

Universität Bayreuth  
Lehrstuhl Didaktik der Biologie

# **Effektivität von Umweltbildung zum Thema Wasser**

—

## **Empirische Studie zu Naturverbundenheit, Umwelteinstellungen und Umweltwissen**

Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades

- Dr. rer. nat. -

der Fakultät Biologie, Chemie und Geowissenschaften  
an der Universität Bayreuth

vorgelegt von  
Diplom Biologin

**Anne K. Liefländer**

2012







Diese Arbeit wurde von Februar 2009 bis November 2012 am Lehrstuhl für Didaktik der Biologie an der Universität Bayreuth unter der Leitung von Prof. 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.).

Promotionsgesuch eingereicht am: 06. November 2012

Zulassung durch die Prüfungskommission: 14. November 2012

Wissenschaftliches Kolloquium: 25. Januar 2013

Amtierende Dekanin:

Prof. Dr. Beate Lohnert

Prüfungsausschuss

Prof. Dr. F.X. Bogner (Erstgutachter)

Prof. Dr. L. Haag (Zweitgutachter)

Prof. Dr. S. Liede-Schumann (Vorsitz)

Prof. Dr. K. Hoffmann

Prof. Dr. St. Peiffer



# Inhaltsverzeichnis

A Summary.....	1
B Zusammenfassung .....	3
C Ausführliche Zusammenfassung.....	5
C.1 Theoretischer Hintergrund.....	5
Naturverbundenheit.....	5
Umwelteinstellungen .....	6
Umweltwissen .....	8
C.2 Fragestellungen und Ziele der Arbeit .....	9
C.3 Methoden .....	11
Studiendesign und Teilnehmer.....	11
Erhebungsinstrumente und Datenauswertung .....	11
Umweltbildungsprogramm.....	13
C.4 Ergebnisse und Diskussion .....	19
Schlussfolgerungen für Lehre und Forschung.....	24
D Literaturverzeichnis der Zusammenfassung .....	27
E Teilarbeiten .....	33
E.1 Publikationsliste.....	33
E.2 Darstellung des Eigenanteils .....	34
E.3 Teilarbeit A .....	35
E.4 Teilarbeit B .....	59
E.5 Teilarbeit C .....	79
F Anhang.....	103
Erklärung.....	111
Danksagung .....	113





## A Summary

Strengthening the environmental awareness within the world population is essential for facing today's environmental threats. To solve current environmental problems and prevent future ones, environmental education should, among other things, promote the motivation, attitudes and knowledge necessary to ensure the protection and preservation of nature (IUCN, UNEP & WWF, 1991; Potter, 2010). Connectedness to nature constitutes a great motivation for protecting nature and is encouraged through direct, affective nature experiences (e.g. Kaiser, Roczen & Bogner, 2008; Davis, Green & Reed, 2009). Connectedness, just like environmental attitudes, can change during the course of a person's life. This can affect the efficiency of environmental education with respect to different age groups (Bruni & Schultz, 2010; Ernst & Theimer, 2011). Frick and colleagues (2004) established three distinct cognitive knowledge dimensions which are necessary for sustainable action: system, action-related and effectiveness knowledge, dimensions which should be deliberately integrated into educational campaigns.

Up to now, there have been no detailed investigations of how pupils of various ages differ with regard to their connectedness to nature values or environmental attitudes. Also unclear is whether children and preadolescents are influenced differently by environmental education focusing on the previously mentioned aspects or if an achieved effect persists long after an educational project has ended. Systematically integrating the three environmental knowledge dimensions into one project is a challenging step that would allow any increase in a particular environmental knowledge dimension as well as any convergence of the dimensions to be determined. The present study addresses the current state of connectedness to nature and environmental attitudes of pupils 9 to 13 years in age. Subsequently, the influence of a comprehensive four-day environmental education programme on connectedness to nature, environmental attitudes and gain in environmental knowledge is examined.

The topic of the project at a school field centre was "Water in Life – Life in Water" and about 200 German pupils participated. The participants' connectedness to nature was measured with the INS scale (Inclusion of Nature in Self; Schultz, 2002). The environmental attitudes were determined based on the 2-MEV model and its subscales *preservation* and *utilisation* (Two Major Environmental Values; e.g. Bogner & Wiseman, 2006) as well as on the previously mentioned environmental knowledge dimensions with three scales newly developed for this study. The instruments were embedded into a questionnaire which was employed as a pre-test, post-test and retention test. An external control group only completed the questionnaires and did not take part in the programme.

The results indicate that the 9 to 10-year-old pupils (fourth grade) show a stronger connectedness to nature and better environmental attitudes than the 11

to 13-year-olds (sixth grade). The influence of the environmental education project on connectedness to nature and environmental attitudes is stronger for the younger pupils than for the older ones. Both age groups show a stronger connectedness directly after the pupils' participation, however, only the connectedness of the younger participants persists up to four weeks after the project. A similar picture is found for the environmental attitudes: Both the preservation and utilisation attitudes of the younger pupils improve through the pupils' participation in the project, yet only preservation remains improved four weeks after the programme's end. In comparison, the preservation attitude of the older pupils shows only a short-term improvement and the utilisation attitude is not influenced. The onset of puberty for the older pupils may be a reason for the lower connectedness to nature and the less favourable environmental attitudes. Because of their age, the older pupils probably feel more independent and emotionally distant from others (Parra & Oliva, 2009; Steinberg & Silverberg, 1986) and perhaps also from nature. The new environmental knowledge scales were found to be reliable and homogeneous. Both the pupils' knowledge levels and the knowledge convergence increase through the pupils' programme participation and largely persist over a time span of four weeks after the project. Effectiveness knowledge shows the least knowledge level increase, which can be explained by the hierarchical dependence of the environmental knowledge dimensions. Summarising the results, the four-day environmental education project was successful with regard to strengthening the pupils' connectedness to nature, improving environmental attitudes and increasing environmental knowledge, particularly for the 9 to 10-year-old pupils. Finally, the implications of the findings for education research and the consequences for environmental education are discussed.

## B Zusammenfassung

Die Stärkung des Umweltbewusstseins in der Bevölkerung ist heute notwendiger denn je. Um Umweltprobleme zu lösen und vorzubeugen, soll adäquate Umweltbildung unter anderem darauf abzielen, Motivation, Einstellungen und Wissen für den Schutz und Erhalt der natürlichen Umwelt zu fördern (IUCN, UNEP & WWF, 1991; Potter, 2010). Naturverbundenheit stellt eine wichtige Motivation für den Umweltschutz dar und wird durch direktes, affektives Naturerleben gestärkt (z.B. Kaiser, Roczen & Bogner, 2008; Davis, Green & Reed, 2009). Diese Verbundenheit kann sich, ebenso wie Umwelteinstellungen, im Laufe des Lebens verändern, was sich wahrscheinlich auf die Effizienz von Umweltbildung bezüglich der unterschiedlichen Altersgruppen auswirkt (Bruni & Schultz, 2010; Ernst & Theimer, 2011). Frick und Kollegen (2004) gehen von drei kognitiven Wissensarten aus, die für ökologisch-nachhaltiges Handeln essentiell sind: System-, Handlungs- und Wirksamkeitswissen, welche bewusst in Bildungsaktionen integriert werden sollten.

