovering Statistics Using SPSS*. 3rd ed. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Fletcher, S., J. S. Potts, C. Heeps, and K. Pike. 2009. "Public Awareness of Marine Environmental Issues in the UK." *Marine Policy* 33 (2): 370–375.
- Fraser, J., and J. Sickler. 2009. "Measuring the Cultural Impact of Zoos and Aquariums." *International Zoo Yearbook* 43 (1): 103–112.
- Geier, C. S., and F. X. Bogner. 2010. "Student-Centred Anti-Smoking Education: Comparing a Classroom-Based and an out-of-School Setting." *Learning Environments Research* 13 (2): 147–157.
- Gottlieb, D., E. Vigoda-Gadot, A. Haim, and M. Kissinger. 2012. "The Ecological Footprint as an Educational Tool for Sustainability: A Case Study Analysis in an Israeli Public High School." *International Journal of Educational Development* 32 (1): 193–200.
- Griffin, J., and D. Symington. 1997. "Moving from Task-oriented to Learning-oriented Strategies on School Excursions to Museums." *Science Education* 81 (6): 763–779.
- Gusset, M., and G. Dick. 2011. "The Global Reach of Zoos and Aquariums in Visitor Numbers and Conservation Expenditures." *Zoo Biology* 30 (5): 566–569.
- Gutierrez de White, T. G., and S. K. Jacobson. 1994. "Evaluating Conservation Education Programs at a South American Zoo." *The Journal of Environmental Education* 25 (4): 18–22.
- Halpern, B. S., S. Walbridge, K. A. Selkoe, C. V. Kappel, F. Micheli, C. D'Agrosa, J. F. Bruno, et al. 2008. "A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems." *Science* 319 (5865): 948–952.
- Hänze, M., and R. Berger. 2007. "Cooperative Learning, Motivational Effects, and Student Characteristics: An Experimental Study Comparing Cooperative Learning and Direct Instruction in 12th Grade Physics Classes." *Learning and Instruction* 17 (1): 29–41.
- Hodson, D. 1984. "The Effect of Changes in Item Sequence on Student Performance in a Multiple-Choice Chemistry Test." *Journal of Research in Science Teaching* 21 (5): 489–495.
- Jefferson, R. L., I. Bailey, J. P. Richards, and M. J. Attrill. 2014. "Public perceptions of the UK marine environment." *Marine Policy* 43: 327–337.
- Jensen, E. 2014. "Evaluation Children's Conservation Biology Learning at the Zoo." *Conservation Biology* 28 (4): 1004–1011.
- Johnson, D. W., and R. T. Johnson. 2009. "An Educational Psychology Success Story: Social Interdependence Theory and Cooperative Learning." *Educational Researcher* 38 (5): 365–379.
- Kaiser, F. G., and U. Fuhrer. 2003. "Ecological Behavior's Dependency on Different Forms of Knowledge." *Applied Psychology* 52 (4): 598–613.
- Kaiser, F. G., N. Roczen, and F. X. Bogner. 2008. "Competence Formation in Environmental Education: Advancing Ecology-Specific rather than General Abilities." *Umweltpsychologie* 12 (2): 56–70.
- Karacop, A., and K. Doymus. 2013. "Effects of Jigsaw Cooperative Learning and Animation Techniques on Students' Understanding of Chemical Bonding and Their Conceptions of the Particulate Nature of Matter." *Journal of Science Education and Technology* 22 (2): 186–203.

- Keeves, J. P. 1998. "Methods and Processes in Research in Science Education." In *International Handbook of Science Education*, edited by B. J. Fraser and K. G. Tobin, 1127–1153. Dordrecht: Kluwer.
- Kisiel, J. F. 2003. "Teachers, Museums and Worksheets: A Closer Look at a Learning Experience." *Journal of Science Teacher Education* 14 (1): 3–21.
- Kola-Olusanya, A. 2005. "Free-Choice Environmental Education: Understanding Where Children Learn outside of School." *Environmental Education Research* 11 (3): 297–307.
- Kollmuss, A., and J. Agyeman. 2002. "Mind the Gap: Why Do People Act Environmentally and What Are the Barriers to pro-Environmental Behavior?" *Environmental Education Research* 8 (3): 239–260.
- Kyndt, E., E. Raes, B. Lismont, F. Timmers, E. Cascallar, and F. Dochy. 2013. "A Meta-Analysis of the Effects of Face-to-Face Cooperative Learning. Do Recent Studies Falsify or Verify Earlier Findings?" *Educational Research Review* 10: 133–149.
- Lazarowitz, R., R. Hertz-Lazarowitz, and J. H. Baird. 1994. "Learning Science in a Cooperative Setting: Academic Achievement and Affective Outcomes." *Journal of Research in Science Teaching* 31 (10): 1121–1131.
- Lienert, G. A. 1969. *Testaufbau und Testanalyse* [Test Construction and Analysis]. 3rd ed. Weinheim: Julius Beltz.
- Löhne, C., K. Friedrich, and I. Kiefer. 2009. *Natur und Nachhaltigkeit. Innovative Bildungsangebote in Botanischen Gärten, Zoos und Freilichtmuseen. Naturschutz und Biologische Vielfalt* 78. [Nature and Sustainability. Innovative Education at Botanical Gardens, Zoos, and Open-Air Museums. Conservation and Biodiversity 78]. Münster: Landwirtschaftsverlag.
- Lord, T. R. 2001. "101 Reasons for Using Cooperative Learning in Biology Teaching." *The American Biology Teacher* 63 (1): 30–38.
- Lou, Y., P. C. Abrami, J. C. Spence, C. Poulsen, B. Chambers, and S. d'Apollonia. 1996. "Within-Class Grouping: A Meta-Analysis." *Review of Educational Research* 66 (4): 423–458.
- Luebke, J. F., and A. Grajal. 2011. "Assessing Mission-Related Learning Outcomes at Zoos and Aquaria: Prevalence, Barriers, and Needs." *Visitor Studies* 14 (2): 195–208.
- Marino, L., and S. O. Lilienfeld, R. Malamud, N. Nobis, and R. Broglio. 2010. "Do zoos and aquariums promote attitude change in visitors? A critical evaluation of the American zoo and aquarium study." *Society & Animals* 18 (2): 126–138.
- Meinhold, J. L., and A. J. Malkus. 2005. "Adolescent Environmental Behaviors Can Knowledge, Attitudes, and Self-Efficacy Make a Difference?" *Environment and Behavior* 37 (4): 511–532.
- Meissner, B., and F. X. Bogner. 2011. "Enriching Students' Education Using Interactive Workstations at a Salt Mine Turned Science Center." *Journal of Chemical Education* 88 (4): 510–515.
- Mertens, D. M. 2010. *Research and Evaluation in Education and Psychology*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Mortensen, M. F., and K. Smart. 2007. "Free-Choice Worksheets Increase Students' Exposure to Curriculum during Museum Visits." *Journal of Research in Science Teaching* 44 (9): 1389–1414.
- Moss, A., and M. Esson. 2010. "Visitor Interest in Zoo Animals and the Implications for Collection Planning and Zoo Education Programmes." *Zoo Biology* 29 (6): 715–731.
- Moss, A., and M. Esson. 2013. "The Educational Claims of Zoos: Where Do We Go from Here?" *Zoo Biology* 32 (1): 13–18.
- Moss, A., E. Jensen, and M. Gusset. 2015. "Evaluating the Contribution of Zoos and Aquariums to Aichi Biodiversity Target 1." *Conservation Biology* 29 (2): 537–544.
- Myers, O. E., C. D. Saunders, and A. A. Birjulin. 2004. "Emotional Dimensions of Watching Zoo Animals: An Experience Sampling Study Building on Insights from Psychology." *Curator: The Museum Journal* 47 (3): 299–321.
- Ontario Ministry of Education. 2009. *Acting Today Shaping Tomorrow. A Policy Framework for Environmental Education in Ontario Schools*. Ottawa: Queens Printer Ontario. <https://www.edu.gov.on.ca/eng/teachers/enviroed/ShapeTomorrow.pdf>.

- Onwuegbuzie, A. J., and D. A. DaRos-Voseles. 2001. "The Role of Cooperative Learning in Research Methodology Courses: A Mixed-Methods Analysis." *Research in the Schools* 8 (1): 61–75.
- Patrick, P. G., C. E. Matthews, D. F. Ayers, and S. D. Tunnicliffe. 2007. "Conservation and Education: Prominent Themes in Zoo Mission Statements." *The Journal of Environmental Education* 38 (3): 53–60.
- Patrick, P. G., and S. D. Tunnicliffe. 2013. *Zoo Talk*. Dordrecht: Springer Science & Business Media.
- Pearson, E. L., J. Dorrian, and C. A. Litchfield. 2013. "Measuring Zoo Visitor Learning and Understanding about Orangutans: Evaluation to Enhance Learning Outcomes and to Foster Conservation Action." *Environmental Education Research* 19 (6): 823–843.
- Powell, D. M., and E. V. W. Bullock. 2014. "Evaluation of Factors Affecting Emotional Responses in Zoo Visitors and the Impact of Emotion on Conservation Mindedness." *Anthrozoos: A Multidisciplinary Journal of the Interactions of People & Animals* 27 (3): 389–405.
- Randler, C., S. Baumgärtner, H. Eisele, and W. Kienzle. 2007. "Learning at Workstations in the Zoo: A Controlled Evaluation of Cognitive and Affective Outcomes." *Visitor Studies* 10 (2): 205–216.
- Randler, C., B. Kummer, and C. Wilhelm. 2011. "Adolescent Learning in the Zoo: Embedding a Non-Formal Learning Environment to Teach Formal Aspects of Vertebrate Biology." *Journal of Science Education and Technology* 21 (3): 384–391.
- Rickinson, M., J. Dillon, K. Teamey, M. Morris, M. Young Choi, D. Sanders, and P. Benefield. 2004. *A Review of Research on Outdoor Learning*. National Foundation for Educational Research and King's College London.
- Roe, K., A. McConney, and C. Mansfield. 2014. "Using Evaluation to Prove or to Improve? An International, Mixed Method Investigation into Zoos' Education Evaluation Practices." *Journal of Zoo and Aquarium Research* 2 (4): 108–116.
- Schaal, S., and F. X. Bogner. 2005. "Human Visual Perception – Learning at Workstations." *Journal of Biological Education* 40 (1): 32–37.
- Scharfenberg, F. J., F. X. Bogner, and S. Klautke. 2006. "The Suitability of External Control-Groups for Empirical Control Purposes: A Cautionary Story in Science Education Research." *Electronic Journal of Science Education* 11 (1): 22–36.
- Sellmann, D., and F. X. Bogner. 2013a. "Climate Change Education: Quantitatively Assessing the Impact of a Botanical Garden as an Informal Learning Environment." *Environmental Education Research* 19 (4): 415–429.
- Sellmann, D., and F. X. Bogner. 2013b. "Effects of a 1-Day Environmental Education Intervention on Environmental Attitudes and Connectedness with Nature." *European Journal of Psychology of Education* 28 (3): 1077–1086.
- Slavin, R. E. 1983. "When Does Cooperative Learning Increase Student Achievement?" *Psychological Bulletin* 94 (3): 429–445.
- Smith, L. 2009. "Identifying Behaviors to Target during Zoo Visits." *Curator: The Museum Journal* 52 (1): 101–115.
- Souvignier, E., and J. Kronenberger. 2007. "Cooperative Learning in Third Graders' Jigsaw Groups for Mathematics and Science with and without Questioning Training." *British Journal of Educational Psychology* 77 (4): 755–771.
- Steel, B. S., C. Smith, L. Opsommer, S. Curiel, and R. Warner-Steel. 2005. "Public ocean literacy in the United States." *Ocean & Coastal Management* 48 (2): 97–114.
- Stern, M. J., R. B. Powell, and D. Hill. 2014. "Environmental Education Program Evaluation in the New Millennium: What Do We Measure and What Have We Learned?" *Environmental Education Research* 20 (5): 581–611.
- Sturm, H., and F. X. Bogner. 2008. "Student-Oriented versus Teacher-Centred: The Effect of Learning at Workstations about Birds and Bird Flight on Cognitive Achievement and Motivation." *International Journal of Science Education* 30 (7): 941–959.
- Sturm, H., and F. X. Bogner. 2010. "Learning at Workstations in Two Different Environments: A Museum and a Classroom." *Studies in Educational Evaluation* 36 (1–2): 14–19.
- Tilbury, D. 2004. "Rising to the Challenge: Education for Sustainability in Australia." *Australian Journal of Environmental Education* 20 (2): 103–114.

- Tribe, A., and R. Booth. 2003. "Assessing the Role of Zoos in Wildlife Conservation." *Human Dimensions of Wildlife* 8 (1): 65–74.
- WAZA. 2005. *Building a Future for Wildlife – The World Zoo and Aquarium Conservation Strategy*. http://www.waza.org/files/webcontent/1_public_site/5.conserva tion_strategies/building_a_future_for_wildlife/wzacs-en.pdf.
- Wiegand, F., A. Kubisch, and T. Heyne. 2013. "Out-of-School Learning in the Botanical Garden: Guided or Self-Determined Learning at Workstations?" *Studies in Educational Evaluation* 39 (3): 161–168.
- Worm, B., E. B. Barbier, N. Beaumont, J. E. Duffy, C. Folke, B. S. Halpern, J. B. C. Jackson, et al. 2006. "Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services." *Science* 314 (5800): 787–790.

4.4 Teilarbeit B

Effects on a zoo-based education program on adolescents' general ecological behavior, connectedness with nature, and factual environmental knowledge.

Sabrina Sattler & Franz X. Bogner

Environmental Education Research

(submitted)

Effects of a zoo-based environmental Education Program on Adolescents' general ecological Behavior, Connectedness with Nature, and factual environmental Knowledge

Sabrina Sattler and Franz X. Bogner

Department of Biology Didactics, University of Bayreuth, Germany

Sabrina Sattler, Didactics of Biology, Universität Osnabrück, Barbarastrasse 11, 49069
Osnabrück, Germany. Email: sabrina.sattler@biologie.uni-osnabrueck.de, Phone: +49(0)541-
969-7374

Sabrina Sattler is a PhD student supervised by Franz X. Bogner. Her research focuses on environmental education at out of school settings and adolescent environmental attitudes and behavior.

Franz X. Bogner is full professor at the University of Bayreuth (Department of Biology Didactics) since 2004. His special research field is science and environmental education, e.g. attitude measurement and knowledge structure within environmental education.

Effects of a zoo-based environmental Education Program on Adolescents' general ecological Behavior, Connectedness with Nature, and factual environmental Knowledge

In this study, a zoo-based environmental education (EE) program was evaluated concerning effects on adolescents' general ecological behavior and connectedness with nature and the potential relation to acquired factual environmental knowledge. A convenience sample of 107 adolescent school students completed paper-and-pencil questionnaires (pre-/post-/retention test design). Program participation did not cause a positive shift in behavior and connectedness with nature. However students pre-level of high ecological behavior and connectedness with nature foster factual environmental knowledge acquisition.

Keywords: structured zoo visits, marine ecosystems, environmental behavior, human-animal relationship

Introduction

With 700 million visitors a year (Gusset and Dick 2011), zoos plays an important role as educational institutions in the context of environmental education (EE) and school students are counted among their main target groups (Löhne, Friedrich, and Kiefer 2009). Zoos worldwide meet schools' requirements and provide programs, educational materials and background information (Andersen 2003), but the efficiency of their educational efforts is insufficiently proofed (Roe, McConney, and Mansfield 2014). Indeed, EE programs are able to result in positive changes in participants' pro-environmental behavior (Culen and Volk 2000; Middlestadt et al. 2001; Stern, Powell, and Hill 2014) In EE research considering zoo settings mostly intended behavior is assessed (Dierking et al. 2004; Pearson, Dorrian, and Litchfield 2013; Skibins and Powell 2013), whereas in general a more direct measure of behavioral change is suggested (Stern et al. 2014). Furthermore, behavioral engagement is very often

measured with single acts with regard to one specific animal (Pearson, Lowry, Dorrian, and Litchfield 2014; Skibins and Powell 2013; Swanagan 2000). But usually, people can choose from various behavioral options to realize their individual environmental life style (Kaiser, Oerke, and Bogner 2007). Additionally, personal situational influences affect behaviors which become easier or more difficult to carry out (Kaiser and Wilson 2000). Consequently, a person's general ecological pattern of behavior reflects the degree of her/his individual environmental life style (Roczen, Kaiser, Bogner, and Wilson 2014).

Behind behavior a complex mixture of affective and cognitive processes exist that guides people's short- and long-term decisions while the interplay among those variables is crucial to explore (Heimlich and Ardoin 2008). Kaiser, Roczen, and Bogner (2008) developed a model which is based on ecology-specific intellectual and motivational abilities: environmental knowledge provides the intellectual basis and connectedness with nature builds the motivational one.

Knowledge is regarded as crucial determinate for ecological behavior (Kaiser and Fuhrer 2003). Yet a review of (Rickinson 2001) revealed that young people lack factual environmental knowledge. Consequently, providing basic environmental concepts and processes to them is still necessary. EE programs at out-of-school settings like zoos are effective to impart students' knowledge (Randler, Baumgärtner, Eisele, and Kienzle 2007; Wagoner and Jensen 2010). Furthermore knowledge about ecosystem relationships and reasons for environmental problems may also support people's connectedness with nature (Kaiser et al. 2008).

At the same time feeling connected with nature is suggested to be essential to how people act toward their environment (Kals, Schumacher, and Montada 1999; Schultz 2000): Humans want to protect their natural environment, if they value and feel accountable for it (Frantz, Mayer, Norton, and Rock 2005; Nisbet, Zelenski, and Murphy 2009). Connection with

or affiliation toward nature might be facilitated through nature experiences (Hinds and Sparks 2008, 2009; Kals et al. 1999). It has been shown that outdoor EE programs support the development of children's connectedness with nature (Kossack and Bogner 2012; Liefländer, Fröhlich, Bogner, and Schultz 2013). Additionally, the encounter with animals seems to be linked with human-nature connectedness. For example, visitors' connectedness with nature increased after spending a day at a wild animal park (Schultz and Tabanico 2007). Bruni, Fraser, and Schultz (2008) revealed a strengthened feeling of implicit connectedness with nature in people after a zoo visit. Zoo visitors who respond emotionally positive to zoo animals developed conservation thoughts (Myers, Saunders, and Birjulin 2004; Powell and Bullock 2014). Thus, the human-animal relationship may also be a key factor in conservation and environmental issues (Vining 2003).

Following the competence model of environmental education of (Kaiser et al. 2008), we investigated the intellectual (knowledge) and motivational (connectedness with nature) abilities of adolescent students and their general ecological pattern of behavior before and after the participation of a zoo-based EE program. Our previous findings (Author and Author 2016) already demonstrated that participation in our program leads to short- and long-term factual environmental knowledge gain in students. In this study we focused on the following research questions:

- (1) Does the zoo-based EE program foster adolescents' general ecological behavior?
- (2) Does the zoo-based EE program have an impact on adolescents' connectedness to nature?
- (3) To which extent are general ecological behavior, connectedness to nature and environmental knowledge of adolescents related?

Methods

Participants

Altogether, 107 students ($M \pm SD$: 15.6 ± 0.60 years of age; ♀ = 55, ♂ = 52) from Bavarian academic high schools ('Gymnasium') participated in our study. We received our convenience sample by informing every academic high school within an accessible distance of approximately 90 km from the zoo. Our test-retest group consisted of additional 55 students ($M \pm SD$: 15.8 ± 0.86 years of age; ♀ = 31, ♂ = 24).

Zoo-based EE program

Our EE program took place at a zoo in Bavaria. The students followed a self-guided learning program supported by cooperative learning methods. The contents were composed of marine mammals (West Indian manatee [*Trichechus manatus*], harbor seal [*Phoca vitulina*], California sea lion [*Zalophus californianus*] and polar bear [*Ursus maritimus*]), their natural habitats and the anthropogenic threats to these natural habitats. The first part (Module-1) of the field trip took place in the front of the marine mammals' compounds. In groups of maximum five persons, the adolescents performed learning at workstations. They had to observe the species carefully to solve the given tasks, which linked the species at the zoo with their natural habitat requirements (e.g. species' adaptations, behavior and ecology). During the second part (Module-2), the students completed a jigsaw and teamed up to four expert groups covering different topics (overfishing, climate change at the Arctic Ocean, toxins in oceans and marine litter). The tasks based on interpretation of documentaries and science reports and linked the environmental problems with the everyday lives of the adolescents (e.g. objects of daily use containing Persistent Organic Pollutants or food products containing fish). More details on the content and the implementation of the zoo-based EE program are published in (Author and Author 2016).

Study design

Our study followed a quasi-experimental design (Mertens 2014) with a pre-test (T_0 , one week before the zoo field trip), post-test (T_1 , immediately after the field trip) and retention test (T_2 , six weeks after the field trip). The students of the test-retest group completed the three tests without participating in the field trip, in order to determine test/re-test reliability and effects based solely on EE program participation. Each test (paper-and-pencil questionnaires) took approx. 15 minutes to complete. The participants were not informed about any testing schedule in order to avoid potential test preparation (Bogner 1998). Although complementary in-class activities may be necessary to facilitate EE program effects (Smith-Sebasto and Cavern 2006; Stern, Powell, and Ardoin 2008), we asked the teachers to refrain from any follow-up activities during the evaluation process in order to avoid side effects which might influence the participating adolescents.

Instruments

General Ecological Behavior (GEB) Scale

We measured the general ecological pattern of behavior by applying a 40-item self-report instrument (GEB scale), especially adjusted for adolescents (Kaiser et al. 2007). The GEB scale includes six domains: energy conservation (e.g. 'As the last person to leave a room, I switch off the lights. '), mobility and transportation (e.g. 'I am driven around by car. '), waste avoidance (e.g. 'I reuse my shopping bags. '), recycling (e.g. 'I separate waste. '), consumerism (e.g. 'I eat seasonal produce. '), and vicarious behaviors toward conservation (e.g. 'I contribute financially to environmental organizations. '). Fourteen behaviors represent unecological activities and were reversely coded. The response design followed a five-point Likert-scale ranging from 1 (*never*) to 5 (*always*). For subsequent analyses, the polytomous response format was recorded to a dichotomous one for further analyses. The responses *never*, *seldom* and *occasionally* were

combined into negative responses while *often* and *always* counted as positive responses (cf. Kaiser et al. 2007). The GEB scale was calibrated using the dichotomous Rasch model, a model within the Item Response Theory (Bond and Fox 2001). This model allows the unidimensional measurement of ecological behavior with different sets of acts (Kaiser and Wilson 2004). We presented a varied selection of 23 items at each test where approximately 43 % of the data were missing by design (Roczen et al. 2014). This approach avoided overextension of our participants, as the time for completing the tests was constraint. Concerning all three tests, the person measures ranged from -2.67 to 3.02 (T_0 : $M = 0.008$, $SD = 0.90$; T_1 : $M = 0.020$, $SD = 0.96$; T_2 : $M = 0.044$, $SD = 1.00$); the item difficulties ranged from -2.99 to 3.30 (T_0 : $M = -0.20$, $SD = 1.91$; T_1 : $M = -0.19$, $SD = 1.72$; T_2 : $M = -0.08$, $SD = 1.67$). We used mean square (*MS*) statistics to assess item fit (see Table 1). The *MS* values of the scale at all three tests were close to 1.00 on average, their standard deviations were narrow (≤ 0.07). Both indicated a reasonable fit. Further, for single items, the *MS* values did not exceed the range of an acceptable fit, $0.75 < MS < 1.30$ (Bond and Fox 2001). The person separation reliability was 0.60 at T_0 , 0.65 at T_1 , and 0.70 at T_2 . For subsequent analysis the person measures in [logits] were used.

Table 1

The Inclusion of Nature in Self (INS) Scale

For measuring the motivational ability, we applied the Inclusion of Nature in Self (INS) scale (Schultz 2002), a graphical single-item scale containing seven circle pairs, whereas one circle represents 'self' and the other 'nature'. The pairs differ in the degree to which they overlap and symbolize separation with nature to complete connection with nature. Participants were asked to choose the circle pair which best describes their individual relationship with nature. The least overlapping circle pair gets a score of 1 while the most overlapping circle pair gets a score of 7. The test/re-test reliability of the INS scale was acquired by the test-retest group using correlation coefficients: $r = .76$, $p < .001$ (T1, one week retest), $r = .75$, $p < .001$ (T2, six

week retest). (Schultz, Shriver, Tabanico, and Khazian, 2004) reported values of $r = .90$ (one week retest) and $r = .84$ (four week retest).

Factual Environmental Knowledge

In order to measure factual environmental knowledge, 12 single-choice questions were applied (c.f. Author and Author 2016). Most of all questions covered ecological processes and reasons for environmental issues (e.g. 'Which label indicates sustainable fishery?' Answers: FSC, MSC (correct), The Blue Angel, Fair Trade; 'Which one of the sentences is correct?' Answers: Energy increases from one trophic level to the next, 90% of solar energy contributes to photosynthesis, 10% of energy passes on from one trophic level to the next (correct), biomass doubles from one trophic level to the next). The Cronbach's alpha of the *ad hoc* knowledge scale was .68 (T_1). For analysis the sum scores were used.

Statistical Analysis

For the calibration of the Rasch-Model we used the Program ACER ConQuest version 2.0. All further statistical analyses were computed/executed/performed with SPSS Statistics 22. Due to non-normal distribution of the variables as well as one ordinal variable (INS) we applied non-parametric tests. We completed Friedman's ANOVA in order to compare GEB person measures and INS scores from all three tests. For follow-up analyses we applied Wilcoxon signed-rank tests to identify any potential short-term (T_0 vs. T_1) and long-term (T_0 vs. T_2) effects.