Bis heute ist nicht genau untersucht, wie sich Schüler/innen ungleichen Alters hinsichtlich ihrer Naturverbundenheitswerte und Umwelteinstellungen unterscheiden. Es ist ebenfalls unklar, ob Kinder und vorpubertäre Jugendliche durch Umweltbildung in den genannten Aspekten unterschiedlich beeinflusst werden, und ob ein erzielter Effekt über einen längeren Zeitraum nach einer Intervention bestehen bleibt. Eine systematische Integration der drei Umweltwissensarten in ein Umweltbildungsprojekt stellt eine zusätzliche Herausforderung dar, durch die eine Zunahme der spezifischen Umweltwissensarten und deren Konvergenz nachgewiesen werden kann. Aus diesem Grund befasst sich die vorliegende Studie zunächst mit dem Ist-Zustand der Naturverbundenheit und den Umwelteinstellungen von 9 bis 13-Jährigen. Anschließend wird der Effekt eines umfassenden viertägigen Umweltbildungsprogramms auf Naturverbundenheit, Umwelteinstellungen und Umweltwissen untersucht.

Am Schullandheim-Projekt zum Thema „Wasser im Leben - Leben im Wasser“ nahmen rund 200 Schüler/innen teil. Die Naturverbundenheit wurde mit der INS-Skala ermittelt (Inclusion of Nature in Self; Schultz, 2002), die Umwelteinstellungen mit den Subskalen *preservation* und *utilisation* nach dem 2-MEV-Modell (Two Major Environmental Values; z.B. Bogner & Wiseman 2006) und die Wissensarten mit drei neu entwickelten Skalen. Alle Skalen waren in einem Fragebogen eingebettet, welcher als Vor-, Nach- und Behaltenstest eingesetzt wurde. Eine externe Kontrollgruppe, die nicht am Projekt teilnahm, füllte ausschließlich die Fragebögen aus.

Die Ergebnisse zeigen für 9 bis 10-Jährige (Klasse 4) eine stärkere Naturverbundenheit und bessere Umwelteinstellungen als für 11 bis 13-Jährige (Klasse 6). Der Effekt des Umweltbildungsprojekts auf die Naturverbundenheit und Umwelteinstellungen ist bei den jüngeren Schüler/innen größer als bei den älteren.

Beide Altersgruppen zeigen direkt nach der Teilnahme eine größere Naturverbundenheit, die jedoch nur bei den jüngeren Teilnehmer/innen auch über vier Wochen nach dem Projekt bestehen bleibt. Ein ähnliches Bild zeigt sich bezüglich der Umwelteinstellungen: Beide Einstellungen der jüngeren Schüler/innen verbessern sich durch die Programmteilnahme, jedoch bleibt nur *preservation* auch nach dem Projekt verbessert. Im Vergleich dazu zeigt die *preservation*-Einstellung der älteren Schüler/innen nur eine kurzfristige Verbesserung, die *utilisation*-Einstellung wurde nicht beeinflusst. Der Beginn der Pubertät bei den älteren Schüler/innen könnte der Grund für die geringere Naturverbundenheit und die ungünstigeren Umwelteinstellungen sein. Aufgrund ihres Alters streben die vorpubertären Schüler/innen wahrscheinlich bereits nach Unabhängigkeit und erleben emotionale Distanz zu anderen (Parra & Oliva, 2009; Steinberg & Silverberg, 1986) und möglicherweise auch zur Natur. Die neuen Skalen zur Messung der Umweltwissensarten erwiesen sich als reliabel und homogen. Das Umweltwissensniveau und die Wissenskonvergenz der Schüler/innen nehmen durch die Projektteilnahme zu und beide bleiben größtenteils über den Zeitraum von vier Wochen nach dem Projekt erhalten. Wirksamkeitswissen zeigt den geringsten Wissenszuwachs, was durch die hierarchische Abhängigkeit der Umweltwissensarten erklärt werden kann. Zusammenfassend war das viertägige Umweltbildungsprojekt bezüglich Naturverbundenheit, Umwelteinstellungen und Umweltwissen vor allem bei den 9 bis 10-jährigen Schüler/innen erfolgreich. Die Befunde werden abschließend bezüglich ihrer Herausforderungen für die Bildungsforschung und ihrer Konsequenzen für die schulische Umweltbildung beleuchtet.

## C Ausführliche Zusammenfassung

### C.1 Theoretischer Hintergrund

Angesichts der stetig zunehmenden Bedrohung der Natur und der Umwelt durch die Einflüsse des Menschen ist es wichtiger denn je, Bewusstsein für die Auswirkungen unserer Handlungen zu schaffen. Umweltbildung zielt daher verstärkt darauf ab ein solches Bewusstsein herzustellen und so substantiell zum Schutz und Erhalt unserer Lebensgrundlage beizutragen. Für eine gemeinsame Lösung und Vermeidung von Umweltproblemen ist es daher notwendig, **Wissen**, Fähigkeiten und **Einstellungen**, **Motivation** und Engagement gezielt zu fördern (IUCN, UNEP & WWF, 1991; Potter, 2010). Theoretisch abgeleitete und fundiert durchdachte Umweltbildungsprogramme sind dabei das Mittel der Wahl, die genannten Aspekte einzubeziehen und zu verändern. Die vorliegende Arbeit richtet ein besonderes Augenmerk auf die Verbesserung der oben hervorgehobenen Aspekte mittels Umweltbildung und evaluiert konsequent die entsprechende Wirkung auf die teilnehmenden Schüler<sup>1</sup>.

#### Naturverbundenheit

Bildung für eine nachhaltige Entwicklung fällt vor allem in den Verantwortungsbereich von Schulen. Umweltbildungsprojekte müssen dabei neben der Wissensvermittlung im Klassenzimmer, auch die emotional-affektive Ebene des direkten Naturerlebens mit einbeziehen (Milbrath, 1994). Durch positive Begegnung mit der natürlichen Umwelt kann eine persönliche Verbindung mit der Natur entstehen. Analog zu zwischenmenschlichen Beziehungen wird die Beziehung zur Natur gestärkt, indem man viel Zeit in der Natur bzw. zusammen verbringt (Schultz, 2002).

Bereits Bonnett & Elliott (1999) erkannten, dass es kaum ein bedeutsames Thema für die Menschheit gibt, als ihre Beziehung zur natürlichen Umwelt. Die Bedeutsamkeit wird noch klarer, wenn man bedenkt, dass eine tiefe *Naturverbundenheit* stark mit umweltbewusstem Handeln verwoben ist: Sie bildet daher eine grundlegende **Motivation** für den Schutz der Umwelt (Frantz, Mayer, Norton & Rock, 2005; Kaiser, Roczen & Bogner, 2008; Kals, Schumacher & Montada, 1999). Dennoch wurde eine mögliche Veränderung der Naturverbundenheit während der Entwicklung eines Menschen vom Kind zum Erwachsenen noch nicht eingehend untersucht. Eine Studie von Bruni und Schultz (2010) konnte zeigen, dass die Naturverbundenheit von 10 bis 11-Jährigen denen von Umweltaktivisten gleicht, während College-Studenten eine deutlich geringere Naturverbundenheit aufweisen. Die Autoren interpretieren dies als Abnahme an Verbundenheit von der Kindheit zum Erwachsenenalter.

---

<sup>1</sup> Im Folgenden werden Ausdrücke wie „Schüler“ und „Lehrer“ für beide Geschlechter verwendet.