Spearman's rho was calculated to determine any potential correlation between the GEB, INS and knowledge levels at T_0 , T_1 , and T_2 . The Mann-Whitney test was used to compare knowledge achievement between both GEB and INS high and low pre-level students at T_0 , T_1 , and T_2 . We used an alpha level of .05 for Friedman's ANOVA and Mann-Whitney test. We made Bonferroni corrections for the Wilcoxon signed-rank tests ($p < .0167$) and for the Spearman's correlation (significant: $p < .008$, high-significant: $p < .002$). The effect size r was

calculated according to (Field 2013) with .10 as a small effect, .30 as a medium effect, and .50 as a large effect (Cohen 1992).

Results

The comparison of the GEB person measures ($MdnT_0 = 0.012$, $MdnT_1 = -0.044$, $MdnT_2 = 0.011$) at all three tests did not show any significant difference, while the INS scores ($MdnT_0 = 4.00$, $MdnT_1 = 3.00$, $MdnT_2 = 3.00$) did. In the test-retest group, neither the GEB person measures ($MdnT_0 = 0.012$, $MdnT_1 = -0.125$, $MdnT_2 = -0.159$) nor the INS scores ($MdnT_0 = 4.00$, $MdnT_1 = 4.00$, $MdnT_2 = 4.00$) showed any significant differences (see Table 2).

Table 2

Table 3 presents the follow-up analyses (Wilcoxon signed-rank test) regarding the INS scores within the treatment group. The INS score in T_0 (grouped $Mdn = 3.63$) differed significantly to the score in T_1 (grouped $Mdn = 3.46$), with a small effect size ($r < -.17$). The scores in T_1 and T_2 (grouped $Mdn = 3.57$) as well as the comparison between T_0 and T_2 did not show any significant differences.

Table 3

As the GEB person measures did not differ between pre-, post- and retention test, we used only the person measures of T_0 for further analyses (see Table 4). The INS scores correlated positively with the GEB person measures at T_0 and T_1 with medium effects ($r_s = .43$; $r_s = .44$), while at the retention test the variables did not correlate. The knowledge scores correlated positively with the GEB person measures only at T_1 and

T_2 . The effect size at the posttest was medium ($r_s = .41$), whereas the effect size at the retention test was small ($r_s = .29$). The positive correlations of the INS and knowledge scores showed similar effect sizes, ranging from small ($r_s = .26$) to medium ($r_s = .34$). Only the knowledge scores at the posttest and the INS scores at the retention test did not show any significant relation. Concerning the test-retest group, the knowledge scores between T_0 , T_1 , and T_2 showed high significant correlations ($p < .002$; $T_0 - T_1$: $r_s = .80$; $T_0 - T_2$: $r_s = .69$; $T_1 - T_2$: $r_s = .73$), as well the INS scores ($p < .002$; $T_0 - T_1$: $r_s = .76$; $T_0 - T_2$: $r_s = .75$; $T_1 - T_2$: $r_s = .71$). Both the GEB person measures and the INS scores showed no significant correlation with the knowledge scores. Also the two variables showed no correlations with each other.

Table 4

A more detailed view into the relationship between the variables was provided by a median split, which allowed the comparison of students with high and low INS and GEB pre-levels with regards to their knowledge scores. Adolescents with high INS pre-levels, $N = 59, > Mdn 3$ (T_0 : $Mdn = 3.00$, T_1 : $Mdn = 11.00$, T_2 : $Mdn = 9.00$) showed significant higher knowledge scores at the pre-test ($U = 1070.00$, $z = -2.18$, $p < .05$, $r = -.21$), the post-test ($U = 1056.00$, $z = -2.27$, $p < .05$, $r = -.22$) as well the retention test ($U = 1087.50$, $z = -2.09$, $p < .05$, $r = -.20$) compared to adolescents with low levels, $N = 48, \leq Mdn 3$ (T_0 : $Mdn = 3.00$, T_1 : $Mdn = 9.00$, T_2 : $Mdn = 8.00$, see Figure 1). Students with high GEB pre-levels, $N = 53, > Mdn 0.012$ (T_0 : $Mdn = 3.00$, T_1 : $Mdn = 11.00$, T_2 : $Mdn = 9.00$) compared to students with low GEB pre-levels, $N = 54, \leq Mdn 0.012$ (T_0 : $Mdn = 3.00$, T_1 : $Mdn = 9.00$, T_2 : $Mdn = 8.00$) showed higher knowledge scores solely after participation, $U = 909.50$, $z = -3.27$, $p < .01$, $r = -.32$ (see Figure 2).

Figure 1 and Figure 2

Discussion

General ecological behavior

The participation in our zoo-based EE program did not lead to changes of students' general ecological behavior, neither directly after the program nor six weeks later. When persons change their behaviors, they also have to alter the routines in which the acts are embedded (Heimlich and Ardoin 2008). Besides, past behavior seems to be significant related to the intention to act in a pro-environmental way (Carrus, Passafaro, and Bonnes 2008). According to that, it is obvious that students did not show a different general ecological behavior pattern directly after participation in the zoo-based EE program. Although even half-day EE programs seemed to influence students' intended behavior for a short period (Fröhlich, Sellmann, and Bogner 2013), prolonged EE programs were able to lead to mid- and long-term effects (Bogner 1998). Further pre- and post-activities may facilitate EE program effects (Smith-Sebasto and Cavern 2006; Stern et al. 2008). Due to our study design, we asked the teachers to refrain from such activities in order to affiliate possible effects exclusively to our program. However, as the content of our zoo-based EE program followed the curriculum, the relation with in-class activities is principally intended. Furthermore, environmental behavior can be affected by diverse factors, e.g. socio-economic grouping and other people, especially family (Grønhøj and Thøgersen 2009; Rickinson 2001). Students may orientate themselves to their parents' environmental life style. At the same time, EE program participation can encourage students to affect their home and even communities (Ballantyne, Fien, and Packer 2001; Fien, Neil, and Bentley 2008). Therefore, in future studies intergenerational interactions should be considered.

Connectedness with nature

Our adolescent participants showed, with a very small effect size, a decrease in connectedness with nature directly after the zoo visit. This result is contradictory to other findings. Previous studies revealed an increase of visitors' connectedness with nature between zoo entry and exit (Schultz and Tabanico 2007) or at least no changes (Bruni et al. 2008). However, the participants of these studies experienced the zoos as a free-choice learning place. Our students may perceive the zoo visit as too task-oriented. Therefore, solving the tasks may foreground instead of interacting with the animals. We minded the variation of the cognitive level, task density, and orientation/advance organizer (cf. Mortensen and Smarts 2007), but students might be felt restricted by worksheets (Griffin and Symington 1997), which could negatively impact the emotional response of students to their surroundings. (Kossack and Bogner 2012) revealed besides positive also negative shifts in students' connectedness with nature after the participation in an EE program at a forest. But involving discovery and perception aspects in an EE program, students showed an increase in connectedness with nature (Liefländer et al. 2013). Although we included time for discovering and observing the animals, it seems to be not enough for adolescents to get a feeling of connection with the animals and thus with nature. Involving participants in e.g. husbandry of zoo animals fostered environmental attitudes and behavior (Kruse and Card 2004). This approach of direct encounter should be considered in regard to connectedness with nature.

Additionally, the type of animal, their activity as well as eye contact and perceived interaction may influence the emotional response of visitors (Myers et al. 2004; Powell and Bullock 2014). In our case, the animals could be inactive and therefore our students did not perceive any interaction. Also, we did not measure students' interest in the animals, which could be ordinary. In future studies we should assess students' individual awareness of their encounter with the animals and their impression of the visit in general in order to explain

changes in connectedness to nature more precisely and to get a deeper insight in designing structured zoo visits.

Finally, it should be added that the less perceived connectedness with nature of the participated adolescents was not permanent. The students reverted to their initial level before the zoo visit (assessed after six week).

Relationship between GEB, INS and Knowledge

Initially, it is surprising, that the students in our test-retest group did not show any relation between their general ecological behavior and connectedness with nature. Recent studies showed positive correlations between INS and self-reported ecological behavior with medium effects, in general (Davis, Green, and Reed, 2009; Davis, Le, and Coy 2011; Schultz 2001). Our treatment group, however, gave a different picture. Students with higher GEB person measures felt more connected with nature before and after their participation, given medium effect sizes.

Students' knowledge scores were related with the INS score with small to medium effects. More specifically, the students with higher INS pre-levels show higher knowledge scores compared to students with lower pre-levels before, directly after, and six week after the zoo-based EE program (see Figure 1). According to (Kaiser et al. 2008) knowledge about ecosystem relationships and reasons for environmental problems may support people's connectedness with nature. It seems that connectedness with nature can also foster factual environmental knowledge in EE programs.

The students' GEB person measures were related with the knowledge scores at T_1 and T_2 , given medium and small effects. However, only participants who behave more environmentally friendly compared to them who showed low levels of ecological behaviors (see Figure 2) learned more about the content imparted (medium effect). Although the adolescents did not change their general ecological behavior due to the participation in zoo-

based EE program, the results indicate that adolescents' ecological life style reflects their interests on environmental issues, which was revealed in knowledge.

Limitations of the study

Our findings are not generalizable. Our sample consisted of only one age cohort from one school type. (Liefländer et al. 2013) could show that younger students had higher INS scores than older ones. The participation in an EE program led to a short-term increase in connectedness with nature in both age groups, but only in the younger cohort the feeling of connectedness retained. Furthermore, difference of the INS scores also appeared regarding the school type. Perceptions of animals are changing with age as well (Kellert 1985): Primary school students may affectively and emotionally relate to animals, 10 to 13 year olds increasingly develop a cognitive, factual understanding of animals and 13 to 16 year olds broaden their attitudes to include an ethical concern for animals. Also positive animal attitudes decreased for the cohort of 10 to 15 year olds (Binngießer, Wilhelm, and Randler 2013). These findings elucidate the need to include various age-groups in further studies.

Conclusion

Although the participation in our zoo-based EE program facilitated the acquisition of factual environmental knowledge in students (Author and Author 2016), it was not able to foster pro-environmental behavior or connectedness with nature. As a free-choice visit to the zoo can have a positive impact on person's connectedness with nature (Bruni et al. 2008), an EE program should be carefully designed considering the possibility to interact with animals. Nevertheless our study provided an enriching insight into the complexity of EE-related variables. The level of both general ecological behavior and connectedness with nature seem to support the knowledge achievement acquired by the participation in our zoo-based EE program. As a result, factual environmental knowledge should not only be considered as

prerequisite for pro-environmental behavior. Participants' ecological life style and their connectedness with nature may also affect cognitive EE program outcomes.

References

- Andersen, L. L. 2003. "Zoo education: from formal school programmes to exhibit design and interpretation." *International Zoo Yearbook* 38 (1): 75–81.
- Ballantyne, R., J. Fien, & J. Packer. 2001. "Program effectiveness in facilitating intergenerational influence in environmental education: Lessons from the field." *The Journal of Environmental Education* 32 (4): 8–15.
- Bogner, F. X. 1998. "The influence of short-term outdoor ecology education on long-term variables of environmental perspective." *The Journal of Environmental Education* 29 (4): 17–29.
- Bond, T. G., and C. M. 2001. *Applying the Rasch model. Fundamental measurement in the human sciences*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bruni, C., J. Fraser, and P. W. Schultz. 2008. „The Value of Zoo Experiences for Connecting People with Nature." *Visitor Studies* 11: 139–150. doi:10.1080/10645570802355489.
- Carrus, G., P. Passafaro, and M. Bonnes. 2008. "Emotions, habits and rational choices in ecological behaviours: The case of recycling and use of public transportation." *Journal of Environmental Psychology* 28 (1): 51–62.
- Cohen, J. 1992. "A power primer." *Psychological bulletin*, 112(1), 155.
- Culen, G. R., and T. L. Volk. 2000. "Effects of an Extended Case Study on Environmental Behavior and Associated Variables in Seventh- and Eighth-Grade Students." *The Journal of Environmental Education* 31: 9–15. doi:10.1080/00958960009598633.
- Davis, J. L., J. D. Green, and A. Reed. 2009. "Interdependence with the environment: Commitment, interconnectedness, and environmental behavior." *Journal of Environmental Psychology* 29: 173–180. doi:10.1016/j.jenvp.2008.11.001.
- Davis, J. L., B. Le, and A. E. Coy. 2011. "Building a model of commitment to the natural environment to predict ecological behavior and willingness to sacrifice." *Journal of Environmental Psychology* 31: 257–265. doi:10.1016/j.jenvp.2011.01.004.
- Dierking, L. D., L. M. Adelman, J. Ogden, K. Lehnhardt, L. Miller, and J. D. Mellen. 2004. „Using a behavior change model to document the impact of visits to Disney's Animal Kingdom: A study investigating intended conservation action." *Curator: The Museum Journal* 47 (3): 322–343.
- Field, A. 2013. *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. London: Sage.
- Fien, J., C. Neil, and M. Bentley. 2008. „Youth can lead the way to sustainable consumption." *Journal of Education for Sustainable Development* 2 (1): 51–60.
- Frantz, C., F. S. Mayer, C. Norton, and M. Rock. 2005. "There is no 'I' in nature: The influence of self-awareness on connectedness to nature." *Journal of Environmental Psychology* 25: 427–436. doi:10.1016/j.jenvp.2005.10.002.
- Fröhlich, G., D. Sellmann, and F. X. Bogner. 2013. „The influence of situational emotions on the intention for sustainable consumer behaviour in a student-centred intervention." *Environmental Education Research* 19 (6): 747–764.

Griffin, J., and D. Symington. 1997. "Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums." *Science Education* 81 (6): 763–779.

Grønhøj, A., and J. Thøgersen. 2009. "Like father, like son? Intergenerational transmission of values, attitudes, and behaviours in the environmental domain." *Journal of Environmental Psychology* 29 (4): 414–421.

Gusset, M., and G. Dick. 2011. "The global reach of zoos and aquariums in visitor numbers and conservation expenditures." *Zoo Biology* 30: 566–569. doi:10.1002/zoo.20369.

Heimlich, J. E., and N. M. Ardoin. 2008. "Understanding behavior to understand behavior change: A literature review." *Environmental Education Research* 14 (3): 215–237.

Hinds, J., and P. Sparks. 2008. "Engaging with the natural environment: The role of affective connection and identity." *Journal of Environmental Psychology* 28: 109–120. doi:10.1016/j.jenvp.2007.11.001.

Hinds, J., and P. Sparks. 2009. "Investigating environmental identity, well-being, and meaning." *Ecopsychology* 1 (4): 181–186.

Kaiser, F. G., and U. Fuhrer. 2003. "Ecological behavior's dependency on different forms of knowledge." *Applied Psychology* 52 (4): 598–613.

Kaiser, F. G., B. Oerke, and F. X. Bogner. 2007. "Behavior-based environmental attitude: Development of an instrument for adolescents." *Journal of Environmental Psychology* 27 (3): 242–251.

Kaiser, F. G., N. Roczen, and F. X. Bogner. 2008. "Competence formation in environmental education: Advancing ecology-specific rather than general abilities." *Umweltpsychologie* 12 (2): 56.

Kaiser, F. G., and M. Wilson. 2000. "Assessing People's General Ecological Behavior: A Cross-Cultural Measure1." *Journal of Applied Social Psychology* 30: 952–978. doi:10.1111/j.1559-1816.2000.tb02505.x.

Kaiser, F. G., and M. Wilson. 2004. "Goal-directed conservation behavior: The specific composition of a general performance." *Personality and Individual Differences* 36 (7): 1531–1544.

Kals, E., D. Schumacher, and L. Montada. 1999. "Emotional affinity toward nature as a motivational basis to protect nature." *Environment and Behavior* 31 (2): 178–202.

Kellert, S. R. 1984. "Attitudes toward animals: Age-related development among children." in *Advances in Animal Welfare Science 1984/85* edited by M. W. Fox and L. D. Mickley, 43–60. Washington, DC: The Humane Society of the United States.

Kossack, A., and F. X. Bogner. 2012. "How does a one-day environmental education programme support individual connectedness with nature?" *Journal of Biological Education* 46 (3): 180–187.

Kruse, C. K., and J. A. Card. 2004. "Effects of a conservation education camp program on campers' self-reported knowledge, attitude, and behavior." *The Journal of Environmental Education* 35 (4): 33–45.

- Liefländer, A. K., G. Fröhlich, F. X. Bogner, and P. W. Schultz. 2013. „Promoting connectedness with nature through environmental education.” *Environmental Education Research* 19 (3): 370–384.
- Löhne, C., K. Friedrich, and I. Kiefer. 2009. *Natur und Nachhaltigkeit. Innovative Bildungsangebote in Botanischen Gärten, Zoos und Freilichtmuseen. Naturschutz und Biologische Vielfalt* 78. [Nature and Sustainability. Innovative Education at Botanical Gardens, Zoos, and Open-Air Museums. Conservation and Biodiversity 78]. Münster: Landwirtschaftsverlag.
- Mertens, D. M. 2014. *Research and evaluation in education and psychology*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Middlestadt, S., M. Grieser, O. Hernández, K. Tubaihat, J. Sanchack, B. Southwell, and R. Schwartz. 2001. “Turning Minds On and Faucets Off: Water Conservation Education in Jordanian Schools.” *The Journal of Environmental Education* 32: 37–45. doi:10.1080/00958960109599136.
- Myers, O. E., C. D. Saunders, and A. A. Birjulin. 2004. “Emotional dimensions of watching zoo animals: An experience sampling study building on insights from psychology.” *Curator* 47 (3): 299–321.
- Nisbet, E. K., J. M. Zelenski, and S. A. Murphy. 2009. „The Nature Relatedness Scale: Linking Individuals' Connection With Nature to Environmental Concern and Behavior.” *Environment and Behavior* 41: 715–740. doi:10.1177/0013916508318748.
- Pearson, E. L., J. Dorrian, and C. A. Litchfield. 2013. “Measuring zoo visitor learning and understanding about orangutans: evaluation to enhance learning outcomes and to foster conservation action.” *Environmental Education Research* 19: 823–843. doi:10.1080/13504622.2012.763112.
- Pearson, E. L., R. Lowry, J. Dorrian, and C. A. Litchfield. 2014. “Evaluating the conservation impact of an innovative zoo-based educational campaign: ‘Don't Palm Us Off’ for orang-utan conservation.” *Zoo biology* 33 (3): 184–196.
- Powell, D. M., and E. V. W. Bullock. 2014. “Evaluation of Factors Affecting Emotional Responses in Zoo Visitors and the Impact of Emotion on Conservation Mindedness.” *Anthrozoös* 27 (3), 389–405.
- Randler, C., S. Baumgärtner, H. Eisele, and W. Kienzle. 2007. „Learning at workstations in the zoo: A controlled evaluation of cognitive and affective outcomes.” *Visitor Studies* 10 (2): 205–216.
- Rickinson, M. 2001. “Learners and Learning in Environmental Education: A critical review of the evidence.” *Environmental Education Research* 7: 207–320. doi:10.1080/13504620120065230.
- Roczen, N., F. G. Kaiser, F. X. Bogner, and M. Wilson. 2014. „A competence model for environmental education.” *Environment and Behavior* 46 (8): 972–992.
- Roe, K., A. McConney, and C. Mansfield. 2014. “Using evaluation to prove or to improve? An international, mixed method investigation into zoos' education evaluation practices.” *Journal of Zoo and Aquarium Research* 2 (4): 108–116.

- Schultz, P., and J. Tabanico. 2007. "Self, Identity, and the Natural Environment: Exploring Implicit Connections With Nature." *Journal of Applied Social Psychology* 37 (6): 1219–1247.
- Schultz, P. W. 2000. "Empathizing With Nature: The Effects of Perspective Taking on Concern for Environmental Issues." *Journal of Social Issues* 56 (3): 391–406.
- Schultz, P. W. 2001. "The structure of environmental concern: concern for self, other people, and the biosphere." *Journal of Environmental Psychology* 21: 327–339. doi:10.1006/jev.2001.0227.
- Schultz, P. W. 2002. "Inclusion with nature: The psychology of human-nature relations." In *Psychology of sustainable development*, edited by P. Schmuck, and W. P. Schultz, 61–78. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Schultz, P. W., C. Shriver, J. J. Tabanico, and A. M. Khazian. 2004. "Implicit connections with nature." *Journal of Environmental Psychology* 24 (1): 31–42.
- Skibins, J. C., and R. B. Powell. 2013. "Conservation caring: Measuring the influence of zoo visitors' connection to wildlife on pro-conservation behaviors." *Zoo biology* 32 (5): 528–540.
- Smith-Sebasto, N. J., and L. Cavern. 2006. "Effects of pre-and posttrip activities associated with a residential environmental education experience on students' attitudes toward the environment." *The Journal of Environmental Education* 37 (4): 3–17.
- Stern, M. J., R. B. Powell, and N. M. Ardoin. 2008. "What difference does it make? Assessing outcomes from participation in a residential environmental education program." *The Journal of Environmental Education* 39 (4): 31–43.
- Stern, M. J., R. B. Powell, and D. Hill. 2014. "Environmental education program evaluation in the new millennium: what do we measure and what have we learned?" *Environmental Education Research* 20 (5): 581–611.
- Swanagan, J. S. 2000. "Factors Influencing Zoo Visitors' Conservation Attitudes and Behavior." *The Journal of Environmental Education* 31: 26–31. doi: 10.1080/00958960009598648.
- Vining, J. 2003. "The connection to other animals and caring for nature." *Human Ecology Review* 10 (2): 87–99.
- Wagoner, B., and E. Jensen. 2010. "Science learning at the zoo: Evaluating children's developing understanding of animals and their habitats." *Psychology & Society* 3 (1): 65–76.

Table 1: Item fit statistics of the GEB at the three tests.

	T_0	T_1	T_2
Item fit statistics			
M (MS)	1.00	0.99	1.00
SD (MS)	0.07	0.06	0.07
Minimum (MS)	0.77	0.85	0.87
Maximum (MS)	1.19	1.13	1.15

Note. MS = mean squares, T_0 = pre-test, T_1 = post-test, T_2 = retention test.

Table 2 Comparisons of GEB and INS scores between T_0 , T_1 , and T_2 .

	treatment group		test-retest group	
	GEB	INS	GEB	INS
$\chi^2(2)$	0.58	6.13	0.26	2.67
p	.748	.047*	.880	.263

Note. Friedman's ANOVA. Treatment group: N = 107; test-retest group: N = 55; * $p < .05$, T_0 = pre-test, T_1 = post-test, T_2 = retention test.

Table 3 INS comparison between T_0 , T_1 , and T_2 .

	T_0 vs. T_1	T_0 vs. T_2	T_1 vs. T_2
z	-2.42	-0.68	-0.98
p	.015*	.498	.319
r	-.17	-.07	-.03
Δ grouped median	0.17	0.06	-0.11

Note. Wilcoxon signed-rank test z ; N = 107; * $p < .0167$, Bonferroni correction; effect size r ; T_0 = pre-test, T_1 = post-test, T_2 = retention test.

Table 4 Correlations between GEB T_0 person measures, INS and knowledge scores at T_0 , T_1 , and T_2 ; Spearman's rho.

	GEB T_0	INS T_0	INS T_1	INS T_2	KNOW T_0	KNOW T_1	KNOW T_2
GEB T_0	-						
INS T_0	0.43**	-					
INS T_1	0.44**	0.78**	-				
INS T_2	0.20	0.60**	0.62**	-			
KNOW T_0	0.19	0.27*	0.32**	0.34**	-		
KNOW T_1	0.41**	0.27*	0.26*	0.17	0.37**	-	
KNOW T_2	0.29*	0.30*	0.28*	0.30*	0.36**	0.66**	-

Note. N = 107; KNOW = knowledge scores; * $p < .008$, ** $p < .002$, Bonferroni correction, (2-tailed); Correlation coefficients are effect sizes (Field, 2013); T_0 = pre-test, T_1 = post-test, T_2 = retention test.

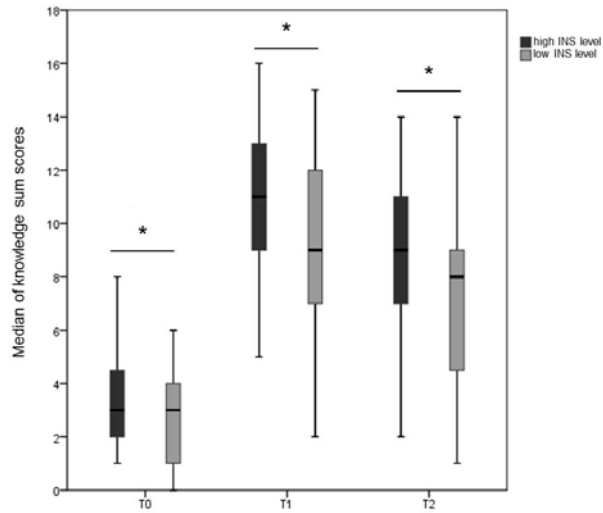


Figure 1: Comparison of knowledge sum scores between high INS pre-level (INS > 3) students (N = 59) and low INS pre-level (INS ≤ 3) students (N = 48) at all three tests; Mann-Whitney test, * $p < .05$, $r_0 = -.21$, $r_1 = -.22$, $r_2 = -.20$.

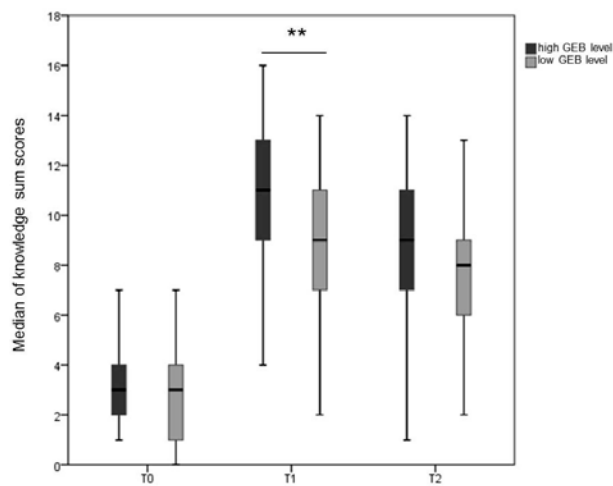


Figure 2: Comparison of knowledge sum scores between high GEB pre-level (GEB person measures > 0.012) students (N = 53) and low GEB pre-level (GEB person measures ≤ 0.012) students (N = 54) at all three tests; Mann-Whitney test, * $p < .01$, $r = -.32$.

4.5 Teilarbeit C

How nonhuman-animal empathic sentiments relate to adolescents' environmental perceptions and inclusion with nature.

Sabrina Sattler & Franz X. Bogner

Society & Animals

(under review)

How nonhuman-animal empathic sentiments relate to adolescents' environmental perceptions and inclusion with nature

Authors:

Sabrina Sattler and Franz X. Bogner

University of Bayreuth, Germany

Corresponding author:

Sabrina Sattler, Didactics of biology, University of Bayreuth, Universitätsstraße 30, NW1,
Bayreuth 95447, Germany. Email: sabrina.sattler@uni-bayreuth.de

Abstract

Humans increasingly seem to become more and more alienated from nature. To respond to the problem of alienation that mainly results from childhood being increasingly spent indoors, individual environmental concern needs strengthening in early years. Although growing up with companion animals seems common in Western societies, the impact of this relationship on environmental concerns is rarely studied.

To understand how human-nonhuman animal relationship may impact environmental concerns in adolescents (100 Bavarian high school students aged 15 to 17 years participated), a potential link between animal-oriented emotional empathy [Animal Empathy Scale (AES)], childhood animal experience and adolescents' environmental attitudes, as well as inclusion with nature were investigated. Results showed adolescents growing up with companion animals to be more empathic toward animals compared to peers without such experience. Animal-oriented empathy correlated positively to connectedness with nature and was related to environmental attitudes.

Keywords: animal empathy, 2-MEV, INS, connectedness with nature

Introduction

Alienation from the living world

Current research suggests that a strong human relationship with nature that is developed during childhood may be an important factor in influencing increasingly critical environmental problems (Frantz, Mayer, Norton, & Rock, 2005; Schultz, 2002; Kals, Schumacher, & Montada, 1999), such as the overuse of exhaustible resources, the endangerment of species, or air pollution, to name but a few (Kals & Ittner, 2003). Childhood activities in nature, e.g., hiking or

playing in the woods, camping, and hunting or fishing are positively related to adult environmental attitudes and behaviors (Wells & Lekies, 2006).

Yet primarily in industrialized countries, people, from childhood on, have become more and more alienated from nature, spending most of the time in artificial environments (Schultz, 2002). Specifically, almost 73% of the Europeans and around 82% of the North Americans live in urban areas (United Nations, 2012). Children who live in such areas have mostly a low frequency of nature experiences (Hinds & Sparks, 2009).

Furthermore, media increasingly seems to affect children's and adolescents' lifestyles, leading them to spend more time indoors. American 8 to 18 year olds spend more than 7.5 hours a day with media (Rideout, Foehr & Roberts, 2010). By surveying European adolescents' sedentary behaviors, one third of them reported to spend more than two hours per day watching TV, and during the weekend, even six hours out of ten (Rey-Lopez et al., 2010). In another study, 68.2% of boys and 61.7% of girls reported using the computer for more than 2 hours per weekday (Garcia-Contiente, Pérez-Giménez, Espelt, & Nebot, 2013). However, watching TV and playing video games is negatively associated with the sense of being connected with nature (Bruni & Schultz, 2010).

Adolescents and the environment

Actually, adolescents' attitudes, knowledge, behaviors, and concern about the environment directly and indirectly affect future environmental development (Meinhold & Malkus, 2005). Several studies (Blythe & Harré, 2012; Fien, Neil, & Bentley 2008; Ballantyne, Connell, & Fien 1998) have already described the adolescents' potential to contribute to environmental issues. Adolescents may influence adults' environmental attitudes and behavior, therefore intergenerational discussion on environmental matters should be promoted by means of environmental education (Ballantyne et al, 1998). In Australia, for instance, a sustainable

development education project targets to enable young people to become agents for a sustainable lifestyle in their communities (Fien et al., 2008).

Contradictorily, an analysis of trends in adolescents' environmental attitudes, beliefs, and behaviors, implemented by Wray-Lake, Flanagan and Osgood (2010), revealed that adolescents tend to assign responsibility for the environment to the government and the public rather than accepting their own responsibility. Although the connection or affiliation toward nature is a lifelong learning process, it is rooted in childhood (Kals & Ittner, 2003), as has already been shown in various studies (Hinds & Sparks, 2009; Ewert, Place, & Sibthorp, 2005; Kals et al., 1999). The dilemma of how to strengthen a child's or adolescent's personal environmental concern while a process of alienation from nature is simultaneously occurring emphasizes the importance of identifying further components influencing environmental concerns. For instance, comprehensive environmental education programs for children or adolescents can facilitate connectedness with nature (Liefländer, Fröhlich, Bogner, & Schultz, 2013; Kossack & Bogner, 2012) and environmental attitudes (Sellmann & Bogner 2013).

Does caring for companion animals lead to caring for the environment?

Some researchers have already found that humans' relationship to nonhuman animals is related to environmental concerns. In his "biophilia" hypothesis, Wilson (1993) postulated that humans' emotional affiliation to both nature and living organisms is inherited. Empathy for natural objects (bird or tree) led to stronger environmental attitudes (Berenguer, 2007). According to Myers and Saunders (2002), humans experience animals as a compelling part of the natural world. Furthermore, they suggest that humans have a special relationship with animals, as animals seem to be a part of nature that constitutes a potent and enduring part of humans' very development. Children from different cultural backgrounds, for instance, used animals as central points to express their concerns about environmental damage (Kahn, 1999)

Consequently, the human relationship with animals may be a key factor in supporting resource conservation and environmental protection (Vining, 2003).

In Western societies, children frequently grow up with companion animals (Müllersdorf, Granström, & Tillgren 2012; Westgarth et al., 2007). However, to the best of our knowledge, there is still little empirical research on child-animal relationships and the possibly related development of individual environmental concerns. Those researchers who were interested in the relevance of human-animal bonds mostly investigated the effect on health or social issues (Siegel 2005; Wood, Giles-Corti, & Bulsara, 2005).

Caring for animals may lead to caring about nature in a broader context, which is explained with humans' fascination with animals, based on the animals' high responsiveness and dynamic interactions with them (Myers & Saunders, 2002). If children perceive animals as social counterparts with which they can form relationships, they are more likely to care about animals' needs for well-being, including their natural environment. Actually, children's responsibilities of companion animals seemed to promote conservation efforts (Myers, Saunders, & Garrett, 2004).

Animal Empathy

As empathy, the ability to understand and share the feelings of another, is one of the preconditions for caring (Melson, 2003), examining animal-oriented empathy is essential to gain further insight into the human-animal relationship and to determine its possible link to caring for or taking responsibility for the environment.

So far, human-animal relationship research has regarded mostly human-related empathy. Although, research has not always revealed an interrelation between companion animal caring and empathy (Daly & Morton, 2003), most of studies indicated the contrary. Young adolescents who had owned a companion animal during childhood are more empathetic toward humans compared to their peers without companion animals (Vizek-Vidović et al.,

2001). Adults who had a dog as child showed higher level of human-related empathy than adults without a companion animal related childhood (Daly & Morton, 2009). Also current companion animal keeping seems to facilitate human-related empathy (Preylo & Arikawa, 2008).

But, it seems that the individual degree of empathy towards both humans and animals may contain shared and nonshared components (Paul, 2000a; 2000b). Scientists, laypeople, and animal welfarists differed in animal-oriented empathy and human-oriented empathy: Animal welfarists were less empathetic toward humans and more empathetic toward animals compared to both other groups (Knight et al., 2010). Additionally, according to Melson (2003), there is no consistent evidence that nurturing a companion animal leads to more sensitive caring for humans.

Hence, the Animal Empathy Scale (AES) (Paul, 2000b), which explicitly measures animal-oriented empathy, might serve as an appropriate tool for assessing the effect of animal-oriented empathy on the human-animal relationship. The scale, based on Mehrabian and Epstein's Questionnaire Measure of Emotional Empathy (1972), captures the emotional component of empathy, which is especially involved in human-animal relationships (Knight, Bard, Vrij, & Brandon, 2010; Daly & Morton, 2009; Taylor & Signal 2005; Furnham, McManus & Scott, 2003).

Environmental attitudes

Since the 1970s, environmental attitudes are regarded as essential for determining pro-environmental behavior, and various models have been developed to estimate their impact (see Hines, Hungerford, & Tomera 1986; Fishbein & Ajzen, 1975). To assess adolescents' environmental attitudes to determine possible interactions with the human-animal bond, especially with respect to animal-oriented empathy, the two-dimensional Model of Environmental Values (2-MEV) scale (Bogner & Wiseman, 2006; 2004; Wiseman & Bogner,

2003) is an appropriate tool. It measures environmental attitudes with regard to two orthogonal dimensions: Preservation, which assesses a biocentric view (reflecting the importance of conserving and protecting the environment) and Utilization, the anthropocentric (exploitative) view, reflecting the use of natural resources (Wiseman and Bogner, 2003; Bogner, Brengelmann, & Wiseman, 2000). This theoretical approach with its two factors Preservation and Utilization has independently been retested and supported by four research teams (Borchers et al. 2013; Boeve-de Pauw & van Petegem, 2011; Johnson & Manoli, 2011; Milfont & Duckitt, 2004).

Connectedness with nature

The Inclusion of Nature in Self (INS) scale (Schultz, 2002) may be an appropriate instrument to identify potential links between the human-animal relationship and the human-nature relationship. Inclusion with nature contains three core components: (a) connectedness with nature, which refers to the degree that an individual includes nature within his or her cognitive representation of self; (b) caring for nature, the affective component, which represents the feeling of intimacy in the relationship to nature; and (c) commitment to protect nature, which reflects the willingness of an individual to invest time and resources in the relationship. Studies applying the INS have shown that connectedness with nature is related to environmental concerns and attitudes (Sellmann & Bogner, 2013; Schultz, Shriver, Tabanico, & Khazian, 2004) and pro-environmental behavior (Davis, Green, & Reed, 2009; Davis, Le, & Coy 2011).

Objectives

The objectives of our study were threefold: (a) to examine the potential positive impact of caring for companion animals during childhood on the animal-oriented empathy of adolescents and to detect any associated gender effects; (b) to reveal possible correlations of the individual AES scores with inclusion with nature; and (c) to reveal possible correlations the individual AES scores with environmental perceptions (attitudes and values)

Materials and Methods

Participants and Procedure

Altogether, 100 Bavarian high school students (of the college-preparatory secondary-school level, "Gymnasium") aged 15 to 17 years participated in our study (54 female adolescents, 46 male adolescents, age $M \pm SD$: 15.5 ± 0.61). Students were selected according to their teachers' willingness to have their school class take part in the survey (convenience sample). Paper-and-pencil questionnaires were administered by the teachers during a lesson. Students were given 15 to 20 minutes to complete the questionnaire.

Instruments

Animal Empathy scale (AES)

The Animal Empathy scale (AES) measures the individual level of emotional empathy toward animals and relies on self-report responses. Paul (2000b) developed the AES by partially rewording the Questionnaire Measure of Emotional Empathy of Mehrabian and Epstein (1972) and replacing the original human empathy targets with familiar animals, such as companion animals or wild birds. Additionally, she added items based on information gained through interviews in which students and members of the public described their feelings about animals and their treatment. Twenty-two items were categorized into eleven empathic and eleven unempathic sentiments; both sentiments were considered together as one AES score. The scale showed good levels of reliability [Cronbach's $\alpha = .78$ (Paul, 2000b); Cronbach's $\alpha = .81$ (Ellingsen, Zanella, Bjerkås, & Indrebø, 2010)]. The response pattern followed a bipolar 5-point Likert scale ranging from "strongly agree" to "strongly disagree" with an "undecided" mid-position category.

Short version of the AES

Within our intent to administer a shortened version of the AES to improve its applicability in educational interventions, we conducted a pilot study with 181 university students of science and/or education (age $M \pm SD$: age 22.20 ± 3.85 , 117 women, 64 men). Data were collected by administering paper-and-pencil-questionnaires during lecture times. A Principal Axes Factor Analysis (PFA) extracted the original AES. In the literature, the adequate sample size for conducting factor analysis is controversially discussed. The recommended size ranges from 100 or more (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1995) to at least 300 (Tabachnick & Fidell, 2012; Comrey & Lee, 1992). Additionally, we built on the Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy, KMO (see Field, 2009). KMO values between .50 and .70 are mediocre, values between .70 and .80 are good, values between .80 and .90 are great and values above .90 are superb (Hutcheson & Sofroniou, 1999).

As the 22 items of the original AES were categorized into two sentiments, we forced a two factor solution, supported by the graphical scree plot criterion. We indicated a two-factor AES with empathic sentiments containing 10 items and unempathic sentiments containing 12 items (see Table 1). The Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) measure confirmed the sampling adequacy with a good value of .80. The correlations between the items were adequately large for PFA (Bartlett's test of sphericity $\chi^2(231) = 1062.16, p < .001$). The two factor structure explained 45.7% of the total variance. Cronbach's alpha for the empathic factor scored .75 and .47 for the unempathic factor.

Table 1 about here

Through PFA, factor scores for the two factors empathic and unempathic sentiments were calculated and applied in a further analysis. An alpha level of .05 was used for all statistical tests. The effect size r was calculated according to Field (2009), with .10 as a small effect .30 as a medium effect, and .50 as a large effect (Cohen, 1992).

Since the data was approximately normally distributed, the independent t -test was used for (a) testing the potential impact of having an animal-related childhood on the animal-oriented empathy and (b) detecting any gender effects.

There is a significant difference in empathic and unempathic sentiments between persons who grew up with animals, $n = 149$, and persons who did not, $n = 31$. Persons who had an animal-related childhood showed stronger empathic sentiments ($M = 0.94$, $SD = 0.89$) compared to ones without animals at home ($M = -0.44$, $SD = 0.99$; $t(178) = 3.02$, $p < 0.01$), with an almost medium effect size of $r = 0.22$ (Field, 2009; Cohen, 1992). Respectively, persons without an animal-related childhood scored higher on the unempathic sentiments ($M = 0.54$, $SD = 0.85$) than persons with animals ($M = -0.12$, $SD = 0.84$; $t(178) = -4.01$, $p < 0.001$), with $r = .30$.

Regarding possible gender effects: The women scored higher on the empathic sentiments ($M = 0.23$, $SD = 0.86$) than the man ($M = -0.42$, $SD = 0.90$; $t(179) = 4.82$, $p < .001$) with $r = .34$ (Field, 2009; Cohen, 1992). In the case of the unempathic sentiments, the men scored higher ($M = 0.30$, $SD = 0.85$) than the women ($M = -0.16$, $SD = 0.84$; $t(179) = -3.852$, $p < .01$) with $r = .25$.

Figure 1 about here

For administering the two-factor AES at our main study, we selected three items each with the highest loadings (see Table 1 and Figure 1). We repeated the PFA with the selected six items (see Table 2, pilot study). The Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) measure confirmed the sampling

adequacy with a good value of .72. The correlations between the items were adequately large for PFA (Bartlett's test of sphericity chi-square (15) = 208.21, $p < .001$). The two factor structure now explained 62 % of the total variance. Cronbach's alpha for the empathic factor scored .73 and .62 for the unempathic factor.

Table 2 about here

The two-dimensional Model of Environmental Values (2-MEV)

The 2-MEV scale measuring environmental attitudes contains 20 items, with 10 items for each dimension: Preservation and Utilization (Bogner & Wiseman, 2006). Some item examples are "Humankind will die out if we don't live in tune with nature" (Preservation) and "Our planet has unlimited resources" (Utilization). The self-report response pattern followed a bipolar 5-point Likert Scale (ranging from "strongly agree" to "strongly disagree"). The 2-MEV was successfully administered in various intervention studies, showing satisfying Cronbach's alpha values: .84 for both subscales (Sellmann & Bogner, 2013) and .71 for Preservation and .69 for Utilization (Boeve-de Pauw & Van Petegem, 2011).

The Inclusion of Nature in Self Scale (INS)

The INS (Schultz 2002) measured connectedness with nature. It is a graphical single-item scale containing seven circle pairs, which differ in the degree that each pair of circles overlaps. One circle represents "Self" and the other "Nature" (see Figure 2). As a self-report response, students were asked to select the circle pair which best describes their individual relationship with nature. Despite the single-item problematic regarding reliability, the scale has been found to be very accurate for assessing individual connectedness with nature. It correlates with other

connection with nature instruments: *Environmental Identity* (Clayton, 2003), *Connectedness to Nature* (Mayer & Frantz, 2004), *Commitment to Environment* (Davis et al., 2009).

Figure 2 about here

Statistical analysis

SPSS 20 was used for all statistical analyses. Principal Axes Factor Analysis (PFA) was conducted to reconfirm the structure of the shorten two-factor AES. Likewise, through PFA, factor scores for the two factors empathic and unempathic sentiments were calculated. Since the data was approximately normally distributed, the independent *t*-test was used for (a) testing the potential impact of having an animal-related childhood on the animal-oriented empathy of adolescents and (b) detecting any gender effects. As one variable is ordinal (inclusion with nature), Spearman's rho was calculated to identify any potential correlation between animal-oriented empathy, inclusion with nature, and environmental perception.

An alpha level of .05 was used for all statistical tests. The effect size *r* was calculated according to Field (2009), with .10 as a small effect .30 as a medium effect, and .50 as a large effect (Cohen, 1992).

Results

A PFA unveiled an identical two-factor solution of AES as in the pilot study (see Table 2) explaining 72 % of the total variance. Cronbach's alpha for the empathic factor scored .83 and .77 for the unempathic factor.

The independent *t*-test pointed to a significant difference in empathic and unempathic sentiments between adolescents who grew up with animals, $n = 72$, and students who did not, $n = 28$ (see Figure 3). Adolescents who had an animal-related childhood showed stronger empathic sentiments ($M = 0.14$, $SD = 0.86$) compared to adolescents without animals at home ($M = -0.35$, $SD = 0.97$; $t(98) = 2.45$, $p < .05$), with an effect size of $r = .24$ (Field, 2009; Cohen 1992). For the unempathic sentiments, the adolescents' scores showed a trend in the opposite direction: Adolescents who did not have an animal-related childhood ($M = 0.35$, $SD = 1.04$) scored higher than adolescents who grew up with animals ($M = -0.14$, $SD = 0.80$; $t(98) = -2.52$, $p < .05$), with an effect size of $r = .25$ (Field, 2009; Cohen, 1992).

Figure 3 about here

Furthermore, the female adolescents scored higher on the empathic sentiments ($M = 0.28$, $SD = 0.76$) than the male adolescents ($M = -0.33$, $SD = 0.98$; $t(98) = 3.47$, $p < .01$) with $r = .33$ (Field, 2009; Cohen, 1992). In the case of the unempathic sentiments, the genders did not differ.

The analysis of the relationships between empathy toward animals, environmental attitudes (Preservation: Cronbach's alpha = .71; Utilization: Cronbach's alpha = .84) and connectedness to nature, was implemented with Spearman correlations (see Table 3). Empathic sentiments were significantly positively related to Preservation, $r_s = .32$, $p < .01$ and to INS, $r_s = .22$, $p < .05$, while they were significantly negatively related to Utilization, $r_s = -.42$, $p < .01$. Unempathic sentiments were significantly positively related to Utilization, $r_s = .25$, $p < .05$. However, the unempathic sentiments were not significantly related to Preservation and INS.

Table 3 about here

Discussion

Animal-related childhood and gender

With regard to the original AES (Paul 2000b), we successfully factorized the original AES and reduced the number of items administering a shortened two-factor scale. The similar results of both the two-factor AES (pilot study) and the shortened two-factor AES (main study) in regard of animal-related childhood and gender indicate that the modified version with two factors instead of one is an adequate scale for measuring the animal-oriented empathy of adolescents. Additionally, the Cronbach's alpha scores of the separated factors (shortened AES) are satisfactory (empathic sentiments: .82 and unempathic sentiments: .77 compared to the original AES: .78).

The potential positive impact of having an animal-related childhood on the animal-oriented empathy of adolescents is confirmed: adolescents growing up with animals obtained higher empathic sentiment scores and lower unempathic scores compared to their peers without such an experience. Similarly, university students of our pilot study who had an animal-related childhood showed stronger empathic sentiments while the unempathic sentiments were less developed compared to students without animals during childhood. Studies in which the original AES was administered showed that both current and childhood companion animal keeping support the development of animal-related empathy (Ellingsen et al., 2010; Paul, 2000b).

Also, our study clearly supports the assumption that an animal-related childhood is related to animal-oriented empathy. However, the effect sizes are moderate, indicating that other factors should be regarded, for instance family dynamics. Parent-child relationships always affect children's other relationships (Melson, 2003) and thus, their relationship to animals. Furthermore, the animal species a person owns also affects attitudes toward animals (Mueller, 2014): the level of emotional involvement with large animals may differ from small animals.

Additionally, the application of the shortened two-factor AES shows gender dependency: Female adolescents scored higher in the empathic sentiments toward animals than male adolescents. Women of our pilot study were more empathic and even less unempathic than men. This is in line with the literature. Answering the original AES scale, women also were more empathic toward animals than men (Ellingsen et al., 2010; Paul, 2000b). Women, on average, score higher in positive behaviors and attitudes toward animals, e.g., attitudes towards animal use and involvement in animal protection (Herzog, 2007).

Connectedness to nature

A second objective of our present study was to test for a potential link between emotional empathy toward animals and inclusion with nature. The empathic sentiments related positively with INS. In other words, adolescents who feel more empathic towards animals also score higher on inclusion with nature. But there was no relation between the unempathic sentiments and INS. Furthermore, our findings based on moderate effects. Consequently we have to treat our results carefully: Additional factors may be involved that influence one's individual inclusion with nature. Studies have shown that both experiences during childhood as well as current outdoor experiences are related to nature concerns (Beery, 2013; Wells & Lekies 2006; Ewert et al., 2005). Participants who regularly attend outdoor activities score higher in environmental connectedness compared to irregular participants (Beery, 2013).

Therefore, further investigations should include information about the frequencies and kinds of outdoor experiences. Especially the link between animal species and outdoor experiences may be relevant. Keeping a dog may lead children to spend more time outside than if they had a bird or reptile. Dog care takers, for instance, take more frequent and longer recreational walks than cat care takers (Serpell, 1991). Nevertheless, according to Schultz's work (2002), inclusion with nature may be associated with a greater concern for the welfare of animals. Participants who take the perspective of animals score higher in biospheric environmental concerns than participants who take a neutral perspective Schultz (2000). Such a generated feeling of empathy may be subsequently linked to a greater concern for the welfare of animals and the biosphere.

Environmental attitudes

Finally, for our third objective, a clear connection between animal-oriented empathy and environmental values is demonstrated: The empathic sentiments correlate positively with the biocentric higher-order factor Preservation and negatively with the anthropocentric factor Utilization. Unempathic sentiments were significantly and positively correlated with Utilization. This is line with the literature: Attachment to animals is positive correlated to a positive environmental friendly orientation (Vining, 2003) and empathy to natural objects lead to stronger environmental attitudes and behavior (Berenguer, 2007).

However, the correlations of our study showed medium effects, except for the positively correlation between unempathic sentiments and Utilization, which showed a small effect. Thus, animal-oriented empathy is only one factor interacting with environmental values (described as set of attitudes; Wiseman & Bogner, 2003). The relationship between empathy toward animals and environmental concerns needs further investigation, especially in the area of environmental education. Studies have shown that environmental education programs

promote positive environmental attitude-sets and connectedness with nature (Liefländer et al., 2013; Sellmann & Bogner, 2013; Kossack & Bogner, 2012; Bogner & Beyer, 2006).

The potential of integrating animals in education

As animal-oriented empathy is related to both environmental attitude-sets and to connectedness with nature as well, the inclusion of animal encounters into education programs may strengthen these effects. Zoological gardens may provide an optimal learning setting, as zoo visits may promote implicit connectedness with nature (Bruni, Fraser, & Schultz, 2008) and positive emotional experiences (Myers, Saunders, & Birjulin, 2004). Bearing in mind that the opportunities for direct interaction with animals in zoos are limited (Myers & Saunders, 2002), the outcome of environmental education programs in such a setting should be considered in future studies.

Further studies have reopened the discussion about living animals in the classroom (Randler, Hummel, & Prokop 2012; Hummel & Randler, 2010). Both children's emotions (state: well-being, interest) and attitudes toward animals were positively influenced by animal contact during lessons. Children's thoughts about what their favorite animals need became more complex across age groups (Mayers, Saunders, & Garrett, 2004): Animals' physiological needs were already understood at an early age, while knowledge about ecological and conservation needs increase with age. Both authors suggested that integrating caring for individual animals in a school routine and building on interest in individual animals could promote the comprehension of complex issues, like ecology. Furthermore, when children understand the complexity of animals' needs, their concern about animals' environments could also be strengthened.

Recommendations for further studies

A clear limitation of our study is our adolescent cohort selection. Some studies indicate that, especially during the development of children and adolescents, the relationship to animals changes. Companion animals may have their greatest influence on children's self-esteem development in their preadolescent phase (Van Houtte & Jarvis, 1995). During the development of children, their perceptions of animals are changing (Keller, 1985). While primary school students may affectively and emotionally relate to animals, 10 to 13 year olds increasingly develop a cognitive, factual understanding of animals; 13 to 16 year olds broaden their attitudes to include an ethical concern for animals as well as an ecological appreciation of animals and the natural environment. Even positive animal attitudes decreased for the age-group of 10 to 15 year olds (Binngießer, Wilhelm, & Randler, 2013). In order to define the effects of an animal-related childhood on animal-oriented-empathy development, more age ranges need to be assessed.

Furthermore, the study results do not yet allow for generalization: Children's nature experiences are connected with their living areas (Hinds & Sparks, 2009) and, therefore, environmental concerns may also be influenced by rural or urban origins. Whether the living area also had an impact on having an animal-related childhood cannot be answered, as governmental restrictions did not allow us to gather additional personal data, such as the environment where the adolescents grew up. Accordingly, we got no permission to request their socioeconomic status as well. Social class difference may influence all aspects of child development, and as a consequence, the relationship to animals (Van Houtte & Jarvis, 1995).