Angenehme und emotional befriedigende Erlebnisse in der Natur können die Naturverbundenheit fördern und stellen damit eine didaktische Möglichkeit dar, die Motivation für Umweltschutz zu stärken (Kaiser et al., 2008). Die notwendige Dauer und Häufigkeit solcher Naturerlebnisse ist nicht vollständig geklärt. Bisher wurde gezeigt, dass ein Eintagesprogramm mit Schülern der sechsten Klasse keine eindeutig positive Wirkung auf die Naturverbundenheit hat (Kossack & Bogner, 2011). Programme mit ausreichender Dauer und Häufigkeit (drei bis vier Tage innerhalb eines Zeitraums von einer Woche bis zu einem Monat) erzielten jedoch eine positive Wirkung auf die Naturverbundenheit (Ernst & Theimer, 2011). Diese Wirkung wurde auch mit Schülern der dritten und vierten Klasse erzielt, jedoch nicht mit älteren Schülern (Klasse 5. bis 6. und Klasse 10. bis 12.), woraus gefolgert werden kann, dass jüngere Schüler besser auf die Förderung der Naturverbundenheit anzusprechen scheinen als ältere.

Die Beziehung zwischen Mensch und Natur kann mit dem Konzept ‚*inclusion with nature*‘ (Schultz, 2002) dargestellt werden, welches die Einbeziehung der Natur in das Selbstkonzept eines Menschen betrachtet. Eine empirische Erfassung der Naturverbundenheit ist dabei besonders einfach, da das dazugehörige Messinstrument prägnant und universell verständlich für junge Schüler ist. Die *Inclusion of Nature in Self*-Skala wurde bereits vielfach psychometrisch validiert (z. B. Brügger, Kaiser & Roczen, 2010) und ermöglicht, die individuell wahrgenommene Verbundenheit mit der natürlichen Umwelt abzubilden.

### Umwelteinstellungen

Umweltbewusstes Handeln bedarf neben einer grundlegenden Motivation auch einer positiven *Umwelteinstellung*. Diese **Einstellung** gegenüber dem Umweltschutz beschreibt die Präferenz einer Person, umweltbezogenen Aktivitäten oder Problemen Bedeutung beizumessen (Schultz, Shriver, Tabanico & Khazian, 2004). Verzichtet eine Person beispielsweise darauf die im Supermarkt angebotenen Plastiktüten zu verwenden, zeigt diese Person ein favorisiertes Umweltschutzverhalten, welches jedoch eher aus ökonomischen Gründen resultiert. Verzichtet eine Person jedoch aus Gründen des Umweltschutzes von sich aus und bewusst auf die Nutzung, steckt dahinter eine positive Umwelteinstellung (Dobson, 2007). Umweltbildung sollte folglich auf eine nachhaltige Einstellungsveränderung abzielen, weg von der (Aus-)Nutzung der Natur hin zum Schutz der Umwelt. Der Erfolg eines Programms hinsichtlich dieser Umwelteinstellungen kann mit dem 2-MEV-Modell erfasst werden (Two Major Environmental Values; Bogner & Wiseman, 1999, 2002, 2006). Es basiert auf den zwei Umwelteinstellungsbereichen *preservation* und *utilisation*<sup>2</sup>. Die Einstellungsdomäne *preservation* wird von einer biozentrischen Präferenz bestimmt, die den Schutz und Erhalt der natürlichen Ressourcen wiedergibt. *Utilisation* hingegen beschreibt eine anthropo-

---

<sup>2</sup> Im Folgenden werden die Begriffe *preservation* und *utilisation* beibehalten, da die deutschen Begriffe die dem 2-MEV-Modell zu Grunde liegende Theorie weniger deutlich erfassen.

zentrische Präferenz, welche die Ausnutzung natürlicher Ressourcen widerspiegelt. Die beiden Einstellungen *preservation* und *utilisation* sind nicht linear, sondern orthogonal in vier Quadranten angeordnet. Die zweidimensionale Struktur des Modells erlaubt also eine Veränderung der einen Einstellung unabhängig von der anderen, und trägt somit der Möglichkeit Rechnung, dass eine Person mit hoher *preservation*-Präferenz nicht unbedingt auch eine geringe *utilisation*-Präferenz hat.

Unabhängige Forschergruppen haben das 2-MEV-Modell bereits getestet und seine psychometrischen Eigenschaften festgestellt: Die Reliabilität und Validität wurden unter diversen Rahmenbedingungen, wie unterschiedliche Sprachen und Altersgruppen, bestätigt (Boeve-de Pauw & van Petegem, 2011; Drissner, Haase & Hille, 2010; Johnson & Manoli, 2011; Milfont & Duckitt, 2004; Munoz, Bogner, Clement & Carvalho, 2009). Forschungsarbeiten, denen dasselbe Messinstrument zu Grunde liegt, können bezüglich ihrer Ergebnisse verglichen werden. So ist in Studien bereits gezeigt worden, dass die Befragten eine Tendenz zeigen, *preservation* zuzustimmen und *utilisation* abzulehnen (z.B. Wiseman, Wilson & Bogner, 2012; Johnson & Manoli, 2011). Die Tendenz befragter amerikanischer Schüler (9 bis 12 Jahre alt) war dabei deutlicher ausgeprägt als bei einer Studie mit deutschen Studenten (durchschnittlich 22 Jahre alt; Johnson & Manoli, 2011; Wiseman et al., 2012). Dies deutet darauf hin, dass Kinder positivere Umwelteinstellungen haben als Erwachsene. Bezüglich des Geschlechts der befragten Personen wurden bei weiblichen Personen meist eine höhere *preservation*-Präferenz und eine geringere *utilisation*-Präferenz festgestellt als bei männlichen Personen (z.B. Bogner & Wiseman, 2006; Wiseman & Bogner, 2003). Andere Studien konnten diese Ergebnisse nur bezüglich der *utilisation*-Präferenz bestätigen und fanden keine geschlechtsspezifischen Unterschiede bei der *preservation*-Präferenz (Oerke & Bogner, 2010; Boeve-de Pauw & van Petegem, 2011).

Die Wirkung von Bildungsprogrammen auf die vom 2-MEV-Modell postulierten Umwelteinstellungen wurde ebenfalls bereits untersucht, wobei deren Erfolg durch verbesserte Umwelteinstellungen bestätigt wurde. Als verbesserte Einstellung werden dabei eine Zunahme der *preservation*-Präferenz und/oder eine Abnahme der *utilisation*-Präferenz verstanden. Einige Programme konnten beide Umwelteinstellungen erfolgreich verbessern (z.B. Bogner, 1998; Bogner & Wiseman, 2004; Johnson & Manoli, 2011), andere wiederum nur *preservation* (z.B. Bogner, 1999) oder *utilisation* (z.B. Drissner et al.; 2010, Bogner, 2002). Interpretiert werden diese unterschiedlichen Ergebnisse vor allem bezüglich der Inhalte der untersuchten Programme, welche sich möglicherweise unterschiedlich auf *preservation* auswirken als auf *utilisation* (z.B. Bogner, 2002; Sellmann & Bogner, 2012b). Neben dem Programminhalt könnte auch das Alter der Schüler oder ihr Geschlecht eine Rolle bei der Effektivität eines Umweltbildungsprogramms spielen.

## Umweltwissen

*Umweltwissen* ist ein weiterer Gesichtspunkt zur individuellen Lösung oder Vermeidung von Umweltproblemen. Nur ein tief greifendes Verständnis kann den schädlichen Einfluss des Menschen vermindern (Hart, 2002; Kaiser et al., 2008). Das **Wissen** darf sich jedoch nicht allein auf reines Faktenwissen beschränken. Es müssen ebenfalls Handlungsoptionen und deren Wirksamkeit zum Schutz der Umwelt vermittelt werden, um Schüler zu befähigen, erfolgreich mit den individuellen Herausforderungen des täglichen Lebens umzugehen (Frick, Kaiser & Wilson, 2004).