Besides the need to assess broader age ranges and different socioeconomic levels to gain detailed knowledge about the development of animal-oriented empathy and the link to environmental concerns in children and adolescents, further parameters need to be incorporated to exploit the full potential of our modified AES, for instance, pro-environmental

or ecological behavior. Inclusion with nature (Davis et al., 2011; Davis et al., 2009) and environmental attitudes (Oerke & Bogner 2011; Kaiser, Wölfing, & Fuhrer, 1999) refer to pro-environmental behavior. Whether emotional animal-oriented empathy is directly connected to pro-environmental behavior should be a question for future research.

Conclusion

The modified AES developed in our study allowed a clear and consistent link between the human-animal relationship and the human-nature relationship to be established. For the first time, we could clearly state that emotional empathy toward animals is related to inclusion with nature and environmental attitudes. Therefore, human-animal bonds not only affect health and social issues (see Siegel, 2011; Wood et al., 2005; Hergovich et al. 2002; Vizek-Vidović et al. 2001), but also environmental concerns.

References

- Ballantyne, R., Connell, S., & Fien, J. (1998). Students as catalysts of environmental change: a framework for researching intergenerational influence through environmental education. *Environmental Education Research*, 4(3), 285-298.
- Beery, T. H. (2012). Nordic in nature: friluftsliv and environmental connectedness. *Environmental Education Research* 19(1), 94-117.
- Berenguer, J. (2007). The effect of empathy in pro-environmental attitudes and behaviors. *Environment and Behavior*, 39(2), 269-283.
- Binngießer, J., Wilhelm, C., & Randler, C. (2013). Attitudes toward animals among German children and adolescents. *Anthrozoös*, 26(3), 325-339.
- Blythe, C., & Harré, N. (2012). Inspiring youth sustainability leadership: Six elements of a transformative youth eco-retreat. *Ecopsychology*, 4(4), 336-344.
- Boeve-de Pauw, J., & van Petegem, P. (2011). The effect of Flemish Eco-Schools on student environmental knowledge, attitudes, and affect. *International Journal of Science Education*, 33(11), 1513-1538.
- Bogner, F. X., Brengelmann, J. C., & Wiseman, M. (2000). Risk-taking and environmental perception. *Environmentalist*, 20(1), 49-62.
- Bogner, F. X., & Wiseman, M. (2004). Outdoor ecology education and pupils' environmental perception in preservation and utilization. *Science Education International*, 15(1), 27-48.
- Bogner, F. X., & Wiseman, M. (2006). Adolescents' attitudes towards nature and environment: Quantifying the 2-MEV model. *Environmentalist*, 26(4), 247-254.
- Borchers, C., Boesch, C., Riedel, J., Guilahoux, H., Ouattara, D., & Randler, C. (2013). Environmental education in Côte d'Ivoire/West Africa: extra-curricular primary school teaching shows positive impact on environmental knowledge and attitudes. *International Journal of Science Education, Part B*, 1-20.
- Bruni, C. M., Fraser, J., & Schultz, P. W. (2008). The value of zoo experiences for connecting people with nature. *Visitor Studies*, 11(2), 139-150.
- Bruni, C. M., & Schultz, P. (2010). Implicit beliefs about self and nature: Evidence from an IAT game. *Journal of Environmental Psychology*, 30(1) 95-102.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological bulletin*, 112(1), 155-159.
- Comrey, A. L., & Lee, H. B. (1992). *A first course in factor analysis*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Daly, B., & Morton, L. L. (2003). Children with pets do not show higher empathy: A challenge to current views. *Anthrozoös*, 16(4), 298-314.
- Daly, B., & Morton, L. L. (2009). Empathic differences in adults as a function of childhood and adult pet ownership and pet type. *Anthrozoös*, 22(4), 371-382.
- Davis, J. L., Green, J. D., & Reed, A. (2009). Interdependence with the environment: Commitment, interconnectedness, and environmental behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 29(2), 173-180.

- Davis, J. L., Le, B., & Coy, A. E. (2011). Building a model of commitment to the natural environment to predict ecological behavior and willingness to sacrifice. *Journal of Environmental Psychology, 31*(3), 257-265.
- Ellingsen, K., Zanella, A. J., Bjerkås, E., & Indrebø, A. (2010). The Relationship between empathy, perception of pain and attitudes toward pets among Norwegian dog owners. *Anthrozoös, 23*(3), 231-243.
- Ewert, A., Place, G., & Sibthorp, J. (2005). Early-life outdoor experiences and an individual's environmental attitudes. *Leisure Sciences, 27*(3), 225-239.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. London, United Kingdom: Sage.
- Fien, J., Neil, C., & Bentley, M. (2008). Youth can lead the way to sustainable consumption. *Journal of Education for Sustainable Development, 2*(1), 51-60.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Frantz, C., Mayer, F. S., Norton, C., & Rock, M. (2005). There is no "I" in nature: The influence of self-awareness on connectedness to nature. *Journal of Environmental Psychology, 25*(4), 427-436.
- Furnham, A., McManus, C., & Scott, D. (2003). Personality, empathy and attitudes to animal welfare. *Anthrozoös, 16*(2), 135-146.
- Garcia-Contiente, X., Pérez-Giménez, A., Espelt, A., & Nebot, A. M. (2013). Factors associated with media use among adolescents: A multilevel approach. *The European Journal of Public Health, 24*, 5-10.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (1995). *Multivariate data analysis* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Hergovich, A., Monshi, B., Semmler, G., & Zieglmayer, V. (2002). The effects of the presence of a dog in the classroom. *Anthrozoös, 15*(1), 37-50.
- Herzog, H. A. (2007). Gender differences in human-animal interactions: A review. *Anthrozoös, 20*(1), 7-21.
- Hinds, J., & Sparks, P. (2009). Investigating environmental identity, well-being, and meaning. *Ecopsychology, 1*(4), 181-186.
- Hines, J. M., Hungerford, H. R., & Tomera, A. N. (1987). Analysis and synthesis of research on responsible environmental behavior: A meta-analysis. *The Journal of Environmental Education, 18*(2), 1-8.
- Hummel, E., & Randler, C. (2010). Experiments with living animals - effects on learning success, experimental competency and emotions. *Innovation and Creativity in Education, 2*(2), 3823-3830.
- Hutcheson, G., & Sofroniou, N. (1999). *The multivariate social scientist*. London, United Kingdom: Sage.
- Johnson, B., & Manol, C.C. (2011). The 2-MEV Scale in the United States: A measure of children's environmental attitudes based on the Theory of Ecological Attitude. *The Journal of Environmental Education, 42*(2), 84-97.

- Kahn Jr, P. H. (1999). *The human relationship with nature: Development and culture*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Kaiser, F. G., Wölfling, S., & Fuhrer, U. (1999). Environmental attitude and ecological behaviour. *Journal of Environmental Psychology, 19*(1), 1-19.
- Kals, E., & Ittner, H. (2003). Children's environmental identity: Indicators and behavioral impacts. In S. Clayton & S. Opatow (Eds.). *Identity and the natural environment: The psychological significance of nature*, (pp.135-157). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Kals, E., Schumacher, D., & Montada, L. (1999). Emotional affinity toward nature as a motivational basis to protect nature. *Environment and Behavior, 31*(2), 178-202.
- Kellert, S. (1985). Attitudes toward animals: Age-related development among children. In M. Fox & L. Mickley (Eds.). *Advances in Animal Welfare Science 1984*, (pp. 43-60). Dordrecht, Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers.
- Knight, S., Bard, K., Vrij, A., & Brandon, D. (2010). Human rights, animal wrongs? Exploring attitudes toward animal use and possibilities for change. *Society and Animals, 18*(3), 251-272.
- Kossack, A., & Bogner, F. X. (2011). How does a one-day environmental education programme support individual connectedness with nature? *Journal of Biological Education, 46*(3), 180-187.
- Liefländer, A. K., Fröhlich, G., Bogner, F. X., & Schultz, P. W. (2012). Promoting connectedness with nature through environmental education. *Environmental Education Research, 19*(3), 1-15.
- Mayer, F. S., & Frantz, C. M. (2004). The connectedness to nature scale: A measure of individuals' feeling in community with nature. *Journal of Environmental Psychology, 24*(4), 503-515.
- Mehrabian, A., & Epstein, N. 1972. A measure of emotional empathy¹. *Journal of personality, 40*(4), 525-543.
- Meinhold, J. L., & Malkus, A. J. (2005). Adolescent environmental behaviors can knowledge, attitudes, and self-efficacy make a difference? *Environment and Behavior, 37*(4), 511-532.
- Melson, G. F. (2003). Child development and the human-companion animal bond. *American Behavioral Scientist, 47*(1), 31-39.
- Milfont, T. L., & Duckitt, J. (2004). The structure of environmental attitudes: A first- and second-order confirmatory factor analysis. *Journal of Environmental Psychology, 24*(3), 289-303.
- Mueller, M. K. (2014). The relationship between types of human-animal interaction and attitudes about animals: An exploratory study. *Anthrozoös, 27*(2), 295-308.
- Müllersdorf, M., Granström, F., & Tillgren, P. (2012). A survey of pet- and non-pet-owning Swedish Adolescents: Demographic Differences and Health Issues. *Anthrozoös, 25*(1), 49-60.
- Myers Jr., O. E., & Saunders, C. D. (2002). Animals as links toward developing caring relationships with the natural world. In P. H. Kahn Jr. & S. R. Kellert (Eds.). *Children and Nature* (pp. 153-178). Cambridge, Massachusetts and London, England: The MIT Press.
- Myers Jr., O. E, Saunders, C. D., & Garrett, E. (2004). What do children think animals need? Developmental trends. *Environmental Education Research, 10*(4), 545-562.

- Myers, O. E., Saunders, C. D., & Birjulin, A. A. (2004). Emotional dimensions of watching zoo animals: An experience sampling study building on insights from psychology. *Curator: The Museum Journal*, 47(3), 299-321.
- Oerke, B., & Bogner, F. X. (2011). Social desirability, environmental attitudes, and general ecological behaviour in children. *International Journal of Science Education*, 35(5), 713-730.
- Paul, E. S. (2000a). Love of pets and love of people. In A. L. Podberscek, E. S. Paul, J. A. Serpell (Eds.). *Companion animals and us: Exploring the relationships between people and pets* (pp. 168-186). New York, NY: Cambridge University Press.
- Paul, E. S. (2000b). Empathy with animals and with humans: Are they linked? *Anthrozoös*, 13(4), 194-202.
- Paul, E. S., & Serpell, J. A. (1993). Childhood pet keeping and humane attitudes in young adulthood. *Animal Welfare*, 2(4), 321-337.
- Preylo, B. D., & Arikawa, H. (2008). Comparison of vegetarians and non-vegetarians on pet attitude and empathy. *Anthrozoös*, 21(4), 387-395.
- Randler, C., Hummel, E., & Prokop, P. (2012). Practical work at school reduces disgust and fear of unpopular animals. *Society and Animals*, 20(1), 61-74.
- Rey-López, J. P., Vicente-Rodríguez, G., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Martínez-Gómez, D., De Henauw, S., Manios, Y., Molnar, D., Polito, A., Verloigne, M., Castillo, M. J., Sjöström, M., De Bourdeaudhuij, I., Moreno L. A., & on behalf of the HELENA Study Group (2010). Sedentary patterns and media availability in European adolescents: The HELENA study. *Preventive medicine*, 51(1), 50-55.
- Rideout, V. J., Foehr, U. G., & Roberts, D. F. (2010). Generation m² media in the lives of 8-to 18-year-olds. Retrieved January 29, 2014, from <http://www.kff.org/other/poll-finding/report-generation-m2-media-in-the-lives/>.
- Schultz, P. W. (2000). New environmental theories: Empathizing with nature: The effects of perspective taking on concern for environmental issues. *Journal of Social Issues*, 56(3), 391-406.
- Schultz, P. W. (2002). Inclusion with nature: The psychology of human-nature relations. In *Psychology of sustainable development*, 61-78. ed. P. Schmuck & P. W. Schultz. New York: Springer.
- Schultz, P., Shriver, C., Tabanico, J. J., & Khazian, A. M. (2004). Implicit connections with nature. *Journal of Environmental Psychology*, 24(1), 31-42.
- Sellmann, D., & Bogner, F. (2013). Effects of a 1-day environmental education intervention on environmental attitudes and connectedness with nature. *European Journal of Psychology of Education*, 28(3); 1077-1086.
- Serpell, J. (1991). Beneficial effects of pet ownership on some aspects of human health and behaviour. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 84(12), 717-720.
- Siegel, J. (2011). Pet ownership and health. In C. Blazina, G. Boyra & D. Shen-Miller (Eds.). *The Psychology of the Human-Animal Bond* (pp.167-177). New York: Springer.

- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2012). *Using multivariate statistics*. Boston, MA: Pearson Education.
- Taylor, N. & Signal, T. D. (2005). Empathy and attitudes to animals. *Anthrozoös* 18(1), 18-27.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division. (2012). World urbanization prospects: The 2011 Revision. New York. Retrieved January 29, 2014, from <http://www.un.org/en/development/desa/publications/world-urbanization-prospects-the-2011-revision.html>.
- Van Houtte, B. A., & Jarvis, P. A. (1995). The role of pets in preadolescent psychosocial development. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 16(3), 463-479.
- Vining, J. (2003). The connection to other animals and caring for nature. *Human Ecology Review*, 10(2), 87-99.
- Vizek-Vidović, V., Arambašić, L., Keresteš, G., Kuterovac-Jagodić, G., & Vlahović-Štetić, V. (2001). Pet ownership in childhood and socio-emotional characteristics, work values and professional choices in early Adulthood. *Anthrozoös*, 14(4), 224-231.
- Wells, N. M., & Lekies, K. S. (2006). Nature and the life course: Pathways from childhood nature experiences to adult environmentalism. *Children Youth and Environments*, 16(1), 1-24.
- Westgarth, C., Pinchbeck, G. L., Bradshaw, J. W. S., Dawson, S., Gaskell, R. M., & Christley, R. M. (2007). Factors associated with dog ownership and contact with dogs in a UK community. *BMC Veterinary Research* 3(1), 5.
- Wilson, E. O. (1993). Biophilia and the conservation ethic. In S. R. Kellert, & E. O. Wilson (Eds.). *The biophilia hypothesis* (pp. 31-41). Washington, D.C.: Island Press.
- Wiseman, M., & Bogner, F. X. (2003). A higher-order model of ecological values and its relationship to personality. *Personality and Individual Differences*, 34(5), 783-794.
- Wood, L., Giles-Corti, B., & Bulsara, M. (2005). The pet connection: Pets as a conduit for social capital? *Social Science and Medicine*, 61(6), 1159-1173.
- Wray-Lake, L., Flanagan, C. A., & Osgood, D. W. (2010). Examining trends in adolescent environmental attitudes, beliefs, and behaviors across three decades. *Environment and Behavior*, 42(1), 61-85.

Table 5. Pattern matrix results from the Principal Axes Factor Analysis (PFA)

Items	Factor		Item phrasing
	1	2	
Item 18	.721		Seeing animals in pain upsets me.
Item 5	.695		Sad films about animals often leave me with a lump in my throat.
Item 7	.681		It makes me sad to see an animal on its own in a cage.
Item 10	.678		It upsets me when I see helpless old animals.
Item 13	.668		I get very angry when I see animals being ill treated.
Item 22	.544		I hate to see birds in cages where there is no room for them to fly about.
Item 21	.392		I would always try to help if I saw a dog or puppy that seemed to be lost.
Item 3	.391		It upsets me to see animals being chased and killed by lions in wildlife programs on TV.
Item 17	.267		I enjoy feeding scraps of food to the birds.
Item 1	-.215		So long as they're warm and well fed, I don't think zoo animals mind being kept in cages.
Item 12		.528	Many people are over-affectionate towards their pets.
Item 16		.526	Sometimes I am amazed how upset people get when an old pet dies.
Item 14		.505	It is silly to become too attached to one's pets.
Item 8		.502	People who cuddle and kiss their pets in public annoy me.
Item 15		-.419	Pets have a great influence on my moods.
Item 6		.417	Animals deserve to be told off when they're not behaving properly.
Item 9		-.393	A friendly purring cat almost always sheers me up.
Item 20		.388	I find it irritating when dogs try to greet me by jumping up and licking me.
Item 19		.382	People often make too much of the feelings and sensitivities.
Item 11		.315	Dogs sometimes whine and whimper for no real reason.
Item 4		.299	I get annoyed by dogs that howl and bark when they are left alone.
Item 2		.205	Often cats will meow and pester for food even when they are not really hungry.

Note. Pattern matrix results after oblimin rotation with Kaiser Normalization, rotation converged in 7

iterations.

Table 6. Pattern matrix of the six selected items (pilot and main study)

Items	Pilot study		Main study	
	Empathic sentiments	Unempathic sentiments	Empathic sentiments	Unempathic sentiments
Item 7	.710		.742	
Item 18	.696		.762	
Item 5	.648		.848	
Item 14		.724		.592
Item 12		.598		.735
Item 16		.466		.840

Note. Principal Axes Factor Analysis (PFA), after oblimin rotation with Kaiser Normalization, rotation converged in 5 iterations.

Table 3. Correlation between empathic and unempathic sentiments and Preservation, Utilization, and INS

	Preservation	Utilization	INS
Empathic sentiments	.33**	-.42**	.22*
Unempathic sentiments	n.s.	.25**	n.s.

Note. N = 100; * indicates $p < .05$; ** indicates $p < .01$ (2-tailed), Spearman's rho.

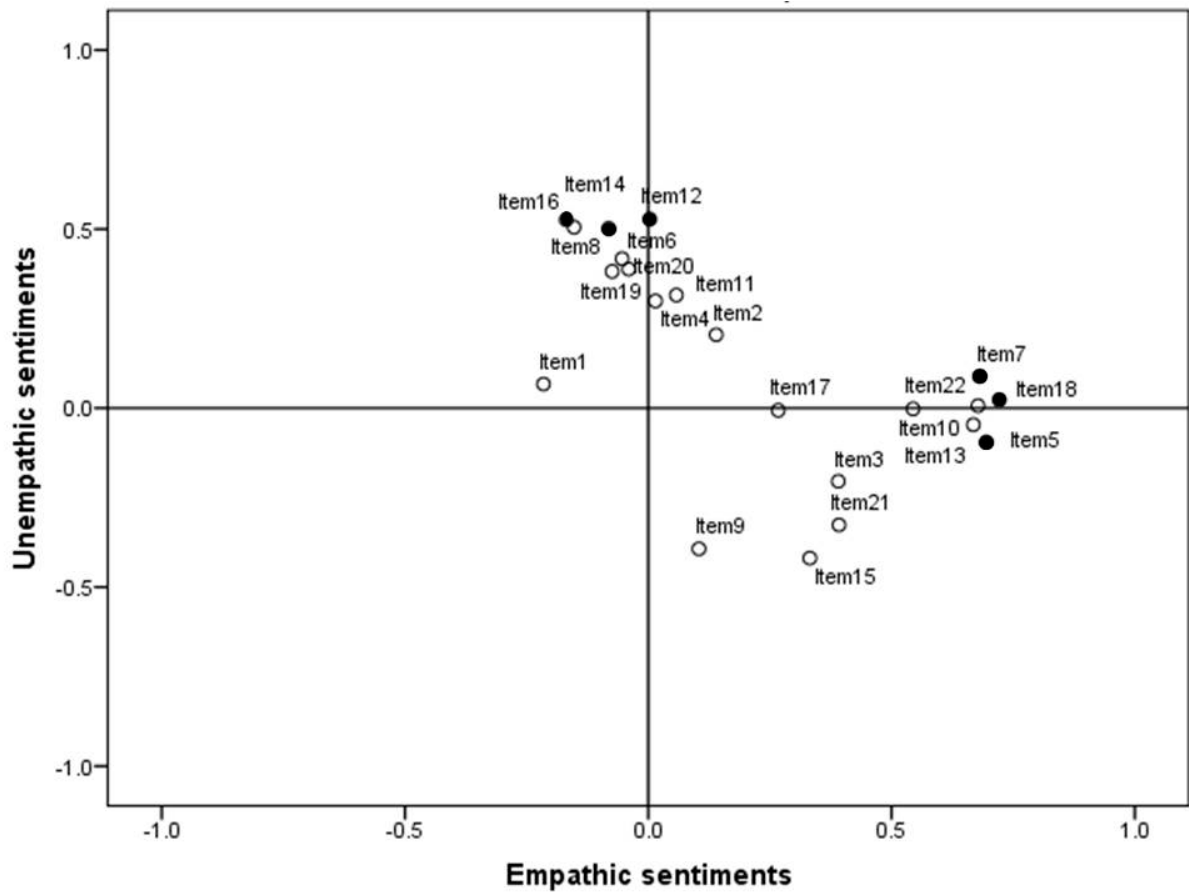


Figure 1: Factor plot in rotated factor space; black-marked items were selected for the shortened AES.

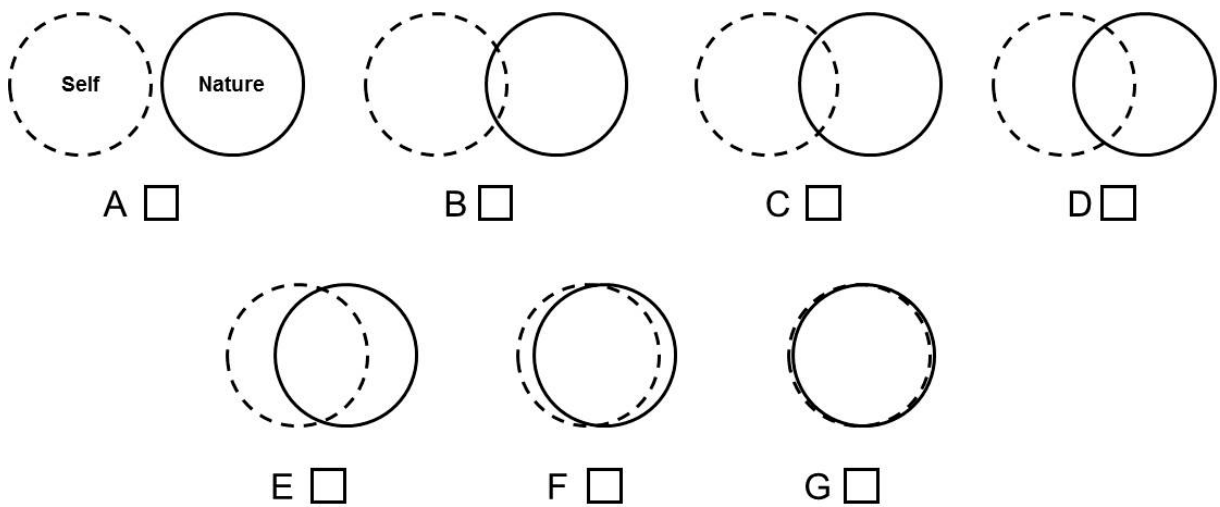


Figure 2: Inclusion of Nature in Self Scale INS (adapted from Schultz, 2002); participants were asked: "Please, mark the picture below that best describes your relationship to nature."

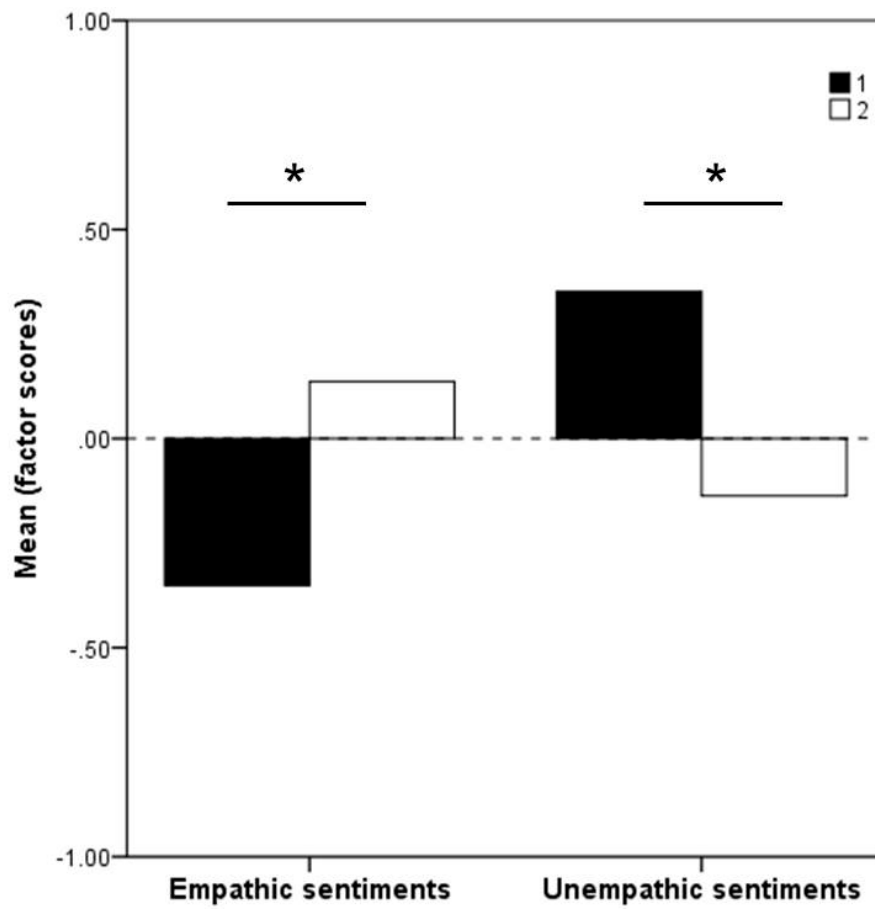


Figure 3: Comparison of the students' level of empathy toward animals with the respect to the students' childhood; N = 100; 1 = students who did not grow up with animals (n = 28); 2 = students who grew up with animals (n = 72), * indicates $p < .05$.

5 Danksagung

Zum Gelingen dieser Arbeit haben zahlreiche Menschen beigetragen, bei denen ich mich nun herzlich bedanken möchte.

Zuerst danke ich Herrn Prof. Dr. Franz X. Bogner für die Möglichkeit an seinem Lehrstuhl zu promovieren, für seine Anleitung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten, seine Anregungen und Ideen in dieser Zeit und die Gelegenheit in einem internationalen Bildungsprojekt tätig zu sein.

Ein großer Dank gilt dem gesamten Team des Lehrstuhls Didaktik der Biologie. Insbesondere bedanke ich mich bei Herrn Dr. Franz-Josef Scharfenberg für seine Hilfsbereitschaft in statistischen und didaktischen Fragen. Bei Frau Sabine Hübner bedanke ich mich innig für ihren Beistand und Zuspruch. Dem Sekretärinnen-Team danke ich herzlich für die organisatorische Unterstützung.

Vor allem danke ich denen, die mit mir in einem Boot saßen: Meinen Mitdoktorandinnen und –doktoranden! Für viele vergnügliche Stunden bei lauer Brise. Doch ganz besonders danke ich denen, die auch auf rauer See für mich da waren und die mir Freunde geworden sind.

Ebenso möchte ich mich herzlich bei Alexandra Kibbe für ihre Hilfsbereitschaft bezüglich GEB und Rasch bedanken.

Beim Tiergarten Nürnberg möchte ich für die gelungene Zusammenarbeit vielmals bedanken. Besonders bei Frau Barbara Reinhard, Herrn Thorsten Krist und allen Tierpflegerinnen und –pflegern, die zur reibungslosen Durchführung meines Bildungsprogramms beigetragen haben.

Ein herzliches Dankeschön an Julia Sirtl-Lichtinger und Andrea Wolf für die Unterstützung bei der Durchführung des Bildungsprogramms im Tiergarten.

Von ganzem Herzen möchte ich mich auch bei allen Schülerinnen und Schülern und den Lehrkräften für die Teilnahme an meiner Studie bedanken. Besonders erwähnen möchte ich Frau Angela Merklein-Weiß, die mit ihrem Engagement bedeutend zur Erweiterung der Teilnehmerzahl beigetragen hat.

Zudem möchte ich mich auch herzlich bei meiner derzeitigen Arbeitsgruppe der Abteilung Biologiedidaktik der Universität Osnabrück bedanken, die mich in der Endphase meiner Promotion begleitet hat.

Mein innigster Dank gilt meiner Familie, all meinen Freunden und Sebastian. Ohne eure Unterstützung und Zuspruch wäre ich nur halb so weit gekommen.

6 Erklärung

(Eidesstattliche) Versicherungen und Erklärungen

(§ 5 Nr. 4 PromO)

Hiermit erkläre ich, dass keine Tatsachen vorliegen, die mich nach den gesetzlichen Bestimmungen über die Führung akademischer Grade zur Führung eines Doktorgrades unwürdig erscheinen lassen.

(§ 8 S. 2 Nr. 5 PromO)

Hiermit erkläre ich mich damit einverstanden, dass die elektronische Fassung meiner Dissertation unter Wahrung meiner Urheberrechte und des Datenschutzes einer gesonderten Überprüfung hinsichtlich der eigenständigen Anfertigung der Dissertation unterzogen werden kann.

(§ 8 S. 2 Nr. 7 PromO)

Hiermit erkläre ich eidesstattlich, dass ich die Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

(§ 8 S. 2 Nr. 8 PromO)

Ich habe die Dissertation nicht bereits zur Erlangung eines akademischen Grades anderweitig eingereicht und habe auch nicht bereits diese oder eine gleichartige Doktorprüfung endgültig nicht bestanden.

(§ 8 S. 2 Nr. 9 PromO)

Hiermit erkläre ich, dass ich keine Hilfe von gewerblichen Promotionsberatern bzw. -vermittlern in Anspruch genommen habe und auch künftig nicht nehmen werde

.....

Ort, Datum, Unterschrift

Anhang

I. Skalen

II. Lernmaterialien (mit Lösungen)

- Lernen an Stationen:

Stationenheft

Materialliste

- Gruppenpuzzle:

Expertenmappe: Das Müllkarussell im Ozean

Expertenmappe: Der Eisbär – Botschafter des Klimawandels

Expertenmappe: Die unsichtbare Gefahr – Giftstoffe im Ozean

Expertenmappe: Der allerletzte Fisch im Netz

Fragebogen für die Basisgruppe

Materialliste

Bildernachweise:

Aus urheberrechtlichen Gründen wurden die Illustrationen der Lernmaterialien für die Publikation in dieser Dissertationsschrift teilweise entfernt und durch Platzhalter ersetzt. Inhaltlich wurden keinerlei Veränderungen vorgenommen.

Gezeigte Fotos, Schemata und Zeichnungen ohne Quellenangaben wurden von Sabrina Sattler, Andrea Wolf oder Julia Sirtl-Lichtinger angefertigt.

I. Skalen

A. Wissen

Single-Choice, (R) = richtige Antwortmöglichkeit, (S) = aufgrund der Itemselektion verworfene Fragen

Stationenlernen

1. Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Die Energie nimmt von Trophieebene zu Trophieebene zu.
- die Energie der Sonne fließt zu 90% in die Fotosynthese ein.
- 10% der Energie werden jeweils von Trophieebene zu Trophieebene weitergegeben. (R)
- Die Biomasse verdoppelt sich von Trophieebene zu Trophieebene.

2. Welches der folgenden Tiere ist der nächste Verwandte der Seekühe?

- Elefant (R)
- Wal
- See-Elefant
- Flusspferd

3. Welche der folgenden Aussage bezüglich der Nahrungskette ist **falsch**? (S)

- Zooplankton gehört zu den Konsumenten 1. Ordnung.
- Humboldt-Pinguine gehören zu den Konsumenten 3. Ordnung.
- Phytoplankton gehört zu den Primärproduzenten.
- Seekühe gehören zu den Konsumenten 2. Ordnung. (R)

4. Welches der folgenden Merkmale haben Seelöwen und Seehunde gemeinsam? (S)

- Kleine Ohrmuscheln
- Nägel an den Vorderflossen
- Nickhaut in den Augen (R)
- Raupenähnliche Fortbewegung an Land

5. Welche der folgenden Merkmale des Eisbären ist **keine** Anpassung an die niedrigen Temperaturen?

- Die schwarze Haut
- Das weiße Fell (R)
- Die ausgeprägte Fettschicht
- Die kleinen Ohren

6. Was wird als Blubber bezeichnet?

- Die isolierende Fettschicht von Meeressäugern, z. B. Seehund. (R)
- Das Fell von Robbenbabys.
- Die Luftschicht, die sich beim Tauchen um Pinguine bildet.
- Die Schwanzflosse der Seekühe.

7. Welche der folgenden Aussage ist **richtig**?

Wenn die Wassertemperatur unter 17° C sinkt, können Manatis (Seekuhgattung)...

- verhungern, da ihre Nahrungsquelle unterhalb dieser Temperatur abstirbt.
- sich schneller fortbewegen, da der Wasserwiderstand abnimmt.
- ihre Körpertemperatur wegen ihrer niedrigen Stoffwechselrate nicht aufrechterhalten. (R)
- sich nicht mehr fortpflanzen, da die Spermienbeweglichkeit abnimmt.

8. Warum sind Karibus generell keine bevorzugten Beutetiere des Eisbären?

- Das Verbreitungsgebiet der beiden Tiere überschneidet sich nicht.
- Karibus besitzen ein Abwehrsekret gegen Eisbären.
- Das mächtige Geweih der Karibus schreckt die Eisbären ab.
- Die Verfolgung strengt die Eisbären so stark an, dass eine Überhitzung droht. (R)

Gruppenpuzzle

1. Welche der folgenden Aussagen ist **falsch**?

Stabile organische Schadstoffe...

- sind biologisch abbaubar. (R)
- werden im Fettgewebe von Menschen und Tieren gespeichert.
- sind in Outdoor-Jacken enthalten.
- können in der Umwelt über lange Distanzen transportiert werden.

2. Wie viele stabile organische Schadstoffe, deren Nutzung reduziert bzw. verboten werden sollen, stehen momentan auf der Liste der Stockholmer Konvention?

- 9
- 12 (R)
- 21
- 32

3. Welches der folgenden Siegel weist auf nachhaltige Fischerei hin?

- MSC (R)
- FSC
- Blauer Engel
- Fair Trade

4. Wie lange dauert es bis Plastikflaschen im Meer vollständig abgebaut sind? (S)

- Bis zu 100 Jahren
- Bis zu 200 Jahren
- Bis zu 450 Jahren (R)
- Bis zu 900 Jahren

5. Wie viel Beifang entsteht, wenn 1 kg Garnelen gefangen werden? (S)

- Bis zu 0,5 kg
- Bis zu 1 kg (R)
- Bis zu 4,5 kg
- Bis zu 9 kg

6. Der Rückgang des Packeises in der Arktis, ist Folge...

- einer verstärkten Schifffahrt.
- der globalen Klimaerwärmung. (R)
- des wachsenden Ozonlochs.
- eines erhöhten Bedarfs an Kühl-Eis.

7. Zwischen Hawaii und dem amerikanischen Festland befindet sich...

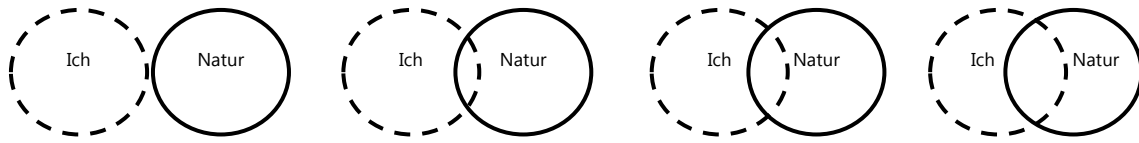
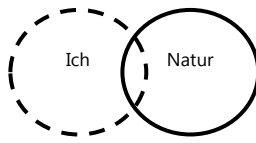
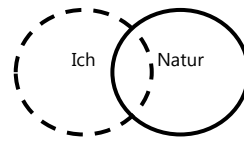
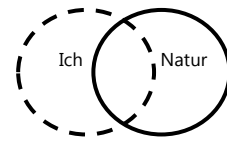
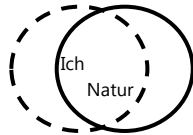
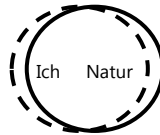
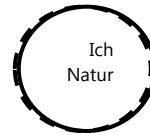
- das größte Korallenriff der Welt.
- der große pazifische Müllteppich.
- der größte Ölteppich im Pazifik. (R)
- die großen Antillen (Inselkette).

8. Was für Folgen hat das Schmelzen des Packeises in der Arktis?

- Die Jagd auf Robben wird für den Eisbären schwieriger. (R)
- Der Humboldtstrom driftet nach Westen ab.
- Der Meeresspiegel steigt an, wobei Inseln im Meer versinken.
- Das Brutgebiet der Pinguine verkleinert sich.

B. Inclusion of Nature in Self (INS); Schultz (2002)

Wählen Sie bitte die Darstellung, die am besten Ihr Verhältnis zur Natur beschreibt.

A B C D E F G

C. General Ecological Behavior (GEB); Kaiser, Oerke & Bogner (2007)

5stufige Likert-Skala: Antwortmöglichkeiten (zugeordnete Codes)

nie (1); selten (2); manchmal (3); oft (4); immer (5)

Kursive Items sind negativ formuliert. Es wurden drei Testversionen erstellt. Pro Version wurde auf gleiche Itemanzahl, überlappende Items und die Verteilung der Itemschwierigkeit (aus Kaiser, Oerke & Bogner, 2007) geachtet.

Gruppe	T_0	T_1	T_2
A	GEB1	GEB2	GEB3
B	GEB2	GEB3	GEB1
C	GEB3	GEB1	GEB2

Folgende Tabelle zeigt die drei Testversionen des GEB.

	Testversion		
	GEB1	GEB2	GEB3
Energiesparen			
1. <i>Pullover oder Hosen gebe ich in die Wäsche, wenn ich sie einen Tag lang getragen habe.</i>	X		
2. Beim Verlassen eines leeren Raumes, schalte ich das Licht aus.	X	X	
3. <i>Elektrische Geräte (Fernseher, Musikanlage, Drucker) lasse ich auf Stand-by stehen.</i>		X	X
4. Im Winter drehe ich meine Heizung herunter, wenn ich mein Zimmer für mehr als 4 Stunden verlasse.	X		X
5. <i>Im Winter ist es in meinem Zimmer so warm, dass man auch im T-Shirt nicht friert.</i>		X	
6. <i>Im Hotel lasse ich täglich die Handtücher wechseln.</i>			X
Mobilität und Transport			
7. Für den Schulweg benutze ich das Fahrrad, öffentliche Verkehrsmittel oder gehe zu Fuß.	X		X
8. <i>Ich lasse mich im Auto herumfahren.</i>	X	X	
9. Für kürzere Wege (10 bis 15 Minuten) laufe ich oder benutze das Fahrrad.		X	X

	GEB1	GEB2	GEB3
Müllvermeidung			
10. <i>Ich kaufe Getränke in Dosen.</i>	X		
11. Ich kaufe Getränke in Mehrwegflaschen.		X	X
12. <i>Wenn mir im Geschäft eine Plastiktüte angeboten wird, nehme ich sie.</i>	X		X
13. <i>Auf Ausflüge nehme ich Getränke in Einwegverpackungen mit.</i>	X	X	
14. Ich kaufe Artikel in Nachfüllpackungen.		X	X
15. <i>Auf meinen Partys trinken wir aus Plastik- oder Pappbechern.</i>	X		X
16. Ich verwende Einkaufstüten oder –taschen mehrfach.	X	X	
17. Ich verzichte auf batteriebetriebene Geräte.		X	X
Recycling			
18. Ich sammle Altpapier und gebe es zum Recycling.	X		
19. Altglas bringe ich zum Sammelcontainer.	X	X	
20. Ich trenne meinen Müll.		X	X
21. Gebrauchtes Geschenkpapier hebe ich auf, um es wiederzuverwenden.	X		X
22. Wenn ich mir Notizen mache, benutze ich gebrauchtes Papier, das auf einer Seite schon bedruckt ist.		X	
23. <i>Leere Batterien werfe ich in den Hausmüll.</i>			X
Konsumverhalten			
24. Ich kaufe Lebensmittel aus kontrolliert biologischem Anbau.		X	X
25. Ich esse Obst und Gemüse der Jahreszeit entsprechend.	X	X	
26. Beim Einkaufen bevorzuge ich Produkte mit Umweltzeichen.	X		X
27. <i>Insekten bekämpfe ich mit einem Spray.</i>		X	X
28. <i>Ich esse in Fastfood-Restaurants.</i>	X	X	
29. Ich benutze Hefte und Schreibblöcke aus Recyclingpapier.	X		X
30. <i>Ich benutze Filzstifte und keine Buntstifte zum Malen.</i>		X	
31. <i>Ich bin für Pizza vom Pizzaservice zu haben.</i>	X		X

	GEB1	GEB2	GEB3
Stellvertretende umweltrelevante Verhaltensweisen			
32. Ich versuche, meine Eltern davon zu überzeugen, ein Auto mit möglichst wenig Benzinverbrauch zu kaufen.	X		X
33. Wenn sich jemand umweltschädigend verhält, mache ich ihn/sie darauf aufmerksam.	X	X	
34. Ich spende Geld für Umweltschutzorganisationen.		X	X
35. Ich fordere meine Eltern auf, Obst und Gemüse der Jahreszeit entsprechend zu kaufen.			X
36. Ich besorge mir Bücher, Informationsschriften oder andere Materialien, die sich mit Umweltproblemen befassen.	X		
37. Ich informiere mich in den Medien (Zeitung, Zeitschriften, Fernsehen) über aktuelle Umweltfragen.		X	
38. Wenn es um unseren Urlaub geht, setze ich mich dafür ein, möglichst nicht weit weg zu fahren.	X		X
39. Ich engagiere mich in einer Umweltschutzorganisation.	X	X	
40. Ich verlasse nach einem Picknick die Stelle genauso, wie ich sie angetroffen habe.		X	X
	23	23	23

D. Two-dimensional Model of Environmental Values (2-MEV); Bogner & Wiseman (2006)

5stufige Likert-Skala: Antwortmöglichkeiten (zugeordnete Codes)

stimmt überhaupt nicht (1); stimmt nicht (2); teils, teils(3); stimmt (4), stimmt genau (5)

Preservation

1. Es tut mir weh, wenn immer größere Teile der Landschaft dem Bau von Straßen und Häusern zum Opfer fallen.
2. Es macht mir großen Spaß, selbst ins Grüne (Wald, Wiese) hinauszugehen.
3. Der Mensch muss mit der Natur in Harmonie leben, um überleben zu können.
4. Unsere Gesellschaft wird auch die schlimmsten Umweltprobleme lösen.
5. Ich genieße es, am Rand eines Teiches zu sitzen und dabei zum Beispiel den Libellen beim Flug zuzusehen.
6. Ich spare Wasser, indem ich öfter dusche als bade.
7. Ich schalte im Zimmer das Licht aus, wenn ich es nicht mehr brauche.
8. Wir müssen Gebiete unter Schutz stellen, um vom Aussterben bedrohten Pflanzen und Tieren helfen zu können.
9. Es ist interessant zu wissen, welche Tierarten im Wasser leben.
10. Schwarzer Rauch aus Kaminen ärgert mich.

Utilization

11. Umweltschutzgründe behindern viel zu oft den Fortschritt.
12. Um uns alle ernähren zu können, muss Wald in Felder umgewandelt werden, um zum Beispiel Getreide anbauen zu können.
13. Unser Planet hat unbegrenzte Ressourcen.
14. Die Natur ist immer in der Lage, sich selbst zu regenerieren.
15. Es sollten mehr Straßen gebaut werden, damit mehr Menschen in die freie Natur fahren können.
16. Nur nützliche Pflanzen und Tiere sollten unter Schutz gestellt werden.

17. Der Mensch hat das Recht, die Natur zu seinen Gunsten zu ändern.
18. Ich finde, dass sich die Menschen zu viele Gedanken über Umweltverschmutzung machen.
19. Menschen sind wichtiger als andere Lebewesen.
20. Unkraut muss beseitigt werden, damit schöne Gartenpflanzen uneingeschränkt wachsen können.

E. Animal Empathy scale (AES); Paul (2000)

5stufige Likert-Skala: Antwortmöglichkeiten (zugeordnete Codes)

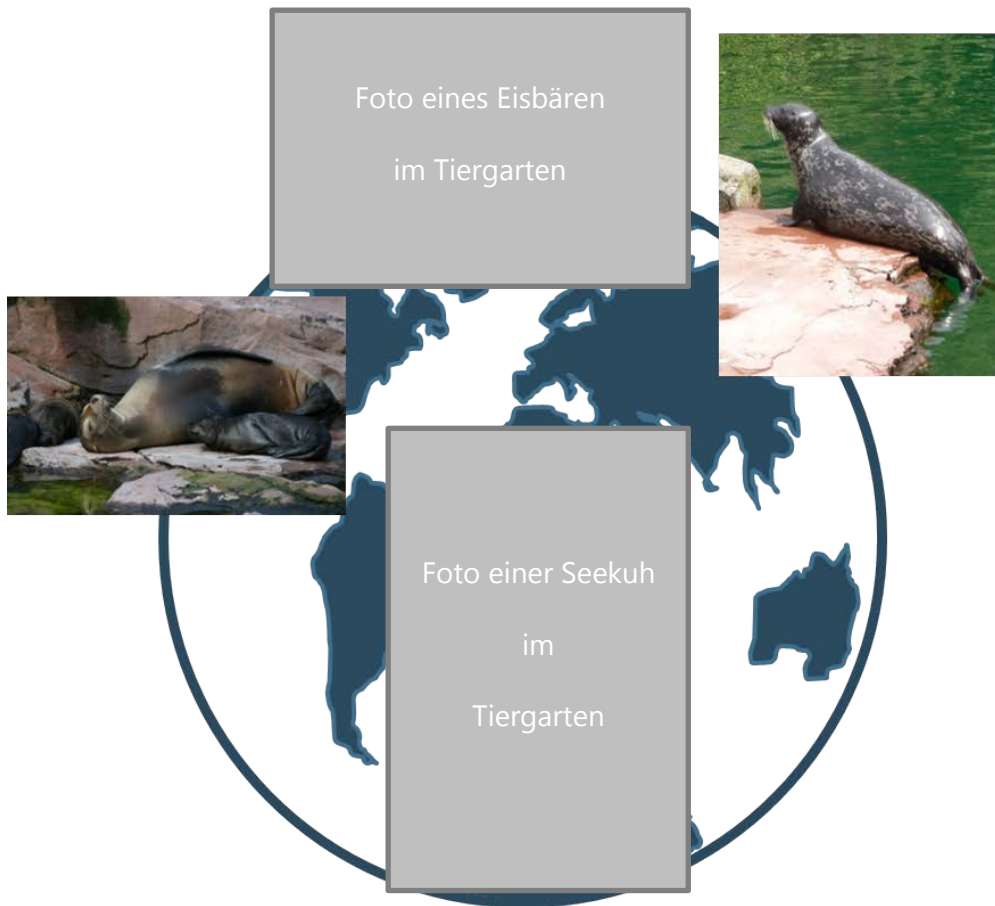
stimmt überhaupt nicht (1); stimmt nicht (2); teils, teils (3); stimmt (4), stimmt genau (5)

(HS) = Items in Hauptstudie verwendet, empathic sentiments (kursiv) und unempathic sentiments

1. Ich denke nicht, dass es Zootieren etwas ausmacht in Käfigen gehalten zu werden, solange sie es angenehm warm haben und gut gefüttert werden.
2. Katzen miauen und betteln oft nach Futter, sogar wenn sie nicht wirklich hungrig sind.
3. *Es bringt mich aus der Fassung, in TV-Dokumentationen Tiere zu sehen, die von Löwen gejagt und getötet werden.*
4. Es nervt mich, wenn Hunde heulen und bellen, wenn man sie alleine lässt.
5. *Traurige Filme über Tiere hinterlassen bei mir oft einen Kloß im Hals. (HS)*
6. Tiere verdienen es ausgeschimpft zu werden, wenn sie sich nicht richtig verhalten.
7. *Es macht mich traurig, ein Tier alleine in einem Käfig zu sehen. (HS)*
8. Menschen, die mit ihren Haustieren in der Öffentlichkeit schmusen und sie küssen, stören mich.
9. Eine freundlich schnurrende Katze muntert mich fast immer auf.
10. *Es macht mich traurig, hilflose alte Tiere zu sehen.*
11. Hunde jaulen und winseln manchmal ohne richtigen Grund.
12. Viele Menschen sind zu versessen auf ihre Haustiere. (HS)
13. *Ich werde sehr wütend, wenn ich sehe, dass Tiere schlecht behandelt werden.*

14. Es ist albern, wenn jemand zu sehr an seinem Haustier hängt. (HS)
15. *Haustiere haben einen großen Einfluss auf meine Gemütslage.*
16. Manchmal bin ich verwundert, wie bestürzt Menschen sind, wenn ein altes Haustier stirbt.
(HS)
17. *Ich habe Freude daran, Vögel mit Brotkrumen zu füttern.*
18. *Es bringt mich aus der Fassung, Tiere zu sehen, die Schmerzen haben. (HS)*
19. Menschen überinterpretieren oft die Gefühle und Empfindungen von Tieren.
20. Ich finde es irritierend, wenn Hunde versuchen mich zu begrüßen, indem sie hochspringen und mich ablecken.
21. *Ich würde immer versuchen zu helfen, wenn ich einen Hund oder einen Welpen sehe, der sich anscheinend verlaufen hat.*
22. *Ich hasse es, Vögel in Käfigen zu sehen, in denen es keinen Platz zum Fliegen gibt.*

Lernmaterialien: Lernen an Stationen



Blaue Welten

Stationenheft

Lösung

Station: Kalifornischer Seelöwe & Seehund



Teilstation 1:

Wer frisst wen? – Nahrungsbeziehungen im Meer

Anleitung:

In dieser Teilstation geht es um das „Fressen und Gefressen werden“ im **Ökosystem Meer**.

Zunächst lernen Sie die Begriffe kennen, welche die **Nahrungsbeziehungen zwischen Organismen** beschreiben. Damit erstellen Sie ein **Nahrungsnetz**, das exemplarisch für Nahrungsbeziehungen im Meer steht.

Anschließend werden Sie mit Hilfe der **10% Regel** den Energiefluss in diesem Nahrungsnetz berechnen.

Teilstation 1: Wer frisst wen? – Nahrungsbeziehungen im Meer



Bearbeitung:

Aufgabe 1: Nahrungsnetz und Trophieebenen

- Lesen Sie den Informationstext über die Nahrungsbeziehungen im Meer genau durch.
- Erstellen Sie danach unter Einbezug der auf den Kärtchen genannten Organismen ein Nahrungsnetz auf dem Whiteboard. Zeigen Sie mit Pfeilen, welche Organismen von welchen gefressen werden.
- Ordnen Sie den Organismen ihre Stellung im Nahrungsnetz zu. Wer ist Produzent; Konsument 1. Ordnung, 2. Ordnung, usw.?
Beachten Sie: Manche Organismen können Konsumenten mehrerer Ordnungen sein. Versehen Sie die Organismen mit den entsprechenden Buttons! **Siehe Lösung auf folgender Seite →**
- Halten Sie zu jeder Trophieebene einen Beispielorganismus aus dem Nahrungsnetz in Ihrem Arbeitsheft fest.