Traditionellerweise ist die kognitive Wissensvermittlung ein Hauptanliegen einer schulischen Ausbildung (Kaiser et al., 2008). Der Bildungserfolg kann mit Messinstrumenten ermittelt werden, die es erlauben, die Anzahl richtiger Antworten vor und nach einer Unterrichtseinheit zu erfassen. Meist wird jedoch nur Wissen vermittelt, das zu einem Verständnis von natürlichen Zuständen und Abläufen in Ökosystemen nötig ist. Dieses auf Fakten basierende *Systemwissen* allein reicht jedoch nicht, um umweltbewusstes Verhalten zu bewirken. Den Schülern muss ebenfalls *Handlungswissen* mitgegeben werden, damit ihnen klar wird, was sie selbst gegen Umweltprobleme tun können. Wenn sie über verschiedene Handlungsoptionen verfügen, müssen sie befähigt werden zu entscheiden, welche Option schlussendlich am ökologisch-nachhaltigsten und selbsttätig durchführbar ist (*Wirksamkeitswissen*; Frick et al., 2004).

Viele Studien haben bereits gezeigt, dass mit Hilfe von Umweltbildung Umweltwissen effektiv vermittelt werden kann (z.B. Bogner, 1998; Fančovičová & Prokop, 2011; Randler, Ilg & Kern, 2005; Sellmann & Bogner, 2012a). Die Wissenszunahme ist meist nachhaltig, es muss lediglich mit einem geringen Wissensverlust gerechnet werden. Die bisher veröffentlichten Studien haben ihre Bildungsprogramme nicht auf Basis der drei Umweltwissensarten konzipiert, jedoch bereits Methoden wie beispielsweise Stationenlernen verwendet, die es erlauben würden auf alle Umweltwissensarten einzugehen (z.B. Sellmann & Bogner, 2012a). Systemwissen, Handlungswissen und Wirksamkeitswissen sind am besten anhand authentischer Situationen und wirklichkeitsnaher Probleme zu vermitteln (Frick et al., 2004). Dadurch werden Möglichkeiten zur sozialen Interaktion und Raum für Reflexion und Diskussion des erworbenen Wissens geschaffen.

Zur Überprüfung einer erfolgreichen Vermittlung von kognitivem Umweltwissen bedarf es eines programmspezifischen Messinstruments, welches jeweils eine Skala für jede Umweltwissensart enthält. Die Qualität der Skalen sollte unter anderem bezüglich ihrer Reliabilität, der Personenfähigkeiten und Itemschwierigkeiten überprüft werden, um sicherzustellen, dass die Studienergebnisse verlässlich sind. Erfolgreicher Unterricht kann dann auf zwei unterschiedliche Arten und Weisen nachgewiesen werden. Bisherige Studien zur Evaluation von Umweltbildungseinheiten haben nur dargestellt, dass nach dem Unterricht ein anhaltend



erhöhtes Wissensniveau vorhanden war. Die zweite Möglichkeit eröffnet sich durch die Differenzierung in die drei Umweltwissensarten: Sie erlaubt die Zunahme an Wissensintegration zu ermitteln. Bildungserfolg wäre dann gegeben, wenn sich die Konvergenz zwischen den drei Umweltwissensarten vergrößert, sie sich also ineinander integrieren. Daraus folgend wird davon ausgegangen, dass die Umweltwissensarten von Experten sich nicht mehr voneinander unterscheiden lassen (Frick et al., 2004).

### **C.2 Fragestellungen und Ziele der Arbeit**

Die vorliegende Arbeit basiert auf einem Umweltbildungsprojekt, das darauf abzielt Naturverbundenheit, Umwelteinstellungen und Umweltwissen zu fördern. Als Themenkomplex wurde ‚Wasser‘ gewählt, da er im bayerischen Lehrplan für die vierte Klasse Grundschule (Heimat- und Sachunterricht) und die sechste Klasse Hauptschule (Physik, Biologie, Chemie) vorkommt.

#### **Teilstudie A: Naturverbundenheit fördern**

In der ersten Studie zur Naturverbundenheit werden die Teilnehmer in die Altersgruppen 9 bis 10 (Klasse 4) und 11 bis 13 (Klasse 6) aufgeteilt, um zu überprüfen, ob die von Bruni und Schutz (2010) angenommene Abnahme an Naturverbundenheit im Laufe des Lebens auch von der Kindheit zur Präadoleszenz stattfindet. Zudem soll ein Vergleich zwischen gleichaltrigen Schülern mit unterschiedlichem Bildungsniveau (Hauptschüler und Gymnasiasten) gezogen werden. Das Hauptaugenmerk der Teilstudie liegt jedoch auf dem Effekt des viertägigen Umweltbildungsprojekts auf die Naturverbundenheit der Schüler. Wir erwarten eine kurzfristige und nachhaltige Vergrößerung der Verbundenheit aufgrund von Programminhalt und -länge. Die Zunahme sollte sich jedoch zwischen den beiden Altersgruppen unterscheiden.

Die konkreten Fragestellungen der Teilstudie A lauten:

1. Weisen jüngere Schüler eine höhere Naturverbundenheit auf als ältere Schüler?
2. Unterscheidet sich die Naturverbundenheit von Schülern mit unterschiedlichem Bildungsniveau?
3. Zeigen beide Altersgruppen eine Zunahme an Naturverbundenheit durch die Teilnahme an einem viertägigen Umweltbildungsprojekt?
4. Ist die mögliche Zunahme an Naturverbundenheit stabil und damit über das Projekt hinaus nachhaltig?

### **Teilstudie B: Positive Umwelteinstellungen verstärken**

In der zweiten Studie zu Umwelteinstellungen wird zunächst überprüft, ob die orthogonale Struktur des 2-MEV-Modells bezüglich *preservation* und *utilisation* auch mit unseren sehr jungen Teilnehmern bestätigt werden kann. Die Aufteilung in die zwei Altersgruppen wird (wie in Teilstudie A) beibehalten, um mögliche Unterschiede zwischen den Schülern zu ermitteln, was diese Teilstudie von bisherigen Studien unterscheidet. Zwischen Jungen und Mädchen wurden häufig Unterschiede in den Umwelteinstellungen gefunden. Auch in der vorliegenden Studie wird deshalb erwartet, dass die Umwelteinstellungen von Jungen und Mädchen differieren. Es ist ebenfalls anzunehmen, dass sich die Altersgruppen und Geschlechter bezüglich des Umweltbildungsprojekts ungleich zugänglich zeigen und somit eine unterschiedliche Wirkung nachgewiesen werden kann.

Die konkreten Fragestellungen der Teilstudie B lauten:

1. Kann mit entsprechenden Daten von 9 bis 13-jährigen Schülern die orthogonale Struktur des 2-MEV-Modells bestätigt werden?
2. Unterscheiden sich die Umwelteinstellungen von Schülern unterschiedlichen Alters und Geschlechts?
3. Haben Alter und Geschlecht einen Effekt auf die kurzfristige und nachhaltige Veränderung von Umwelteinstellungen durch die Teilnahme an einem viertägigen Umweltbildungsprojekt?

### **Teilstudie C: Drei Umweltwissensarten effizient messen und fördern**

Die dritte Studie befasst sich mit den drei Umweltwissensarten Systemwissen, Handlungswissen und Wirksamkeitswissen und deren Förderung durch das Umweltbildungsprojekt. In einem ersten Schritt soll die Reliabilität und Homogenität der neu entwickelten Umweltwissensskalen via Rasch-Analyse bestätigt werden. Erwartet wird, dass der Erfolg des Umweltbildungsprojekts auf konventionelle Weise als kurzfristige und nachhaltige Zunahme des Wissensniveaus aller Umweltwissensarten gezeigt werden kann. Zusätzlich wird angenommen, dass Bildungserfolg auch als Zunahme der Wissenskonvergenz zwischen den Wissensarten zu beweisen sein müsste.

Die konkreten Fragestellungen der Teilstudie C lauten:

1. Sind die neuen programmspezifischen Umweltwissensskalen psychometrisch reliabel und homogen?
2. Nehmen alle Umweltwissensarten durch die Teilnahme am Umweltbildungsprogramm bezüglich ihres Niveaus kurzfristig und nachhaltig zu?
3. Führt die Teilnahme am Umweltbildungsprogramm zu einem Anstieg der Konvergenz zwischen den Umweltwissensarten?

### **C.3 Methoden**

#### **Studiendesign und Teilnehmer**

Die vorliegende empirische Studie wurde mit Schülern der vierten (9 bis 10 Jahre alt) und sechsten Jahrgangsstufe (11 bis 13 Jahre alt; Hauptschule) in einem quasi-experimentellen Design durchgeführt. Insgesamt elf Klassen nahmen an einem viertägigen Umweltbildungsprogramm in einem Schullandheim teil. Die Datenerhebung erfolgte mit Fragebögen (*paper-and-pencil*). Zwei Wochen vor der Teilnahme am Projekt fand eine erste Befragung im Klassenzimmer (T0) statt, um die Ausgangswerte der Schülerinnen und Schüler empirisch zu erfassen. Direkt im Anschluss an die Projektwoche folgte im Schullandheim ein Nachtest (T1) und vier bis sechs Wochen danach ein Retentionstest (T2), um nachhaltige Veränderungen zu erfassen. Alle drei Fragebögen eines Schülers wurden von den Schülern mit ihrem eigenen streng vertraulichen Code versehen, um die Fragebögen einander zuordnen zu können. Zwei vierte und zwei sechste Klassen bildeten eine externe Kontrollgruppe, welche nicht am Programm teilnahm. Diese Kontrolle erlaubt den Ausschluss von „Lerneffekten“ durch das reine Ausfüllen der Fragebögen und beweist, dass der gefundene Effekt auf die Teilnehmer vom Programm herrührt.

Auf Grund fehlender Fragebögen (z.B. durch Krankheit am Testzeitpunkt) und fehlender Antworten zu Fragen (weniger als 80% Antworten pro Instrument im Fragebogen) wurden verschiedene Schüler von den Auswertungen ausgeschlossen, was insgesamt zur Reduktion der Nettostichprobengröße führte und zu leicht variierenden Stichprobengrößen innerhalb der Teilstudien. In der Regel flossen Daten von 264 Schülern, darunter ca. 190 von Teilnehmern und 74 von der Kontrollgruppe in die Auswertung ein. Die Daten der Teilstudien A und B wurden jeweils unterteilt in Viertklässler mit insgesamt ca. 136 Teilnehmern und Sechstklässler mit insgesamt 55 Teilnehmern. Teilstudie C erfuhr keine solche Unterteilung und die Kontrollgruppe umfasste 38 Schüler. Das Durchschnittsalter der Studienteilnehmer war  $10,4 \pm 1,1$  Jahre (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung). Die jüngeren Schüler waren durchschnittlich  $9,8 \pm 0,5$ , die älteren  $11,9 \pm 0,5$  Jahre alt. Die Geschlechterverteilung war annähernd ausgeglichen, mit durchschnittlich 47,4% Viertklass-Mädchen und 43,6% Sechstklass-Mädchen.

#### **Erhebungsinstrumente und Datenauswertung**

Die Genehmigung der Datenerhebung mittels Fragebögen im Schulbereich erfolgte durch das Bayerische Staatsministerium für Unterricht und Kultus (III.4-5 O 4106/167). Für die Teilarbeiten A bis C wurden drei verschiedene Messinstrumente mit insgesamt 38 Items aus dem Fragebogen verwendet. Je nach Testzeitpunkt enthielt dieser bis zu 14 weitere Fragen, die nicht im Rahmen dieser Arbeit ausgewertet wurden.

**Teilarbeit A** basiert auf der INS-Skala zur Erfassung der *Naturverbundenheit* (Inclusion of Nature in Self; Schultz, 2002). Die Skala erfragt mittels eines einzigen Items direkt die Beziehung zwischen Befragtem (Self) und der Natur. Das graphische Item besteht aus sieben Kreispaaen, die jeweils mit „Ich“ und „Natur“ benannt sind. Die Kreise unterscheiden sich im Ausmaß ihrer Überlappung, von vollständiger Überlappung, was eine völlige Verbundenheit mit der Natur widerspiegelt, bis hin zu fehlender Überlappung, was Getrenntsein von der Natur widerspiegelt (siehe F Anhang). Zunächst wurden die von den Schülern angekreuzten INS-Ausgangswerte (T0) zwischen den 9 bis 10 und den 11 bis 13-jährigen Schülern verglichen, wobei die älteren Schüler nochmals in Hauptschüler und Gymnasiasten unterteilt wurden. Für die Wirkung des Programms auf die jüngeren und die älteren Schüler (nur Hauptschule<sup>3</sup>) wurden die drei INS-Werte der Testzeitpunkte untereinander verglichen.

Zur Erfassung von *Umwelteinstellungen* wurde in **Teilarbeit B** die Skala des 2-MEV-Modells verwendet (Two Major Environmental Values; v.a. Bogner & Wiseman, 1999, 2006). Die Skala erfasst die zwei unabhängigen Einstellungen Umweltschutz (*preservation*) und Umwelt(aus)nutzung (*utilisation*) über jeweils zehn Aussageitems in einem fünfstufigen Likert-Format mit 1 (*völlig falsch*) bis 5 (*völlig richtig*) bewertet werden (siehe F Anhang). Schüler mit einer positiven Umwelteinrichtung würden tendenziell den *preservation*-Items zustimmen und die *utilisation*-Items ablehnen. Die ursprünglichen 20 Aussagen der Skala wurden um vier Items reduziert. Es wurden diejenigen Items herausgelassen, welche für Viertklässler am schwierigsten zu erfassen waren, um die geistige Anstrengung der Schüler beim Ausfüllen der Fragebögen möglichst gering zu halten. Um die zweidimensionale Struktur des Modells zu bestätigen, wurde eine konfirmatorische Faktorenanalyse (Hauptachsenanalyse mit schiefwinkliger Rotation, direkt oblimin) gewählt und eine bivariate Korrelation durchgeführt. Die Summenmittelwerte der Schüler für *preservation* und *utilisation* dienten als Grundlage für die Berechnung der Einstellungsausgangswerte (T0) und ihrer Veränderung auf Grund der Projektteilnahme. Es wurden jeweils die Unterschiede zwischen Alter und Geschlecht ermittelt.