Trophieebene 1: Kieselalge, Dinoflagellat, Grünalge

Trophieebene 2: Ruderfußkrebs, Krill

Trophieebene 3: Ruderfußkrebs, Krill, Hering, Scholle, Pazifischer Seehecht

Trophieebene 4: Hering, Lachs, Scholle, Pazifischer Seehecht, See hund, Kalifornischer Seelöwe

Trophieebene 5: Lachs, Seehund, Kalifornischer Seelöwe, Pazifischer Seehecht, Orka

Trophieebene 6: Seehund, Kalifornischer Seelöwe, Orka

Trophieebene 7: Orka

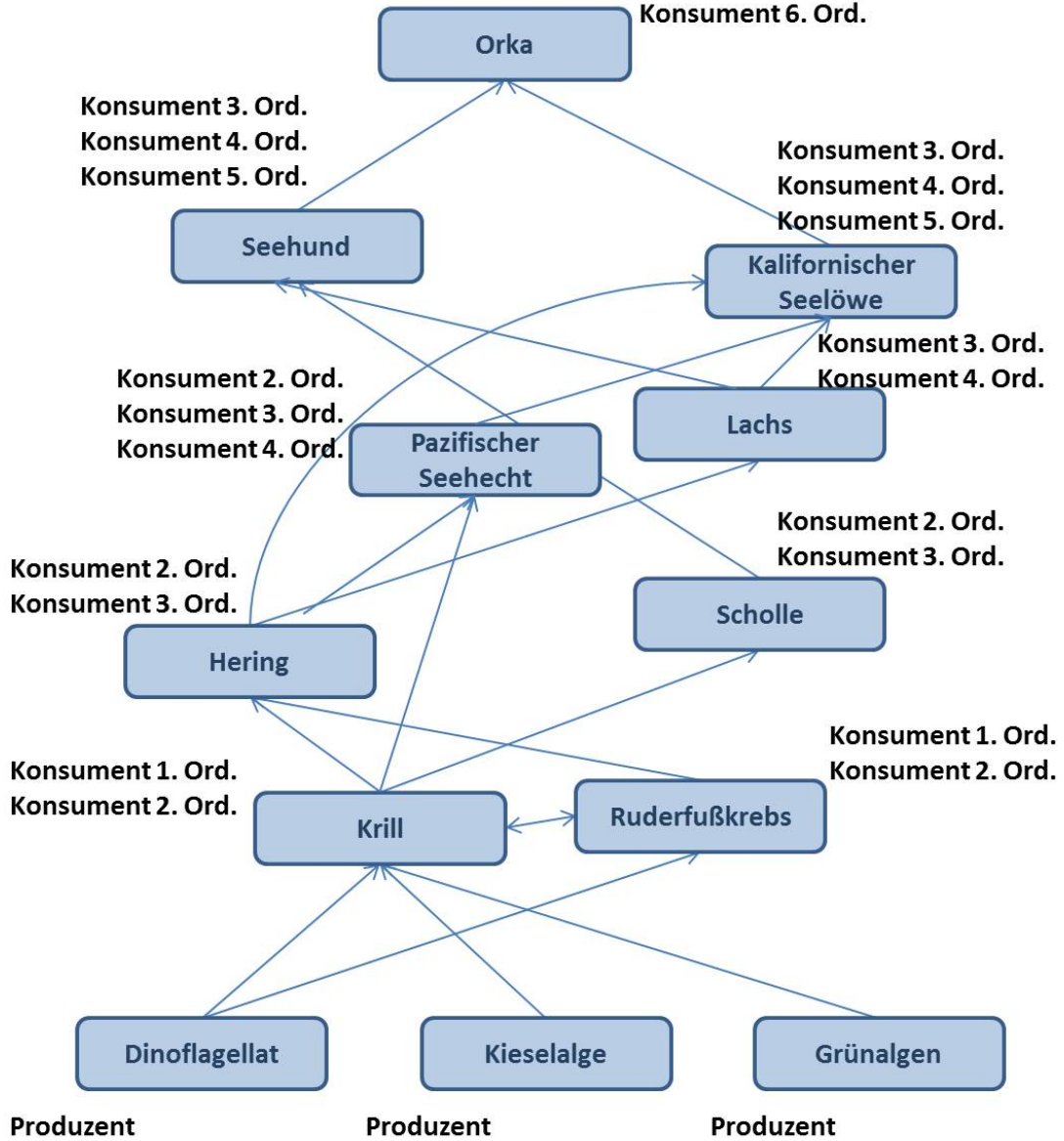
Merke: Dieses Nahrungsnetz enthält die maximale Anzahl möglicher Trophieebenen. Den Grund dafür lernen Sie in der nächsten Aufgabe kennen.

**Teilstation 1:
Wer frisst wen? – Nahrungsbeziehungen im Meer**



Lösung zu 1b. und c.

Endkonsument
Konsument 4. Ord.
Konsument 5. Ord.
Konsument 6. Ord.



Teilstation 1: Wer frisst wen? – Nahrungsbeziehungen im Meer



Aufgabe 2: Der Energiefluss im Ökosystem

- Messen Sie zunächst mit dem *Solarstrahlungsmessgerät* die Strahlungsleistung der Sonne, die auf einen Quadratmeter trifft in $[W/m^2]$. Folgen Sie dabei der beiliegenden Bedienungsanleitung.
- Verwenden Sie *diesen Wert* als Ausgangspunkt für Ihre Berechnung des Energieflusses durch die Trophieebenen Ihres erstellten Nahrungsnetzes.

Die Strahlungsleistung $[W/m^2]$ muss in Joule, eine Maßeinheit für Energie umgerechnet werden. Dabei entspricht $1W/ m^2 = 1 J/ s*m^2$.

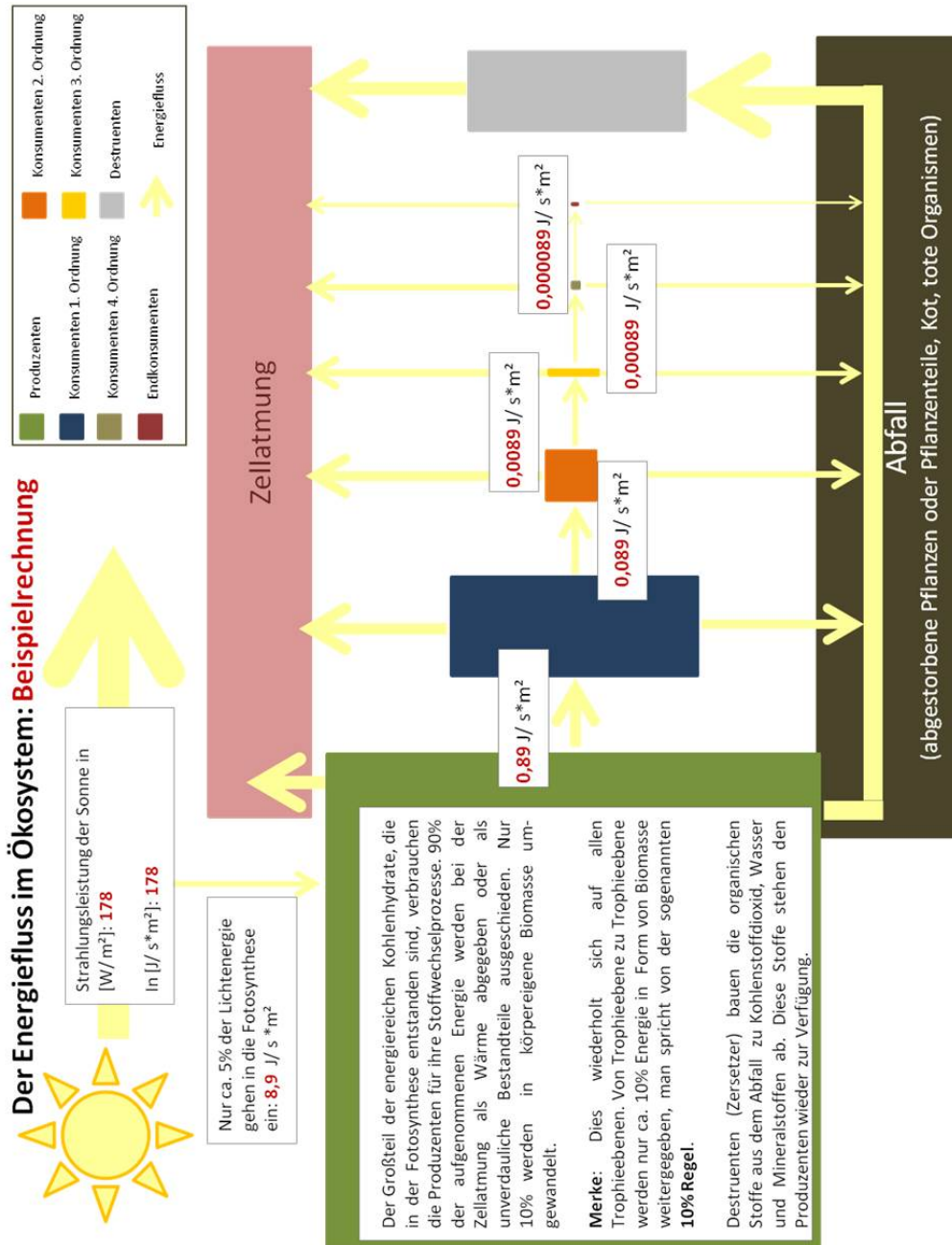
- Berechnen Sie nun die fehlenden Energiewerte in der Grafik auf der folgenden Seite. Nehmen Sie den Text in der Grafik zur Hilfe.
- Erklären Sie mit Hilfe der Grafik und Ihren errechneten Werten, warum es nur eine begrenzte Anzahl an Trophieebenen geben kann. Notieren Sie Ihre Erklärung in Stichpunkten:

Die Energie in einem Nahrungsnetz unterliegt keinem Kreisprozess. Organismen geben ca. 90% der aufgenommenen Energie als Wärme ab, nur die restlichen 10% werden in eigene Biomasse umgewandelt und steht so den Organismen der folgenden Trophieebene zur Verfügung.

Der Energiegehalt wird so von Trophieebene zu Trophieebene um etwa ein **10faches** geringer. Infolgedessen nimmt auch die Biomasse einer gesamten Trophieebene um ein **10faches** ab.

Durch die Abnahme der Energie und somit auch der Biomasse wird die Anzahl der Trophieebenen begrenzt.

Teilstation 1: Wer frisst wen? – Nahrungsbeziehungen im Meer



Station: Kalifornischer Seelöwe & Seehund



Teilstation 2: Der kleine Unterschied?

Anleitung:

Sowohl der *Kalifornische Seelöwe* als auch der *Seehund* gehören zu den Robben und stammen von Landraubtieren ab.

Sie haben sich **erfolgreich an das Leben im Wasser angepasst**. Unter anderem besitzen sie einen **stromlinienförmigen Körper**, ihre Gliedmaßen sind zu **Flossen** umgewandelt und um im Wasser nicht auszukühlen, schützt sie eine dicke Fettschicht, auch **Blubber** genannt.

In dieser Teilstation lernen Sie die Merkmale des *Kalifornischem Seelöwen* und des *Seehundes* kennen, die charakteristisch für die Familien der beiden Robbenarten sind.

Teilstation 2: Der kleine Unterschied?



Bearbeitung:

Aufgabe 1: Charakteristische Unterschiede

- a. Der Kalifornische Seelöwe und der Seehund gehören unterschiedlichen Familien innerhalb der Robben an. Und zwar den **Ohrenrobber** und den **Hundsrobber**. Diese zwei Familien können mit Hilfe von **vier sichtbaren charakteristischen Merkmalen** unterschieden werden. Betrachten Sie die beiden Robbenarten (mit dem Fernglas) und versuchen Sie die vier Merkmale herauszufinden. Notieren Sie diese in der untenstehenden Tabelle.

Merkmal	Seehund	Seehund		Seelöwe	Seelöwe	
		R	F		R	F
1	keine außenliegende Ohrenmuscheln	X		Ohrmuscheln sichtbar	X	
2	Flossen auf Ober- und Unterseite vollständig mit Fell besetzt	X		Flossen spärlich mit Fell besetzt	X	
3	5 markante Krallen an jeden Finger der Vorderflossen	X		Krallen an den Vorderflossen verkümmert oder fehlend	X	
4	Hinterflossen können nicht unter den Körper gedreht werden	X		Hinterflossen können unter den Körper gedreht werden	X	

- b. Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse anhand der Bilder, wobei jedes davon eines der Merkmale zeigt. Haben Sie die vier Merkmale richtig erkannt? Kreuzen Sie an: Richtig oder Falsch. Ergänzen Sie gegebenenfalls fehlende Merkmale in der Tabelle.

Station: Eisbär



Teilstation 1: Immer cool bleiben!

Anleitung:

In dieser Teilstation geht es um die Anpassung des Eisbären an die Temperaturen seines natürlichen Lebensraums.

Sie interpretieren **Thermografie**-Bilder von Eisbär und Schabrackentapir.

Thermografie ist ein Diagnose- und Messverfahren, das die ausgehende **Wärmestrahlung** (Infrarotstrahlung) eines Körpers (z. B. Lebewesen, oder Gebäude) sichtbar macht.

Des Weiteren lernen Sie die Wärmeisolierung des Eisbären kennen.

Teilstation 1: Immer cool bleiben!



Bearbeitung:

Aufgabe 1: Thermografie

- Beschreiben Sie die ausgehende Wärmestrahlung der Tiere. Tragen Sie Ihre Ergebnisse in die Tabelle ein. Achten Sie darauf, dass die **Temperaturskala von Bild zu Bild verschieden** ist.
- Interpretieren Sie die Auffälligkeiten in Bezug auf das Verbreitungsgebiet der Tiere.

Tierart	Eisbär	Schabrackentapir
Lebensraum	Arktis, Packeis	Südostasien, feuchtwarme Wälder
Wärmestrahlung	Umgebungstemperatur: 14° – 18°C Oberflächentemperatur von: Körper: großflächig 14° - 18° C Gesicht (Schnauze und Ohren): 21° - 24° C Tatzen: 21° - 24° C	Umgebungstemperatur: 23,5°C Oberflächentemperatur von: Körper: großflächig 30° - 31,5° C
Interpretation	Der Eisbär lebt in der Arktis. Im Sommer lebt er dort bei Temperaturen um den Gefrierpunkt. Im Winter kann es bis zu – 30° C kalt werden. Um seine Körpertemperatur aufrecht zu erhalten, muss er sehr gut isoliert sein. Sein dickes Fell und vor allem seine Fettschicht schützen den Eisbären vor dem Auskühlen. Nur Gesicht und Tatzen sind nicht gut isoliert. An diesen Körperstellen kann der Eisbär Wärme abgeben.	Der Schabrackentapir lebt in feuchtwarmen Gebieten. Da die Temperaturen im Jahresmittel zwischen 22° C und 32° C liegen, braucht der Schabrackentapir keine Isolierung, um seine Körpertemperatur aufrecht zu erhalten.

Teilstation 1: Immer cool bleiben!



Aufgabe 2: Wärmeisolierung des Eisbären

- a. Sie nehmen an einem Preisausschreiben teil. Der Hauptpreis ist eine Arktis-Kreuzfahrt. Sie müssen nur folgende Frage richtig beantworten:
Läuft der Eisbär Gefahr in der Arktis zu überhitzen?
- b. Diskutieren Sie die Frage in Ihrer Gruppe, schreiben Sie Ihre Vermutung auf und begründen Sie diese.

- c. Überprüfen Sie Ihre Vermutung, indem Sie den *Informationstext* „Immer cool bleiben“ durchlesen. Arbeiten Sie die verschiedenen Anpassungen des Eisbären an die Kälte heraus. Notieren Sie diese stichpunktartig.

→ Gut isoliert durch eine bis zu 10 cm dicke Fettschicht, Fell mit dichter Unterwolle

→ Schwarze Haut, dadurch bessere Absorption der Sonnenstrahlen

→ Kleinere Ohren und kürzerer Schwanz als seine nächsten Verwandten, dadurch wird die Wärmeabgabe verringert

- d. Was ist nun Ihre Antwort auf die Frage: **Läuft der Eisbär Gefahr zu überhitzen?**

→ Der Eisbär ist so gut an die Kälte angepasst, dass er Gefahr läuft zu überhitzen. Bei einer Geschwindigkeit von nur 7km/h, erhöht sich seine Körpertemperatur um ca. 2° C.

Station Eisbär



Teilstation 2: Wie lebt es sich in der Arktis?

Anleitung:

In dieser Station lernen Sie mit Hilfe eines Dominos das **Jagdverhalten des Eisbären** kennen.

Ein Domino ist ein Legespiel mit rechteckigen Spielsteinen. Diese sind in zwei Felder aufgeteilt. Eine Seite besteht in diesem Fall aus einem Bild und eine Seite besteht aus einem kurzen Infotext.

Versuchen Sie jeweils den passenden Text zum jeweiligen Bild zu finden und legen Sie diesen an das passende Bild an. Beginnen sie mit dem Spielstein auf dem **Start** steht und legen Sie alle Kärtchen an, bis am Ende des Spiels das **Ziel** kommt.

Teilstation 2: Wie lebt es sich in der Arktis?



Bearbeitung

Bearbeiten Sie das vorliegende Domino nach der oben genannten Anleitung. Versuchen Sie dann die folgenden beiden Aufgaben zu bearbeiten.

Aufgabe: Domino „Jagdverhalten“

Erkläre in kurzen Stichpunkten, wie der Eisbär jagt und auf was er dabei angewiesen ist.

Jahreszeiten:

Im Winter: dicke Kappe aus Eisfeldern bildet sich um den Nordpol

→ ermöglicht dem Eisbären auf dem Packeis zu Jagen

Wenn es wärmer wird schmilzt das Eis und das Packeis bricht auf

→ der Eisbär ist gezwungen, zum Festland zu wandern und hat es von nun an schwer an Nahrung zu kommen

Jagd:

- Gut ausgeprägter Geruchssinn lässt ihn Beute in kilometerweiter Entfernung aufspüren
- Eisbär lauert an Atemloch der Ringelrobbe, mit einem Tatzenhieb kann er die
- Hauptnahrung: Ringelrobben

Station: Eisbär



Teilstation 3: Eisbären-Beobachtung

Anleitung:

Suchen Sie sich eine Stelle, an der es Ihnen möglich ist, einen der Eisbären zu beobachten.

Beobachten Sie den Eisbären nun zusammen mit Ihrer Gruppe *ca. 15 Minuten* und versuchen Sie dabei die folgenden **Fragen zu beantworten** und Ihre Antwort auch zu **begründen**.

Tragen Sie für die jeweilige Antwort den dahinter stehenden Lösungsbuchstaben in Ihr Arbeitsheft ein. Sind alle Ihre Fragen richtig, ergibt sich ein **Lösungswort**.

Teilstation 3: Eisbären-Beobachtung



Bearbeitung:

1. Welche Farbe hat die Haut des Eisbären?

- a) Weiß E
- b) Rosa I
- c) **Schwarz** **P**

Erklären Sie, warum Ihre Antwort die Richtige ist:

Schwarz absorbiert die Sonnenstrahlen besser.

2. Wie groß ist ein aufrecht stehender Eisbär?

- a) 1,5m I
- b) 2m E
- c) **3m** **O**

Teilstation 3: Eisbären-Beobachtung



3. Können Eisbären schwimmen?

- a) Sie sind hervorragende Schwimmer. **L**
- b) Sie können nicht schwimmen. **A**
- c) Sie schwimmen, aber ungern. **T**

4. Wie schwer ist ein durchschnittlicher Eisbär?

- a) 600-800 kg **S**
- b) 300-400 kg **E**
- c) 500-600 kg **A**

5. Eisbären haben zwischen Ihren Tatzen....

- a) Schwimmhäute **R**
- b) Schuppen **E**
- c) Fell **F**

Teilstation 3: Eisbären-Beobachtung



6. Raten Sie mal! Was bedeuten die griechischen Begriffe Arktis und Antarktis?

- a) Eisland und das gegenüberliegende Eisland K
- b) **Bär und ohne Bär** L
- c) Arktis wurde nach seinem Entdecker Arktinos benannt,
Antarktis bedeutet einfach zweite Arktis. S

7. Eisbären sind...

- a) **...Sohlgänger** I
- b) **...Zehengänger** E

8. Versuchen Sie die richtige Aussage mit Hilfe des bereitliegenden Fernglases herauszufinden!

- a) Der Eisbär besitzt besonders lange Wimpern, um
seine Augen vor Schneewehen zu schützen S
- b) **Der Eisbär besitzt keine Wimpern, da diese bei den
niedrigen Temperaturen gefrieren würden** C
- c) Der Eisbär besitzt einen kurzen, aber dichten Wimpernkranz,
der es ihm erleichtert bei Schwimmen die Augen offen zu halten E

Teilstation 3: Eisbären-Beobachtung



9. Was ist in der Natur die Hauptnahrung des Eisbären?

- a) Pinguine S
- b) Ringelrobben H
- c) Karibus (gehört zur Familie der Hirsche , ist sehr schnell) F

10. Verwenden Sie das ausliegende Fernglas, um zu beantworten, welche Farbe die Zunge des Eisbären hat!

- a) Schwarz T
- b) Hellrosa S
- c) Dunkelrot G

Tabelle für das Lösungswort:

Frage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Buchstabe	P	O	L	A	R	L	I	C	H	T

Station: Karibik-Nagelmanati



Teilstation 1: Die Seekuh und ihre Verwandtschaft.

Anleitung:

In dieser Teilstation geht es darum herauszufinden, wer der **nächste Verwandte** der **Seekuh** ist.

Um das herauszufinden müssen Sie den vorgegebenen reduzierten **Stammbaum der Säugetiere** vervollständigen. Dazu lesen Sie sich bitte die ausliegenden Texte aufmerksam durch und versuchen Sie dann mit Ihrem gewonnenen Wissen den Stammbaum richtig zu vervollständigen.

Neben dem Stammbaum finden Sie Karten mit Namen der fehlenden Ordnungen und Bilder, die jeweils eine Tiergruppe abbilden, die diese Ordnung repräsentieren. Wenn Sie diese richtig in den Stammbaum legen, erfahren Sie, mit welchem Tier die Seekuh am nächsten Verwandt ist.

Tragen Sie bitte alle ihre Ergebnisse in Ihr Arbeitsheft ein!

Teilstation 1: Die Seekuh und ihre Verwandtschaft



Bearbeitung:

Aufgabe 1: Verwandtschaft mit anderen Tieren

- a. Vermuten Sie zunächst, mit welchem Tier die Seekuh am nächsten verwandt sein könnte:

- b. Bearbeiten Sie nun den Stammbaum mit Hilfe der ausliegenden Kärtchen und der zur Verfügung gestellten Texte. Tragen Sie dann an dieser Stelle das Ergebnis ein, dass Sie mit Ihrer Gruppe herausgefunden haben!

Der nächste Verwandte der Seekuh ist **der Elefant**.

Wenn Sie mit dem Stammbaum fertig sind, entfernen Sie bitte Ihre Ergebnisse für die nächste Gruppe.

Station: Karibik-Nagelmanati



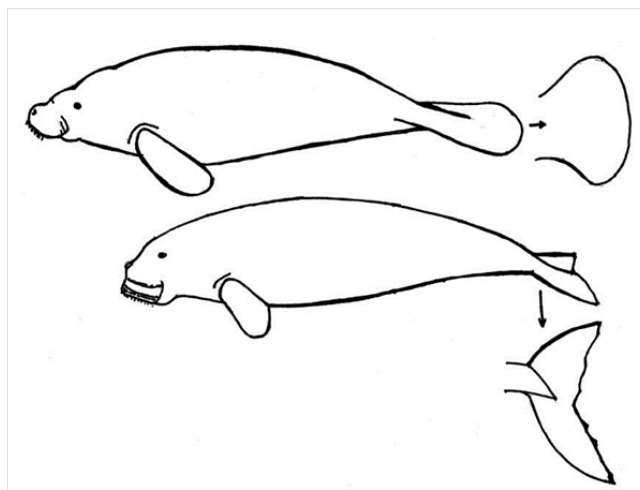
Teilstation 2: Seekuh-Beobachtung

Anleitung:

Suchen Sie sich eine Stelle, an der es Ihnen möglich ist, eine Seekuh zu beobachten. Beobachten Sie die Seekuh zusammen mit Ihrer Gruppe ca. 15 Minuten und versuchen Sie dabei die folgenden Fragen zu beantworten.

Bearbeitung:

- Die Seekühe können in zwei Familien unterteilt werden: Die **Rundschwanzseekuh** und die **Gabelschwanzseekuh**. Betrachten Sie die folgenden Bilder, und versuchen Sie mit Hilfe ihrer Beobachtung festzustellen, ob es sich bei der Seekuh die Sie mit ihrer Gruppe beobachten um eine Rundschwanzseekuh oder eine Gabelschwanzseekuh handelt.



Bei der beobachteten Seekuh handelt es sich um eine **Rundschwanzseekuh**.

Teilstation 2: Seekuh-Beobachtung



2. Betrachten Sie nun die Haut der Seekuh genauer. Welche Besonderheit fällt Ihnen auf?

Auf der Haut sind feine Haare zu sehen. Das Fell der Seekühe ist bis auf wenige Borsten im Bereich der Mundöffnung sowie einzelne Haare am Rumpf beschränkt. Embryonen haben dagegen noch ein vollständiges Haarkleid und auch bei Neugeborenen sind deutlich mehr Haare vorhanden als bei ausgewachsenen Tieren. Mit ihren Tasthaaren im Bereich der Mundöffnung erkundet die Seekuh ihre nähere Umgebung.

3. Protokollieren Sie detailliert das Verhalten der Seekuh während Ihrer Beobachtung. Versuchen Sie dieses auch zu interpretieren!