Die Wirkung des Umweltbildungsprojektes auf das *Umweltwissen* ist in **Teilstudie C** dargestellt. Das Umweltwissen wurde mit jeweils einer Skala für *Systemwissen*, *Handlungswissen* und *Wirksamkeitswissen* erfasst. Für die Skalen wurden Multiple-Choice-Fragen mit je vier Antwortmöglichkeiten entwickelt, von denen jeweils nur eine Antwort korrekt war. Die Antworten der Schüler wurden mit 1 (*richtige Antwort*) und 0 (*falsche Antwort*) codiert. Mit dem Rasch-Modell für dichotome Items wurden die Skalen kalibriert, um deren Qualität zu erfassen (Rasch, 1980). Das Rasch-Modell ist ein probabilistisches Modell, welches die Wahrscheinlichkeit einer richtigen Antwort als Funktion aus Itemschwierigkeit und

---

<sup>3</sup> Am Umweltbildungsprojekt nahmen nur die Hauptschüler der sechsten Klasse teil, da das Projektniveau nicht für Gymnasiasten ausgerichtet war.

Personenfähigkeit beschreibt (siehe auch Adams & Khoo, 1993; Bond & Fox, 2007). Anstelle der üblicherweise genutzten Summenmittelwerte wurden die aussagekräftigeren Rasch-Personenschätzer (Einheit: Logits) als Input-Werte für die Folgeberechnungen genutzt. Die Zunahme des Wissens als Maßstab des Bildungserfolgs wurde zunächst konventionell, wie in vorherigen Veröffentlichungen, als *Wissensniveau* bestimmt, d.h. als Zunahme richtiger Antworten bedingt durch eine Programmteilnahme. Mittels Mixed-Design-ANOVA wurde der dreidimensionale Effekt zwischen Gruppe (Kontrolle und Teilnehmer), Testzeitpunkt (T0 bis T2) und Umweltwissensart ermittelt und signifikante Unterschiede post-hoc mit *t*-Tests näher betrachtet. Erstmals in der Fachwelt wurde in dieser Teilstudie neben der Veränderung des Wissensniveaus durch ein Programm auch die *Wissenskonvergenz* der drei Umweltwissensarten als Effekt des Programms ermittelt. Bildungserfolg ist insbesondere auch dann gegeben, wenn durch Unterricht eine Integration von Wissen stattfindet. Diese kann durch eine Veränderung in der Korrelation der Wissensarten untereinander festgestellt werden.

### **Umweltbildungsprogramm**

Alle empirischen Studien dieser Gesamtarbeit basieren auf einem viertägigen Umweltbildungsprogramm zum Thema „Wasser im Leben, Leben im Wasser“, welches im Frühjahr und Sommer 2010 am Schullandheim Weißenstadt (Wasserschule Oberfranken) stattfand. Die Durchführung folgte stets durch die gleichen Betreuerinnen und nach dem gleichen Wochenplan (Abbildung 1), um zu gewährleisten, dass Ort, Betreuer und Programmstruktur konsistent blieben.

Das umfangreiche Programm war vom Inhalt und Anspruchsniveau an den bayerischen Lehrplan der vierten und sechsten Klasse (Hauptschule) angepasst. Die Autorin hat das Projekt dafür in Eigenregie konzipiert und auch selbstständig durchgeführt. Die Schüler wurden insgesamt über ca. 24 Stunden angeleitet, verteilt auf vier Tage. Die verschiedenen Programmteile (Module) fanden im Haus oder im Freien statt. Module unterschieden sich in ihrer geistig-kognitiven und emotional-affektiven Orientierung, in den Inhalten und den angewandten Methoden. Diese unterschiedlichen Ausrichtungen sind relevant, um alle angestrebten Veränderungen bezüglich Naturverbundenheit, Umwelteinstellungen und Umweltwissen mit einem Programm zu erzielen.

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
		Frühstück	Frühstück	Frühstück	Frühstück
Vor- mittag	ANREISE	Stationenlernen: Der Blaue Planet	Stationenlernen: Leben im Wasser	Auswertung des Gruppenpuzzles	ABREISE
	Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen	
Nach- mittag	Begrüßung	Bach erleben	Wasserrallye: Wasser Welt Weit	Nachtest	
	Beobachtungsgang zum See				
	Abendessen	Abendessen	Abendessen	Abendessen	
Abend		Einführung Gruppenpuzzle: Wasser und Ich			
		Nachwanderung (optional)	Nachwanderung (optional)		im Haus im Freien

**Abbildung 1: Wochenplan des Umweltbildungsprogramms „Wasser im Leben – Leben im Wasser“.**

Zunächst werden die Module näher beschrieben, die im Freien stattfanden, um ein direktes Naturerleben zu ermöglichen. Sie waren stärker emotional-affektiv ausgelegt und zielten darauf ab die Naturverbundenheit zu stärken und eine positive Umwelteinstellung zu forcieren.

**Beobachtungsgang zum See.** Die Woche im Schullandheim begann mit einer kurzen Wanderung und sollte den Schülern zunächst Orientierung in ihrer neuen Umgebung verschaffen. Jede Klasse wurde hierfür in drei bis vier Gruppen unterteilt, die jeweils von einem Lehrer bzw. der Betreuerin begleitet wurden. Jeder Lehrer hatte einen Plan, auf dem jeweils der Weg ihrer Gruppe eingezeichnet war. Die Schüler hingegen bekamen nur einen Kompass und eine Beschreibung ihres individuellen Wegs zum Weißenstädter See. Nach einer Einführung zum Gebrauch des Kompasses suchten die Schülergruppen selbstständig ihren Weg zum See. Dort angelangt führten die Schüler zunächst von einer Badewiese aus Suchaufträge durch, wie zum Beispiel „Findet etwas, das auf dem Wasser schwimmt“. Danach durften sich die Schüler die Schuhe ausziehen und die Schülergruppen wurden von einem Lehrer oder der Betreuerin barfuß mit geschlossenen Augen über die Wiese und im flachen Bereich durch den See geführt, wobei sie sich jeweils an den Schultern des Vordermanns festhielten. Dies

diente dazu mit der Natur näher in Kontakt zu treten und dabei seltener benutzte Sinne anzusprechen. Auf einem Steg wurden die Schüler aufgefordert Luft- und Wassertemperatur zu schätzen und sie anschließend zu messen. Als Überleitung zur pH-Wert-Messung wurden die Schüler außerdem gefragt, welche Eigenschaften von Wasser sie noch kennen. Da der pH-Wert für junge Schüler etwas sehr Abstraktes und schwer Vorstellbares ist, wurde ihnen die Möglichkeit gegeben, etwas Saures und etwas Basisches zu „schmecken“. Dafür wurden Einmalwatte- stäbchen getränkt mit Zitronensäure oder Backpulver herausgegeben. Anhand der pH-Skala wurde den Schülern gezeigt, welchen pH-Wert die beiden Stoffe haben. Anschließend durften die Schüler mit pH-Messstäbchen den pH-Wert des Seewassers ermitteln. Die Temperatur- und pH-Wert-Messungen wurden auch im Modul „Bach erleben“ wiederholt, die Werte verglichen und gemeinsam mit den Schülern eine Erklärung der Unterschiede hergeleitet.