Beispiel:

Beobachtung	Deutung
Ruhelage	Seekühe sind sehr träge und bewegen sich kaum. Dies liegt an ihrer geringen Stoffwechselrate
Auftauchen an die Oberfläche	Seekühe tauchen auf, um Luft zu holen. Bei Aktivität tun sie dies alle 1 bis 5 Minuten einmal, in Ruhe hat man jedoch auch schon Tauchzeiten von bis zu 20 Minuten gemessen.
Fressen	Seekühe sind Pflanzenfresser und ernähren sich ausschließlich von Wasserpflanzen. Sie nehmen täglich bis zu 90kg Nahrung in 6-8 Stunden auf

Teilstation 2: Seekuh-Beobachtung



4. Beobachten Sie die größte Seekühe genau und versuchen Sie ungefähr die Größe und das Gewicht zu schätzen.

Größe ca.: > 3 m Gewicht ca.: 720 kg (Mara)

5. Betrachten Sie die Sinnesorgane Ohren, Augen und Nase. Was können Sie beobachten (groß/klein, vorhanden/angedeutet) und was sagt das über die Entwicklung dieser Sinnesorgane aus? (gut ausgeprägt / weniger gut ausgeprägt und daraus folgende Anpassung an ihre Lebensweise)

Augen: Die **wenig leistungsfähigen** Augen sind **klein** und weisen keine Augenlider und Wimpern auf.

Ohren: Die äußeren Ohren fehlen und es ist nur ein **kleines** Ohrloch zu erkennen. Trotzdem ist ihr Gehör **hervorragend ausgeprägt**. Sie verständigen sie auch über Quietsch- und Pfeiffaute.

Nase: **Große** Nasenlöcher, sind **nur zum Atmen geöffnet**. Bei einem Atemzug können bis zu 90% des Luftvolumens der Lungen ausgetauscht werden.

Station: Karibik-Nagelmanati



Teilstation 3: Aufgepasst! Angepasst.

Anleitung:

Jede Tierart hat besondere Ansprüche an ihre Umgebung. Der Karibik-Nagelmanati ist an flache küstennahe Gewässer Mittel- und Südamerikas angepasst. Um die Manatis artgerecht im Tiergarten halten zu können, müssen einige Bedingungen erfüllt werden. Auf was dabei unbedingt geachtet werden muss, lernen Sie in dieser Teilstation kennen.

Teilstation 3: Aufgepasst! Angepasst.



Bearbeitung

Stellen Sie sich vor Sie arbeiten im Tiergarten Nürnberg und sind für das Manatihaus und die Seekühe verantwortlich. Bei einer Führung müssen Sie folgende Fragen der Besucher erklären. Der ausliegende Infotext über die Seekühe ist Ihnen dabei eine Hilfe.

Besucher 1: Von was ernähren sich Seekühe in freier Wildbahn? Welches Futter bekommen sie im Tiergarten?

Ihre Antwort:

Seekühe sind reine Pflanzenfresser. In freier Wildbahn ernähren sie sich vorwiegend von Seegras. Aber auch von Algen und Mangrovenbaumblättern.

Im Tiergarten bekommen sie Weidelgras und gekochtes Gemüse.

Besucher 2: Ich habe gehört, dass zahlreiche Manatis an den Küsten Floridas bei strengen Wintern sterben. Können diese Tiere trotz ihrer beachtlichen Körpermasse bei Temperaturen unter 10 °C erfrieren?

Ihre Antwort:

Ja. Der Stoffwechsel der Manatis ist sehr langsam. Durch die niedrige Stoffwechselrate sind die Seekühe abhängig von gleich bleibenden relativ hohen Wassertemperaturen. Bereits unter 17°C können sie deshalb ihre Körpertemperatur nicht mehr aufrecht erhalten. Deswegen kann man während kalten Wetterperioden Ansammlungen hunderter Manatis in Warmwasserrefugien, z.B. an der Einleitungsstelle von aus Kraftwerken stammendem Kühlwasser, beobachten.

In strengen Wintern (Nachttemp. < 10 °C) können allerdings zahlreiche Tiere an den Küsten Floridas sterben.

Zusatz: Für Arten, die im Amazonas leben, ist die niedrige Stoffwechselrate von Vorteil. Sie können so die Trockenzeit mit geringem Wasserstand und ohne größere Nahrungsaufnahme überstehen.

Stationenplan

	Erledigt	Wie hat Ihnen die Station gefallen? Vergeben Sie eine Note von 1 bis 6!	Wie schwierig fanden Sie die Station? 1= leicht; 2= mittel; 3= schwierig
Station Kalifornischer Seelöwe & Seehund			
Teilstation 1: Wer frisst wen – Nahrungsbeziehungen im Meer			
Teilstation 2: Der kleine Unterschied?			
Station Eisbär			
Teilstation 1: Immer cool bleiben!			
Teilstation 2: Wie lebt es sich in der Arktis?			
Teilstation 3: Eisbären-Beobachtung			
Station Karibik-Nagelmanati			
Teilstation 1: Die Seekuh und ihre Verwandtschaft			
Teilstation 2: Seekuh-Beobachtung			
Teilstation 3: Aufgepasst! Angepasst			

Lernmaterialien: Lernen an Stationen

Materialliste

Station: Kalifornischer Seelöwe & Seehund

Teilstation 1: Wer frisst wen? – Nahrungsbeziehungen im Meer

- Magnettafel
- 2 Board-Marker
- Kärtchen (Lebewesen & Buttons)
- 2 x Infotexte
- Solarmessgerät
- Taschenrechner

Teilstation 2: Der kleine Unterschied?

- 8 Merkmalkarten (pro Tierart 4)
- 2 Ferngläser

Station: Kalifornischer Seelöwe & Seehund

Teilstation 1: Immer cool bleiben!

- Thermografie-Bilder (Eisbär & Schabrackentapir)
- 2 x Infotext

Teilstation 2: Wie lebt es sich in der Arktis?

- Domino: Jagdverhalten

Teilstation 3: Eisbären-Beobachtung

- 2 Ferngläser

Station: Karibik-Nagelmanati

Teilstation 1: Die Seekuh und ihre Verwandtschaft

- Tapeziertisch
- 3 Kapa fix Platten
- Kärtchen und Bilder

Teilstation 2: Seekuh-Beobachtung

Teilstation 3: Aufgepasst! Angepasst.

- 4 x Infotext

LÖSUNG

Das Müllkarussell im Ozean




Foto: Mensch sammelt Müll am Strand

Liebe Schülerinnen und Schüler,

Sie sind nun von Ihrer Basisgruppe getrennt und sind ab jetzt mit Ihrer neuen Gruppe Experten zum Thema „Das Müllkarussell“. Dieses Wissen vermitteln Sie anschließend den Mitgliedern in Ihrer Basisgruppe. Als Hilfsmittel steht Ihnen diese Expertenmappe zur Verfügung.

Bitte bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben gewissenhaft, tauschen Sie sich aus und diskutieren Sie. Anschließend werden Ihnen Mitschüler aus der Basisgruppe Fragen dazu stellen.

Ziel des Gruppenpuzzles ist, dass Sie über verschiedene Themen von Ihren Mitschülern aufgeklärt werden, aber ebenso selbst die Möglichkeit haben als Experte Informationen weiterzugeben.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß!

Aufgabe 1

Die Müllmenge nimmt in den Ozeanen beständig zu. Viele der Abfälle bauen sich nur langsam ab. **Zwar zerbrechen viele Plastikteile in kleinere Stückchen, bis diese ganz abgebaut sind, vergehen aber Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte**

Auf Ihrem Arbeitsplatz liegen verschiedene „Müllsorten“ aus, die auch häufig im Meer treibend zu finden sind.

a) Schätzen Sie bitte zunächst in Jahren wie lange es dauert, bis die einzelnen Produkte abgebaut werden und tragen Sie den Schätzwert ein.

b) Vergleichen Sie nun Ihre geschätzte Dauer mit dem richtigen Wert (die Lösung ist erhalten Sie am Stützpunkt). Vergleichen Sie in Ihrer Gruppe.

c) Welche Abweichung von der wirklichen Lebensdauer (bis zum vollständigen Abbau) war am Höchsten?

Material	a) Schätzwert (in Jahren)	b) realer Wert (in Jahren)
Windel		450 Jahre
Plastikflasche		450 Jahre
Zeitung		6 Wochen
Wollsocken		1 – 5 Jahre
Sixpack-Ringe		400 Jahre
Plastiktüten		1 – 20 Jahre
c) größte Abweichung	(z.B. Socken 100 Jahre)	

Aufgabe 2 - Video: Aus dem Leben einer Plastiktüte

Sehen Sie sich das Video aufmerksam an und beantworten Sie folgende Fragen: (Englische **Untertitel** und **Wörterbuch** liegen aus.)

1. Nehmen Sie den Atlas zu Hilfe, um zu berechnen auf welche Größe der Pazifische Müllteppich mittlerweile angewachsen ist. *(Im Film wird erwähnt, dass der Müllteppich die Größe eines US – Bundesstaats hat, dies entspricht auch einer Fläche, die viermal so groß wie Deutschland ist.)*

Die Berechnung kann mit Hilfe des im Atlas angegebenen Maßstabs erfolgen.

Der Pazifische Müllteppich hat eine Fläche von ca. a) 1.400.000 km²



2. Überlegen und diskutieren Sie in ihrer Gruppe!

Was können SIE tun, um Plastikmüll in ihrem Alltag aktiv zu vermeiden? Nennen Sie mindestens 3 Vorschläge, die Sie umsetzen werden:

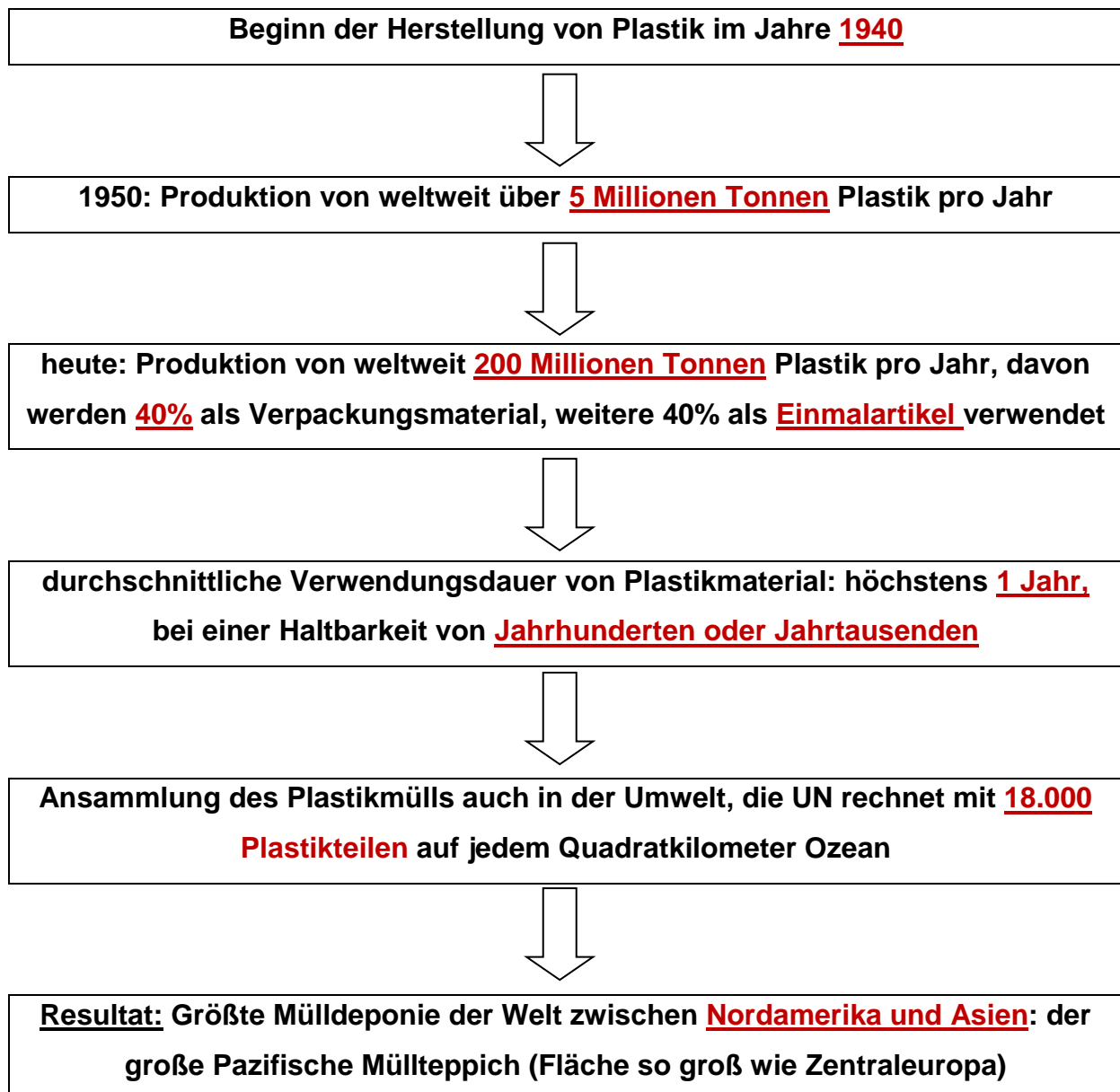
Z. B. Produkte ohne Kunststoffverpackungen kaufen; Stofftaschen oder Körbe für Einkäufe benutzen; Nachfüllpackungen kaufen; Mehrwegflaschen benutzen; in der Küche auf Frischhaltefolie und Plastikbeutel verzichten und anstelle Behälter aus Glas oder Kunststoff nehmen, ...

Aufgabe 3

Lesen Sie sich im ausliegenden Buch „Die Spur des Menschen – oder was die Erde alles aushalten muss“ in das **Kapitel 12: Der Müll und das Meer (S. 180)** in die **hervorgehobenen Abschnitte** ein, um folgende Aufgaben bearbeiten zu können:

a) **Geschichte und Fakten der Plastikherstellung**

Vervollständigen Sie die Lücken mit Hilfe des Buchkapitels.



c) Wiegen sie ein ausliegendes Stück **Plastikmüll** ihrer Wahl ab und berechnen Sie, wie viele dieser Müllstücke nötig sind, um **auf 5 Millionen Tonnen** zu kommen (vgl. S. 182, so viel wie jährlich **allein durch Schiffsbesatzungen** illegal über Bord geht).

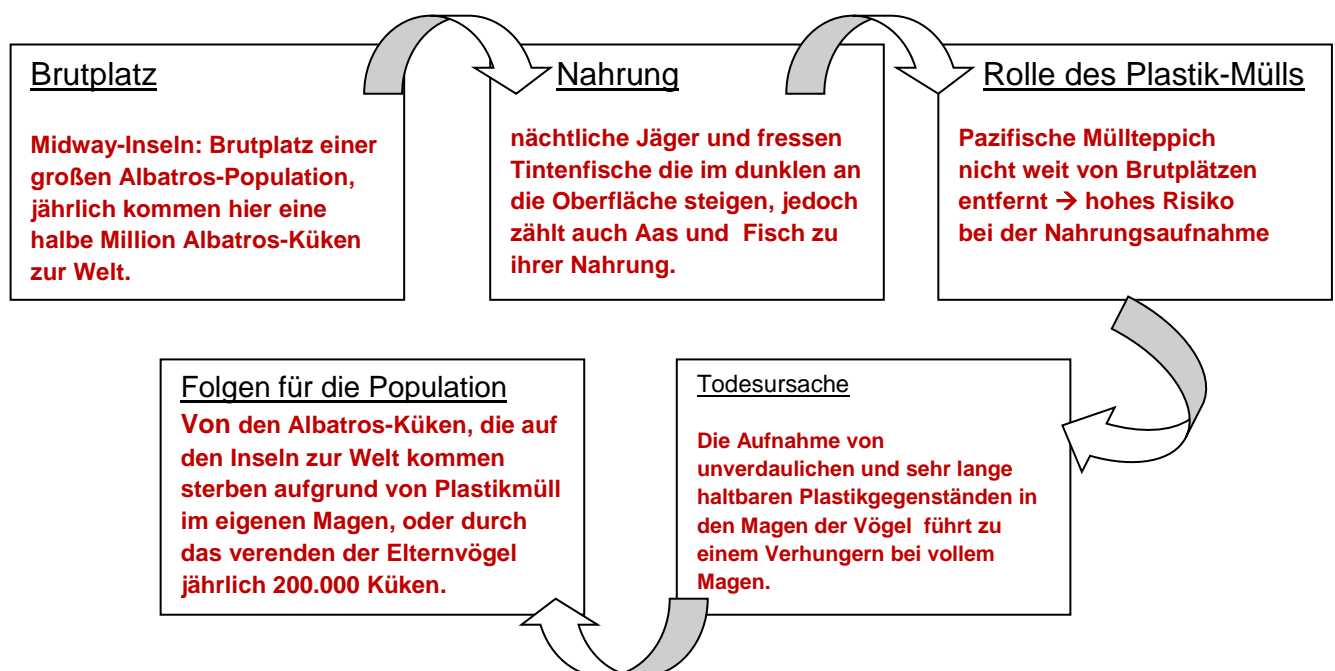
Material	Anzahl der Müllstücke, bezogen auf fünf Millionen Tonnen

d) Spielen Sie Memory! Ordnen Sie den Bildern den passenden Text zu und bringen die Kärtchen anschließend in die richtige Reihenfolge, um folgende Frage zu beantworten:



Welche Gefahren gehen von Plastikmüll im Bezug auf Seevögel, Fische und Meeressäuger aus? Nutzen Sie dafür auch das Kapitel 12 im Buch „Die Spur des Menschen“ (S. 183, gelb markiert).

Tragen Sie die Antworten aus dem Memory verkürzt in folgende Tabelle ein, um den Ablauf in der Basisgruppe erklären zu können. Gehen Sie dabei Beispielhaft auf eine Albatros-Population ein.



Dieses Beispiel steht exemplarisch für viele Meeresbewohner der Welt!

LÖSUNG

Der Eisbär – Botschafter des Klimawandels

Foto: Von einer Eisscholle springender Eisbär

Liebe Schülerinnen und Schüler,

Sie sind nun von Ihrer Basisgruppe getrennt und sind ab jetzt mit Ihrer neuen Gruppe Experten zum Thema „Klimawandel“. Dieses Wissen vermitteln Sie anschließend den Mitgliedern in Ihrer Basisgruppe. Als Hilfsmittel steht Ihnen diese Expertenmappe zur Verfügung.

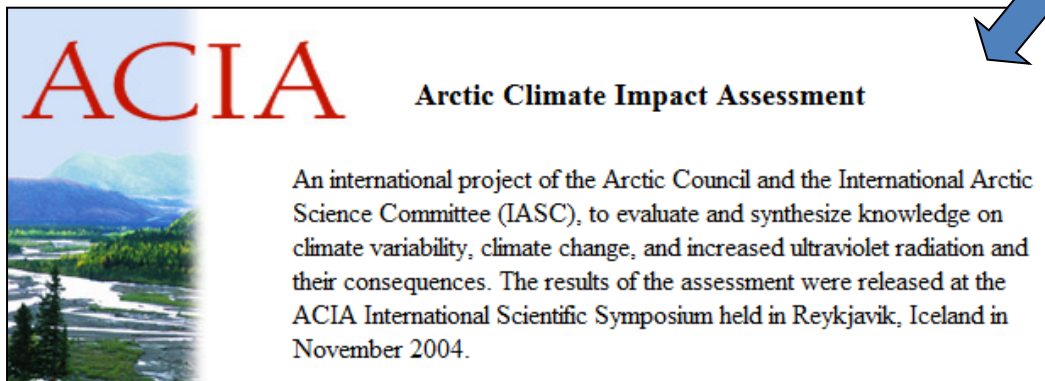
Bitte bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben gewissenhaft, tauschen Sie sich aus und diskutieren Sie. Anschließend werden Ihnen Mitschüler aus der Basisgruppe Fragen dazu stellen.

Ziel des Gruppenpuzzles ist, dass Sie über verschiedene Themen von Ihren Mitschülern aufgeklärt werden, aber ebenso selbst die Möglichkeit haben als Experte Informationen weiterzugeben.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß!

Aufgabe 1 | Klimawandel in der Arktis

Grundlage Ihrer Expertengruppe bildet das ausliegende Resümee des ACIA – Berichts mit dem Schwerpunkt „Klimawandel in der Arktis“.



a) Lesen Sie zunächst die Einleitung auf Seite 4 – 5 (incl. Kasten) und beantworten Sie anschließend folgende Fragen:

- Was fasst der ACIA Bericht zusammen?

Folgen des Klimawandels, Arktis am stärksten von Auswirkungen des Klimawandels betroffen

- Welches erklärtes Ziel verfolgen u.a. die europäische Union und andere Staaten?

Klimaerwärmung unter zwei Grad Temperaturanstieg gegenüber vorindustriellem Niveau zum Stillstand zu bringen

b) Im Kapitel 2 „Wandel von Klima und Eisbedeckung in der Arktis“ können Sie nachlesen, welche Folgen der Klimawandel für die Arktis haben. Vervollständigen Sie anschließend das Verlaufsschema in Ihrem Expertenheft auf Seite 3:

Arktis ohne Eis – alarmierende Fakten

Die Fortschreitende Erwärmung in der Arktis ist u.a. messbar durch
 die verringerte Dicke und Ausdehnung des Meer und Landeises.

Was passierte in den letzten 30 Jahren?
 Rückgang des Eises um 8 %, was einer Fläche von bis zu 1 Mio. km² entspricht (größer als Fläche von Norwegen, Schweden und Dänemark)

Was wird bis zum Jahr 2100 erwartet? Eine zusätzliche Abnahme der Eisdecke um bis zu 50% erwartet.

Durch die Verdunkelung der Flächen aufgrund der Eisschmelze wird weniger Sonnenstrahlung reflektiert, so dass sich die Erdoberfläche stärker erwärmt, was wiederum zum Abschmelzen des Eises beiträgt.



Eisschmelze am Nordpol: Oben eine Satellitenaufnahme vom September 1979, unten vom September 2005. Die Eisfläche der Arktis schrumpft in Rekordtempo © Picture-Alliance

Kreislaufl

Auswirkung auf die arktische Tierwelt

Rückgang des Eises bedeutet für viele Säuger den Verlust von

- Schutz und Mobilität
- Geburt und Aufzucht der Jungen
- Jagdgebiet

Der Fortschreitende Rückgang des Eises entzieht vielen der arktischen Tierarten ihre Lebensgrundlage!

Arktische Tierarten und die Folgen

Sie haben nun gelernt wie die Erderwärmung die Eisschmelze in der Arktis beeinflusst. Lesen Sie nun den Zeitungsartikel „Eisbären suchen verzweifelt Nahrung“ (Welt online).

Erstellen Sie mit Hilfe der Informationen aus dem Zeitungsartikel gemeinsam in ihrer Gruppe ein **Plakat**.

Fertigen Sie vorher eine Skizze des Plakates an, welche als Informationsgrundlage für den späteren Wechsel in die Basisgruppe dient.

Folgende Aspekte sollen auf dem Plakat berücksichtigt werden:

- **Auswirkungen der Klimaerwärmung auf die Bewohner der Stadt Churchill**
- **Grund warum Eisbären in die Nähe von Städten kommen**
- **Fressen und Fasten des Eisbären abhängig von den Jahreszeiten und die Veränderung durch die Klimaerwärmung**

Material

- Tonkarton
- Stifte, Scheren, Lineal
- Bilder

Zusatzinfo für das Plakat

In der Nähe menschlicher Siedlungen werden Eisbären besonders im Sommer von Abfalltonnen als Nahrungsquelle angelockt. In Kanada wurden im Umgang mit Eisbären, die sich zu sehr an menschliche Nähe gewöhnt haben und eine potenzielle Gefahr darstellen, verschiedene Methoden entwickelt. Auffällig gewordene Eisbären werden eingefangen und erst wieder freigelassen, wenn das Meer zufriert und ihre eigentliche Nahrung, die Robben, zurückkehren. Zudem werden Eisbären in Gebiete weit entfernt von menschlichen Behausungen umgesiedelt.

©WWF – Steckbrief Eisbär

Skizze für das Plakat

individuell!

LÖSUNG

Die unsichtbare Gefahr – Giftstoffe im Ozean



Foto: Meeresoberfläche

Liebe Schülerinnen und Schüler,

Sie sind nun von Ihrer Basisgruppe getrennt und sind ab jetzt mit Ihrer neuen Gruppe Experten zum Thema „Giftstoffe im Ozean“. Dieses Wissen vermitteln Sie anschließend den Mitgliedern in Ihrer Basisgruppe. Als Hilfsmittel steht Ihnen diese Expertenmappe zur Verfügung.

Bitte bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben gewissenhaft, tauschen Sie sich aus und diskutieren Sie. Anschließend werden Ihnen Mitschüler aus der Basisgruppe Fragen dazu stellen.

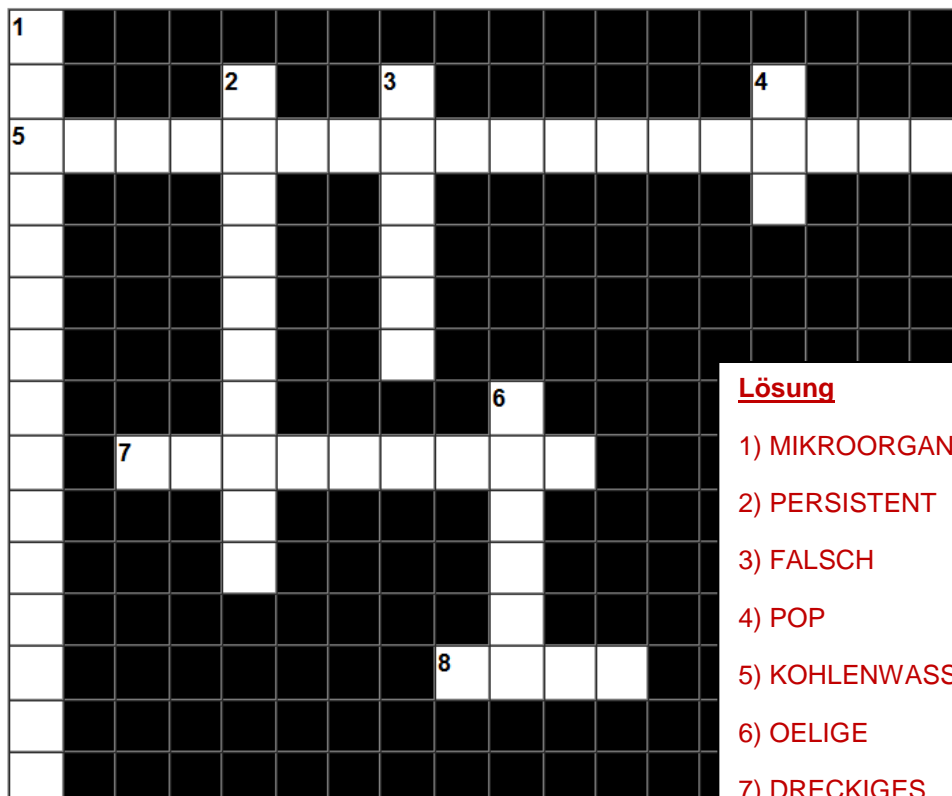
Ziel des Gruppenpuzzles ist, dass Sie über verschiedene Themen von Ihren Mitschülern aufgeklärt werden, aber ebenso selbst die Möglichkeit haben als Experte Informationen weiterzugeben.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß!