**Bach erleben.** Eine halbstündige Wanderung führt vom Schullandheim zu einer Wiese in einer Waldlichtung, durch die ein schmaler, flacher Bach fließt. Dort angekommen, sollten die Schüler sich mit Sitzmatten auf der Wiese verteilen und dabei möglichst viel Abstand zum Nebenmann lassen. Die Schüler probierten aus, wie es sich anfühlt, 10 Minuten alleine, schweigend und nahezu unbewegt die Natur mit allen Sinnen wahrzunehmen. Danach berichteten die Schüler von ihren Erlebnissen. Nach dieser Ruhephase folgte die Entdeckung von Lebewesen im Bach. Dazu wurde den Schülern eine Einführung im Umgang mit empfindlichen Wasserlebewesen gegeben und anschließend das Equipment und die Fangmethoden vorgestellt. In Kleingruppen durften die Schüler Tiere fangen und mit Hilfe von Tafeln und Büchern bestimmen. Dabei wurde auch auf die biologische Gewässergütebestimmung eingegangen. Da der Bach jedoch mit pH 4 sehr sauer ist, wurde darauf verzichtet, detailliert den Saprobienindex zu ermitteln und somit stand das Erleben der Natur im Vordergrund.

**Nachtwanderung.** Die Nachtwanderung war ein optionaler Teil des Wochenprogramms und fand außerhalb des eigentlichen Themas Wasser statt. Die Schüler wurden eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang bis zur völligen Dunkelheit schweigend (soweit möglich) und ohne Taschenlampe durch den Wald geführt. Es wurde ein Versuch zur Farberkennung in der Nacht durchgeführt. In Zweiergruppen, verteilt entlang eines Weges, lauschten die Schüler zehn Minuten der Stille der Nacht. Mutige durften eine Strecke von 100 Metern alleine durch den Wald zurücklegen.

Das Umweltbildungsprojekt legte neben dem affektiven Naturerleben einen Schwerpunkt auf situiertes Lernen (Lave & Wenger, 1991). Hierbei wird der Lernende in seinem sozialen Kontext betrachtet und Unterricht mittels interaktiver Gruppenarbeit mit Nutzung geeigneter Hilfsmittel favorisiert. Geeignetes didaktisches Material bindet Themen aus dem Alltag und der Erfahrungswelt der Schüler

ein. Die auf die Zusammenarbeit der Schüler ausgerichteten und genutzten Methoden waren das *Stationenlernen* (Gerstner & Bogner, 2010; Schaal & Bogner, 2005; Sturm & Bogner, 2008) und das *Gruppenpuzzle* (Aronson, 1978). Die Module waren hauptsächlich kognitiv orientiert, um Wissen zu vermitteln und gleichzeitig Umwelteinstellungen zu verbessern.

Stationenlernen ist ein Unterrichtsansatz, der soziale, praktische und fachliche Kompetenzen verbessert und den Wissenserwerb unterstützt (Lord, 2001). Die Schüler arbeiten hierbei in kleinen Gruppen zusammen und durchlaufen selbstständig vorgegebene Stationen zu unterschiedlichen Themen. Die Vorgehensweise wurde den Schülern anhand eines Plakats vermittelt. Für Fragen der Schüler standen die Lehrer und Betreuerin während des Stationenlernens zur Verfügung. Die Lösungen zu den Stationen trugen die Schüler in ihr persönliches Forscherheft ein. Zum Abschluss fand stets eine kurze Nachbesprechung statt. Die folgenden drei Module basieren auf der Methode Stationenlernen:

**Stationenlernen „Der Blaue Planet“.** Dieser Programmteil zielt auf die Vermittlung von physikalischen Eigenschaften des Wassers ab und beschäftigt sich mit dem Wasservorkommen. In vier Pflicht- und vier Zusatzstationen wurden die folgenden zwei Themengebiete abgedeckt: Aggregatzustände, Oberflächenspannung, Dichteanomalie, Wasserteilchen *und* Wasserkreislauf, Wasservorkommen auf der Erde, Wasser im Weltall, Wasser im Körper. Die jeweils ersten beiden genannten Unterthemen bildeten jeweils Pflichtstationen, welche mehrfach aufgebaut waren. Die Zusatzstationen waren fakultativ und durften von den Gruppen durchgeführt werden, die schneller waren, als die anderen. Die Schüler bearbeiteten die Stationen in Zweier- oder Dreiergruppen und in selbst gewählter Reihenfolge und wechselten dann zur nächsten selbst gewählten bzw. freien Station. Alle Arbeitsblätter einer Station waren durch einen gleichen Titel und Buchstaben gekennzeichnet. Es gab jedes Mal eine Anleitung (im Querformat, zur schnelleren Erfassung), ein Infoblatt und Zusatzmaterial für die Aufgabe der jeweiligen Station. Die Anleitung erläuterte das Vorgehen bei der Bearbeitung der Aufgaben und das Infoblatt enthielt die dafür relevanten Auskünfte. Das Zusatzmaterial unterschied sich entsprechend der jeweiligen Stationen: Zu den Aggregatzuständen, der Oberflächenspannung und der Dichteanomalie gab es einfache Experimente; das Thema Wasserkreislauf wurde künstlerisch bearbeitet, Wasser im Weltall spielerisch mit einem Domino; Wasservorkommen auf der Erde wurde am Computer mit einer PowerPoint-Präsentation veranschaulicht, Wasser im Körper und Wasserteilchen hatten einen mathematischen Hintergrund. Die Lösungen zu den Stationen trug jeder Schüler in sein Forscherheft ein, welches jeweils eine Seite pro Station enthielt, inklusive eines Plans, der den Schülern die Übersicht über die bereits durchgeführten und noch anstehenden Stationen geben sollte. Die Arbeitszeit pro Station betrug maximal 20 Minuten. Die Spezialistenaufgabe stellte die letzte Frage jeder Station dar und konnte freiwillig bearbeitet



werden. Ein Lösungsheft wurde zur selbstständigen Überprüfung der Ergebnisse bereitgestellt und von der Betreuerin ausgegeben.

**Stationenlernen „Leben im Wasser“.** Die Inhalte dieses Stationenlernens umfassten: Amphibienarten, Metamorphose, Amphibienschutz, Mikroskopieren, Froschrufe, Bionik, Nahrungsnetz, Wasserpflanzen und Atmung im Wasser. Davon waren die ersten fünf genannten Themen verpflichtend und die letzten vier fakultativ. Die Forscheranleitung und das Infoblatt einer Station glichen sich in ihrer Farbe, ihrem Titel und Titelbild und ermöglichten eine schnelle Zuordnung. Die Durchführung des Stationenlernens erfolgte genauso wie im Modul „Der Blaue Planet“ und die Materialien waren ebenso dargeboten (siehe oben). Zu den einzelnen Stationen gab es folgendes Zusatzmaterial: Übersichtsplakat zu den Amphibienarten und Amphibienkarten mit Gefährdungsstatus, Puzzle zur Amphibienentwicklung, Quizkarten zum Amphibienschutz, Mikroskop und Köcher von Köcherfliegen, CD-Spieler mit Kopfhörern für Froschrufe, Memory zur Bionik, Vorlage für Zeichnung zum Nahrungsnetz.