Sie lernen nun zwei Stoffe kennen, die exemplarisch für viele andere Toxine (Giftstoffe) stehen. Beispiel A: Polychlorierte Biphenyle und Beispiel B: polyfluorierte Verbindungen

Aufgabe 1

Lesen Sie sich die Info-Ecke „PCB“ aufmerksam durch und lösen Sie anschließend das Kreuzworträtsel.



Lösung

- 1) MIKROORGANISMEN
- 2) PERSISTENT
- 3) FALSCH
- 4) POP
- 5) KOHLENWASSERSTOFFE
- 6) OELIGE
- 7) DRECKIGES
- 8) ZEHN

waagrecht

- 5 PCB sind chlorierte
- 7 PCB gehört zu einem der zwölf organischen Giftstoffe, welche als "..... Dutzend" bezeichnet werden.
- 8 Wie viele Wasserstoffatome können durch Chlor im PCB-Molekül ersetzt werden?

senkrecht

- 1 Der Abbau von organischen Molekülen zu den sehr stabilen Endprodukten Kohlendioxid und Wasser erfolgt durch:
- 2 Substanzen die nur sehr langsam abgebaut werden, also sehr stabil sind nennt man (Adjektiv)
- 3 PCB kommt auch in der Natur (z.B. durch Bildung nach Waldbränden) vor. (Richtig oder Falsch?)
- 4 englische Abkürzung für persistente organische Schadstoffe
- 6 Je nach chloregehalt haben PCB eine mehr oder weniger zähflüssige, Konsistenz.

Beispiel B:**Polyfluorierte Verbindungen - Persistente Organische Schadstoffe in unserem Alltag**

Neben dem erwähnten „dreieckigen Dutzend“ wurden Ende der 1990er Jahre in der Umwelt weitere toxische und langlebige Verbindungen unnatürlichen Ursprungs entdeckt, die man aufgrund unzureichender technischer Analysemethoden zuvor nicht hatte nachweisen können. Dazu gehören die polyfluorierten Verbindungen (polyfluorinated compounds = PFC). Polyfluorierte Verbindungen werden seit mehr als 50 Jahren in vielen Bereichen des täglichen Lebens genutzt.

Aufgabe 2

a) In den ausliegenden Alltagsgegenständen befinden sich Kärtchen. Wenn Sie diese gefunden und gesammelt haben, ordnen Sie bitte die Textkärtchen so an, dass ein vollständiger Fließtext entsteht. Haben Sie alle Kärtchen gefunden und richtig zugeordnet entsteht ein Lösungswort.

Lösungswort: TOXINE

b) Beantworten nun **KURZ** folgenden Fragen anhand des zusammengelegten Textes:

1. In welchen Alltagsgegenständen sind PFCs v.a. enthalten?

Teppichböden, Outdoor-Bekleidung, Pfannen oder Fast-Food-Papier

2. Wie gelangen diese in die Weltmeere?

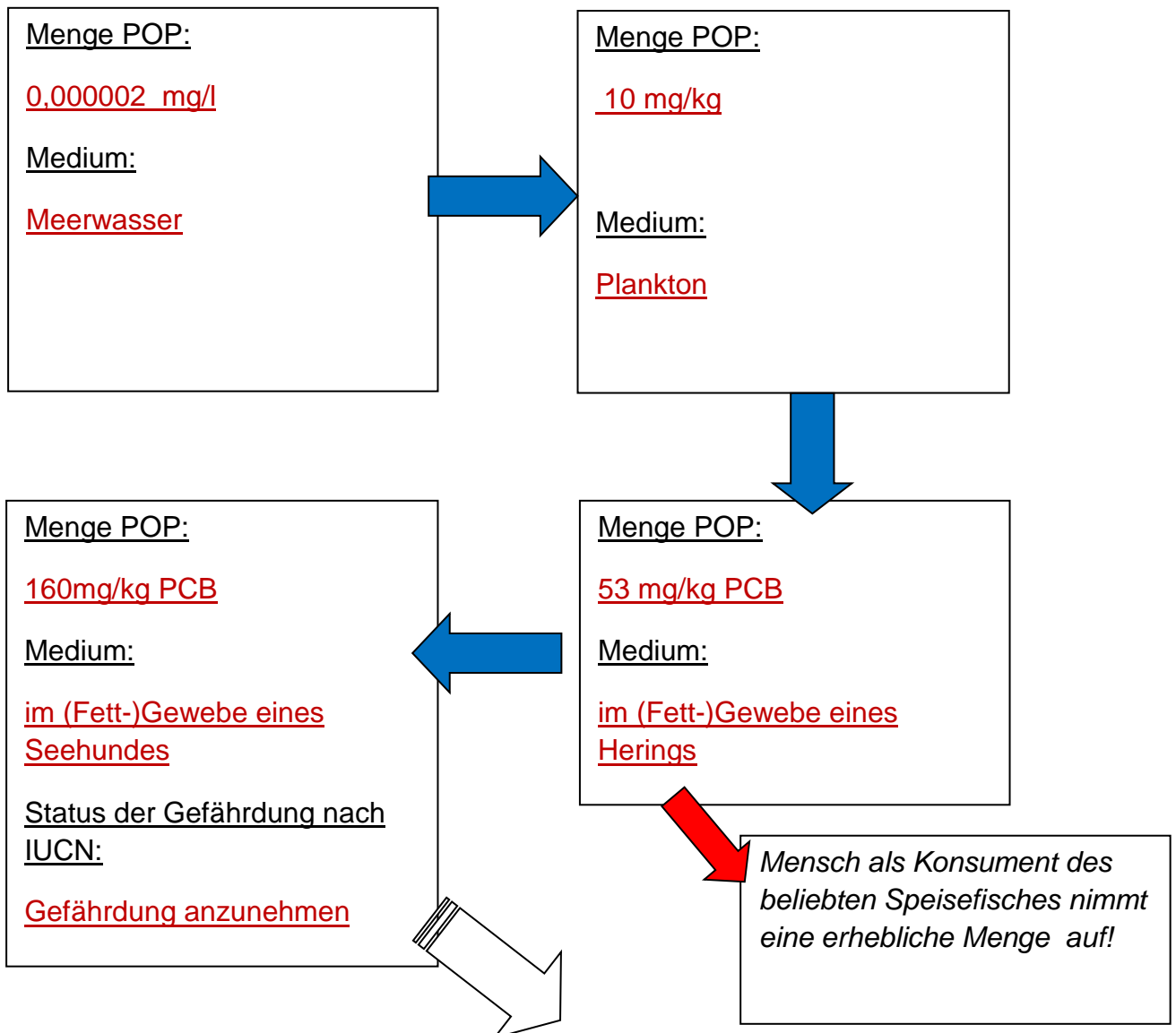
Darüber hinaus aber werden größere Mengen PFCs in Deutschland über kommunale und industrielle Kläranlagen, die diese Verbindungen nicht gezielt zurückhalten können, in die Flüsse eingetragen. Von hier aus gelangen die polyfluorierten Verbindungen in die Nordsee. Anschließend können sie mit den Hauptströmungen der Nordsee und des Atlantischen Ozeans bis in die Arktis transportiert werden.

3. Welche Gefahren neuer chemischer Produkte zeigt diese Stoffgruppe beispielhaft?

Es ist abzusehen, dass sie Generationen überdauern werden. Diese Stoffgruppe zeigt beispielhaft, dass man offensichtlich nie sämtliche Auswirkungen neuer chemischer Produkte auf die Umwelt sowie deren Spätfolgen vorhersehen kann.

Aufgabe 3

- A) Lesen Sie die ausliegenden Karten zum Thema „Anreicherung von POP in der Nahrungskette“ aufmerksam durch.
- B) Legen Sie die Karten anschließend in der richtigen Reihenfolge aneinander, so dass eine sinnvolle Nahrungskette entsteht.
- C) Schreiben Sie in die folgenden Kästen, um welches **Medium** (Lebensraum/welches Tier) es sich handelt und notieren sich die **Menge an POP**, die sich im Verlauf anreichert.



Die Aufnahme von PCB über einem gewissen Grenzwert führt u.a. zu folgenden Symptomen: Sehstörungen, Taubheit in den Gliedmaßen, Schwäche und Müdigkeit, Gelbsucht, Diarrhoe, Veränderungen des Menstruationszyklus, Kopfschmerz und Haarausfall. **Es kommt zu einer Häufung von Fehlgeburten.** Die Aufnahme in den Organismus erfolgt in erster Linie über die Nahrung. Der Hauptteil der PCB wird dabei im Fettgewebe deponiert, ein kleinerer Teil gelangt in Leber, Niere, Lunge und Herz. **PCB gelangt über die der Muttermilch auch in den Organismus des gestillten Säugling/Jungtiers, welche dann höher belastet sind als die Mutter.**

Aufgabe 4

Lesen Sie den **Auszug aus dem „Stockholmer Übereinkommen“**, dessen Ziel es ist, die Verschmutzung durch persistente organische Schadstoffe (POP) zu begrenzen.

Bitte kreuzen Sie an: pro Frage ist **nur eine** Antwort richtig.

1. Was regelt das „Stockholmer Übereinkommen“?

- R** Es werden die jeweiligen Gefahrenstoffe genau definiert und Regeln für die Produktion, Einfuhr und Ausfuhr dieser Stoffe festgelegt.
- Die potentiell giftigen Stoffe werden untersucht, anschließend wird eine Empfehlung gegeben, wie mit diesen Umgegangen werden soll, an die sich aber laut Gesetz nicht gehalten werden muss.
- Es regelt den In- und Export von Chemikalien aus Deutschland.

2. Welche Gefahrenstoffe werden durch das Übereinkommen erfasst?

- Es erfasst alle Chemikalien, die in Deutschland als gesundheitsgefährdend eingestuft werden.
- R** Es erfasst die zwölf wichtigsten POP, die gezielt hergestellt werden oder als unerwünschte Nebenprodukte auftreten (wie z.B. die häusliche Verbrennungsanlagen oder die Abfallverbrennung).
- Es erfasst lediglich drei der zwölf wichtigsten POP, nämlich Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT), Dieldrin und Endrin.

LÖSUNG

Der allerletzte Fisch im Netz



Fotomontage: Fischschwarm in SOS-Form

Liebe Schülerinnen und Schüler,

Sie sind nun von Ihrer Basisgruppe getrennt und sind ab jetzt mit Ihrer neuen Gruppe Experten zum Thema „Überfischung“. Dieses Wissen vermitteln Sie anschließend den Mitgliedern in Ihrer Basisgruppe. Als Hilfsmittel steht Ihnen diese Expertenmappe zur Verfügung.

Bitte bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben gewissenhaft, tauschen Sie sich aus und diskutieren Sie. Anschließend werden Ihnen Mitschüler aus der Basisgruppe Fragen dazu stellen.

Ziel des Gruppenpuzzles ist, dass Sie über verschiedene Themen von Ihren Mitschülern aufgeklärt werden, aber ebenso selbst die Möglichkeit haben als Experte Informationen weiterzugeben.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß!

Aufgabe 1

Lesen Sie sich die unten stehenden Fragen zunächst durch. Sehen Sie sich anschließend das Video zum Thema „Überfischung der Meere“ aufmerksam an. Beantworten Sie die Fragen, bearbeiten Sie die Lücken im Text und die Tabellen.

1. Wie viel Prozent der Erdoberfläche beansprucht die Menschheit zum Leben und für wie viele Menschen ist Fisch die essentielle Hauptnahrungsquelle?

Sieben Milliarden Menschen leben auf 30% der Erdoberfläche, das Meer ist die Hauptnahrungsquelle für 1,2 Milliarden Menschen.

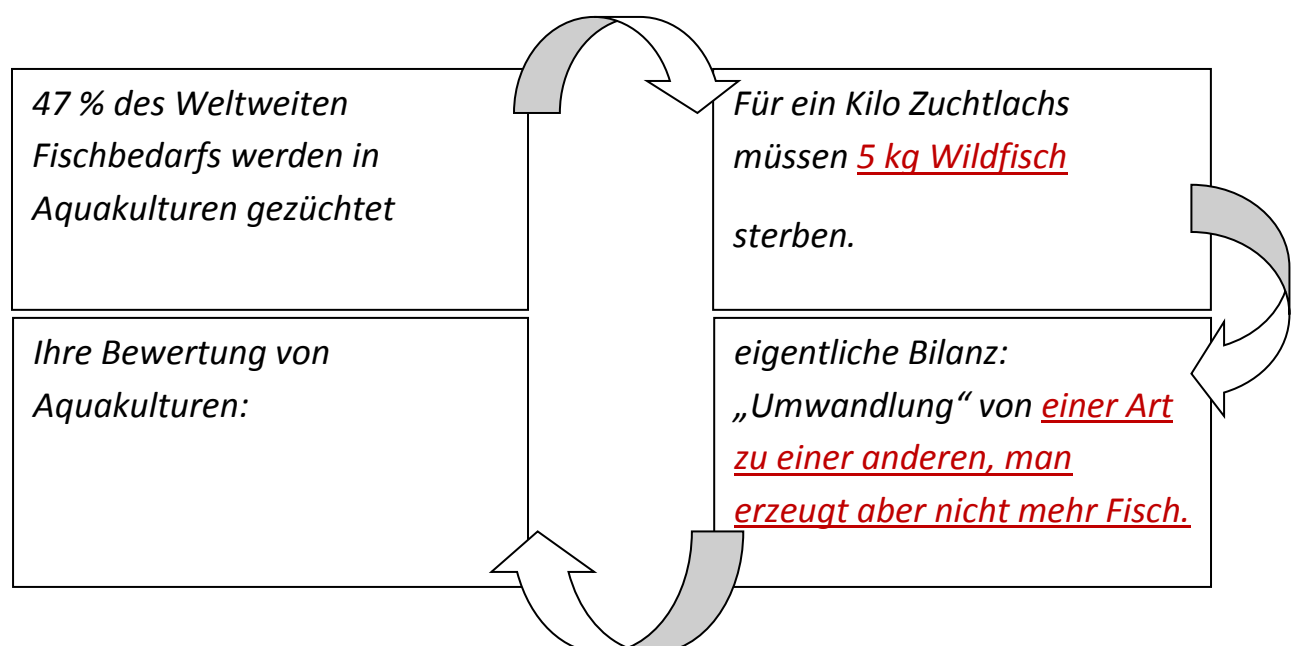
2. Wie viele Tonnen Fisch werden jährlich weltweit konsumiert?

110 Millionen Tonnen Fisch werden jährlich konsumiert.


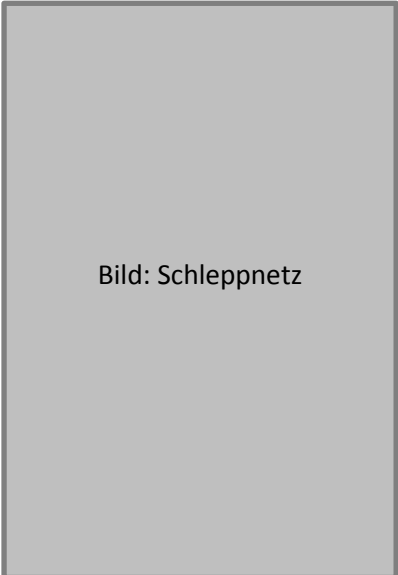
3. Fischbestände (Lückentext)

Die Fischbestände sind in den letzten 60 Jahren um 90 % gesunken. Innerhalb der nächsten 50 Jahre rechnen Wissenschaftler mit der Auslöschung aller bisher gefischten Arten durch die industrielle Fischerei.

4. „Durch Aquakulturen werden die Meere und die Fischbestände entlastet“. Bewerten Sie diese Aussage anhand der Tabelle, v.a. im Bezug auf Zuchten mit Raubfischen (z.B. Lachs)



4. Welche Fangtechniken werden im Video erwähnt, erörtern Sie in Ihrer Gruppe die Gefahren, die davon für die Bestände ausgehen.

Fangtechnik	Gefahren	weitere Informationen
<p>Langleinenfischerei</p>  <p>Bild: Langleine</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>jeweils ein anderer Fisch pro Köderhaken</u> - <u>nicht nur die gewünschte Fischart am Haken (siehe Bild)</u> 	<p>Eine Hauptleine mit über 100 Kilometern Länge, an der mehr als 20.000 verschiedenen Köderhaken befestigt sind.</p>
<p>Schleppnetzfisherei</p>  <p>Bild: Schleppnetz</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>hoher Beifang</u> - <u>hohe Fangmengen von 500 t Fisch</u> 	<p>Die Gesamtlänge eines Netzes kann einschließlich der Kurrleinen (schwere Taue aus Stahldraht) 1500 Meter betragen. Wichtiger als die Länge ist jedoch die Maschengröße, die auf die Zielart abgestimmt wird. Die größten Maschen können bis etwa 1,28 Meter - die kleinsten weniger als 1 Millimeter weit sein. Eine Netzfüllung kann bis zu 500 Tonnen Fisch liefern, einschließlich riesiger Mengen an Beifang.</p>

5. Was versteht man unter Beifang und wie viel Meerestiere (in kg) werden für ein Kilo Garnelen als Beifang getötet

⇒ Beifang: zufällig mitgefangene Meerestiere

⇒ ein Kilogramm gefangene Garnelen verursacht 80 -90 % Beifang, bitte rechnen Sie die Menge an Beifang in Kilogramm um: 0,9 kg

6. Was können WIR als Konsumenten tun?

Rolle der Konsumenten:

Entscheidung darüber, welcher Fisch aus welchen Fanggründen gekauft wird. Die Nachfrage regelt auch hier das Angebot. Auf Siegel für Nachhaltige Fischerei achten und weniger Fisch konsumieren.

⇒ Um nachhaltig Fisch konsumieren zu können liegen auf Ihrem Arbeitsplatz Einkaufsführer aus.

Aufgabe 2

In Aufgabe 1 haben Sie gelernt, dass nachhaltige Fischerei die Lebensversicherung für Fischbestände, aber auch von Fischkonsumenten darstellt. (v.a. in Ländern deren Hauptnahrungsquelle aus Fisch besteht)

Weiterhin wissen Sie nun, dass Ihre Rolle als Konsument entscheidend ist. Daher werden Sie nun dazulernen, auf was Sie beim Kauf achten sollten.

a) Lesen Sie sich in der Infoecke „Siegel für nachhaltige Fischerei“ gewissenhaft ein und beantworten Sie anschließend die Multiple Choice Fragen (nur eine Antwort ist richtig).

1. Das MSC- Siegel steht für ...

- ...Schutz von gefährdeten Fischbeständen; auf andere geschützte Meerestiere wird jedoch keine Rücksicht genommen.
- ...Fischerei die so geführt wird, dass sie innerhalb von 5 – 10 Jahren auf veränderte Rahmenbedingungen, wie EU Gesetze oder den Einbruch von Fischpopulationen reagieren kann.
- R** ... Schutz der der Fischbestände, minimale Auswirkungen auf das Ökosystem und effektives Fischereimanagement.

2. Wenn kein MSC – Siegel auf der Verpackung zu finden ist, ...

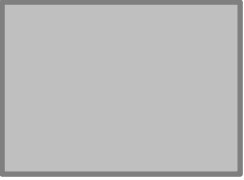

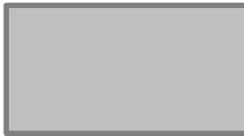
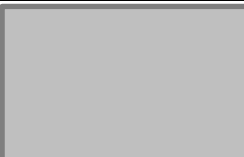


- wurde der Fisch unter keinen Umständen nachhaltig gefangen.
- R** ... nehme ich den Fischführer zur Hilfe und kaufe nach den Empfehlungen.
- darf ich diesen Fisch auf keinen Fall kaufen.

Aufgabe 3

1. Untersuchen Sie die ausliegenden Fischverpackungen auf folgende Merkmale:

- Tierart und Herkunft
- Sind auf den Verpackungen Siegel zu sehen?
- Wenn ja welche?

2. Suchen Sie im ausliegenden Fischratgeber die Fischart und entscheiden Sie, ob die Produkte aus den Verpackungen als nachhaltig einzustufen sind.

Tierart	Bild	Herkunft (Fanggebiet bzw. Land)	Fang- methode bzw. Aquakultur	Siegel (ja/nein/ welches)	Nachhaltig? (ja/nein)
Garnelen	 ©FIZ	Ecuador	Aquakultur	ja Bio-Siegel	ja
		Honduras	Aquakultur	nein	nein
Pazifische Scholle	 ©FIZ	Nordostpazifik/ Beringsee	nicht angegeben	ja MSC - Siegel	ja
Thunfisch	 ©FAO	Westpazifik	Ringwadennetz	nein	nein (zweite Wahl im Fischführer)
Alaska Seelachs	 ©FIZ	Nordostpazifik / Beringsee	Ringwadennetz Stellnetz Schleppnetz	ja MSC - Siegel	ja
Wildlachs	 ©FIZ	Wildfang Südostatlantik	Schleppnetz	ja MSC - Siegel	ja
Sprotten	 ©EFF	Nordostatlantik: Nordsee	Pelagisches Schleppnetz	nein	ja (gute Wahl im Fischführer)

3. Bewerten Sie die unterschiedlichen Fangmethoden bzw. Aquakulturen. Nehmen Sie dabei die Interviewauszüge und Tabelle und Informationen aus vorhergehenden Aufgaben zur Hilfe. Nennen Sie, wenn möglich, jeweils eine negative Auswirkung und einen Vorteil pro Methode.

Methode	Negative Auswirkung	Vorteil
Aquakultur mit Bio-Siegel	<ul style="list-style-type: none"> Abholzung von Mangrovenwälder 	<ul style="list-style-type: none"> Geschlossenes System, Abwasser gelangt nicht in freie Natur Deutlich geringerer Besatz Kein Einsatz von Medikamenten und Chemikalien
Aquakultur	<ul style="list-style-type: none"> Abholzung von Mangrovenwälder Futter: Fischmehl, d. h. zusätzlicher Fischfang nötig Einsatz von Medikamenten und Chemikalien Belastung der Umwelt durch z. B. Kot und Desinfektionsmittel 	<ul style="list-style-type: none"> Hoher Ertrag
Ringwadennetz	<ul style="list-style-type: none"> Häufiger Beifang von Delfinen, inzwischen sind Fluchtmöglichkeiten eingebaut 	<ul style="list-style-type: none"> Geringer Beifang anderer Fischarten Geringe negative Folgen für den Meeresboden
Stellnetz	<ul style="list-style-type: none"> Zum Teil hoher Beifang von Schildkröten, Seevögeln oder Säugetieren 	<ul style="list-style-type: none"> Geringer Beifang anderer Fischarten Geringe negative Folgen für den Meeresboden
Schleppnetz bzw. Pelagisches Schleppnetz	<ul style="list-style-type: none"> Beifang anderer Fischarten in manchen Gebieten problematisch → dann sehr hoher Beifang 	<ul style="list-style-type: none"> Keine negativen Folgen für den Meeresboden Geringer Beifang von Schildkröten, Seevögeln oder Säugetieren

4. Überlegen Sie mal: In welchen Produkten sind Fische bzw. Garnelen mehr oder weniger überraschend vorhanden?

Notieren Sie einige Beispiele:

Holen Sie sich nun von den Betreuern eine Box ab. In dieser befinden sich einige Beispiele. Finden Sie Informationen zu Herkunft oder Fangmethode auf den Produkten? Notieren Sie bitte Ihre Ansicht darüber in Stichpunkten.

Medikamente → keine Angaben

Fertigessen → Aroma mit Fisch, Garnelenpulver

Chips oriental → Fischprotein

Curry-Paste → Garnelenpaste

Fertigpizza → Lachs (Aquakultur Chile), Thunfisch (Südpazifik), Garnelen (Aquakultur Thailand)

Katzenfutter → Fischerzeugnisse, Thunfisch

Ihr Fazit: _____

Lernmaterialien: Gruppenpuzzle

Materialliste

Expertengruppe: Müllkarussell im Ozean

- Laptop
- Video & Glossar
- Memory-Kärtchen
- Kärtchen Abbaubarkeit (+ original Plastikflasche, Windeln, Zeitungen, Wollsocken, Plastiktüten)
- Buch „Die Spur des Menschen“ von Dagmar Röhrlich

Expertengruppe: Der Eisbär – Botschafter des Klimawandels

- Zeitungsartikel
- AICA Resümee
- Materialien zum Plakatgestalten (Karton, Bilder, Stifte, etc.)

Expertengruppe: Die unsichtbare Gefahr – Giftstoffe im Ozean

- Karten zur Anreicherung in der Nahrungskette
- Informationstext PCB
- Informationsmaterial des Bundesgesundheitsamtes
- Zusammenfassung der POP Konvention

Expertengruppe: Der allerletzte Fisch im Netz

- Informationstext zum MSC-Siegel
- Einkaufsratgeber
- Laptop und Video
- Fischverpackungen (mit und ohne Siegel)
- Verpackungen (Pizza, Chips, Fertiggericht, Katzenfutter, Currypaste, Medikament)