**Wasserrallye „WasserWeltWeit“.** Die Wasserrallye wurde im Rahmen einer Zulassungsarbeit konzipiert, die ich selbst mitbetreut habe. Zur Motivation der Schüler wurde das Stationenlernen abgewandelt und ein Wettbewerbscharakter eingebaut. Die Themen der 19 kurzen Stationen umfassten zwei allgemeinen Stationen zum Umgang mit Wasser zu Hause und dem Begriff Nachhaltigkeit, zwei Stationen zum Klimawandel und dessen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt der Erde, vier Stationen zum Thema virtuelles Wasser, drei Stationen zum Thema Wassernutzung und -verfügbarkeit weltweit, vier Stationen zum Trinkwasser und vier zum Abwasser. Es gab fünf mögliche Startstationen (Station 1, 5, 9, 12 und 16), die gleichzeitig auch Anfangsstationen zu den Themenblöcken darstellten. Die Stationen selbst waren durchnummeriert und wurden im Außenbereich des Schullandheims in einem großen Kreis um das Fußballfeld aufgehängt und mussten im Uhrzeigersinn bearbeitet werden. Es wurden fünf Schülergruppen gebildet, die je nach Klassengröße drei bis sechs Schüler umfassten. Alle Stationen mussten von einer Gruppe gemeinschaftlich in möglichst geringer Zeit durchgeführt werden. Jede Station bestand aus einem Blatt mit Informationstext und Aufgabenstellung. Die Lösung zu den Stationen wurde im Rallyebogen notiert. Durch eine schnelle Bearbeitung konnten die Gruppen Extrapunkte sammeln. Die Rallye dauerte zwischen 60 und 100 Minuten. Die Lösungen der Schüler wurden im Anschluss von der Betreuerin auf Richtigkeit überprüft, um die Gewinnergruppe zu ermitteln.

Das Gruppenpuzzle ist eine spezielle Art der Gruppenarbeit, die erstmals von Aronson (1978) beschrieben wurde. Es handelt sich um eine kooperative Lerntechnik, die die Zusammenarbeit von Schülern fördert. Sie beinhaltet, dass

Gleichaltrige sich gegenseitig Lehren und lernen einander zuzuhören, wodurch Engagement und die Motivation der Schüler erhöht wird.

**Gruppenpuzzle „Wasser und Ich“.** Unter dem Thema ‚Wasser und Ich‘ wurde die persönliche Wassernutzung thematisiert. Zur Erklärung der Unterrichtsmethode wurde ein Poster benutzt, welches in der Vorbesprechung beschrieben wurde. Zunächst wurden die Schüler in gleich große Basisgruppen unterteilt und die Gruppenmitglieder auf dem Poster notiert. Den Schülern wurden dann verschiedene Themen vorgestellt, aus denen jedes Mitglied einer Basisgruppe ein anderes Thema gewählt hat. Es standen sechs Fragen zur Auswahl: Wo verbrauchen wir wie viel Wasser? Wo und wie viel Wasser können wir sparen? Wobei und womit verschmutzen wir unser Wasser? Wie können wir Wasserverschmutzung verringern? Wie viel Wasser ist in unserer Nahrung versteckt? Wie können wir virtuelles Wasser sparen? Die Schüler aus den unterschiedlichen Basisgruppen, die das gleiche Thema gewählt hatten, wurden wiederum auf dem Poster notiert und formten eine Expertengruppe. Zwischen Dienstagabend und Donnerstagnachmittag hatten die Experten die Aufgabe, sich gemeinsam zum gewählten Thema fortzubilden, darüber zu diskutieren und sich zu überlegen, wie sie das Thema den anderen erklären können. Donnerstagnachmittag kamen dann wiederum die Basisgruppen zusammen, die nun aus verschiedenen Experten bestanden. Die Experten wurden nacheinander aktiv und brachten ihren Basisgruppenmitgliedern bei, was sie herausgefunden hatten. Um das Gelernte zu festigen, füllte jeder Schüler sein persönliches Heft zum Thema ‚Wasser und Ich‘ aus.

### **C.4 Ergebnisse und Diskussion**

Die vorliegende Gesamtarbeit beleuchtet die Wirkung eines Umweltbildungsprojektes aus verschiedenen umweltschutzrelevanten Blickwinkeln. Die **Teilstudien A und B**, zu Naturverbundenheit und Umwelteinstellungen, werden gemeinsam betrachtet, da hier jeweils zwischen jüngeren und älteren Schülern differenziert wurde und die Ergebnisse zu ähnlichen Diskussionspunkten veranlassen. Die Ergebnisse der **Teilstudie C** über Umweltwissen werden einzeln präsentiert und diskutiert, da sie unabhängig der Altersklassen gelten. Abschließend werden die Ergebnisse vor ihrem Gesamtkontext betrachtet und in einem Fazit für den Schulbereich (Lehrende bis hin zu bildungspolitischen Entscheidungsträgern) und die Forschung im Bereich Umweltbildung zusammengefasst.

Die **Teilstudie A** beschäftigt sich mit der Naturverbundenheit, welche für umweltbewusstes Handeln motiviert. Die INS-Ausgangswerte (Inclusion of Nature in Self; Vortest) zeigen, dass die jüngeren Schüler (9 bis 10 Jahre) stärkere Verbundenheitswerte aufweisen, als die älteren Gymnasiasten und Hauptschüler (11 bis 13 Jahre). Zwischen den beiden Schularten zeigen sich wiederum die Gymnasiasten stärker naturverbunden als die Hauptschüler. Die Ausgangswerte der Umwelteinstellungen *preservation* und *utilisation* in **Teilstudie B** offenbaren ähnliche Resultate. Bei beiden Umwelteinstellungen zeigen die jüngeren Schüler positivere Werte als die Älteren (nur Hauptschüler), wobei als positiv stets die Zunahme der *preservation*-Präferenz und die Abnahme der *utilisation*-Präferenz gewertet wird. Die Zweidimensionalität des 2-MEV-Modells (Two Major Environmental Values) kann erneut bestätigt werden.

Zunächst sollen die Ausgangswerte (T0) bezüglich der Naturverbundenheit und Umwelteinstellungen zwischen den Gruppen verglichen werden. Allen voran scheint das Alter ein Faktor mit starkem Effekt zu sein. Die jüngeren Schüler sind in ihrer Entwicklung noch eindeutig der Kindheit zuzuordnen, während die Älteren schon auf die Vorpubertät zugehen bzw. sich darin befinden. Diese vorpubertäre Phase beinhaltet eine starke Veränderung der sozialen Beziehungen hin zu mehr Selbständigkeit und emotionaler Distanz von Eltern und beispielsweise auch Lehrern (Parra & Oliva, 2009; Steinberg & Silverberg, 1986). Die älteren Schüler streben daher möglicherweise nach mehr Unabhängigkeit, was dazu führen könnte, dass die Verbundenheit mit der Natur nachlässt. Dieses Individualisierungsstreben kann erklären, warum weniger positive Umwelteinstellungen vorhanden sind. Soziale Erwünschtheit ist ebenfalls ein Faktor, der einen Effekt auf die Ergebnisse haben könnte. Er wurde bereits im Zusammenhang mit Umwelteinstellungen betrachtet (Boehnke, Silbereisen, Reynolds & Richmond, 1986; Oerke & Bogner, 2011) und es wurde gezeigt, dass nur die *preservation*-Einstellung durch soziale Erwünschtheit beeinflusst wird, nicht jedoch die *utilisation*-Einstellung. Außerdem waren die Werte jüngerer Schüler dabei stärker

durch sozial akzeptierte Antworten geprägt. Neben der Einstellung *preservation* sind wahrscheinlich auch die ermittelten Werte für die Naturverbundenheit der 9 bis 10-Jährigen stärker durch soziale Erwünschtheit geprägt als die der 11 bis 13-jährigen Schüler.

Neben dem Alter als Einflussfaktor ist es naheliegend, den erfassten Unterschied zwischen Hauptschülern und Gymnasiasten bezüglich ihrer Naturverbundenheit vor ihrem Bildungsniveau bzw. sozialem Hintergrund zu betrachten. Zunächst scheint eine höhere Schulleistung mit einer stärkeren Naturverbundenheit zusammen zu hängen. Bezüglich Umwelteinstellungen wurde bereits belegt, dass das Bildungsniveau fast vollständig deren Unterschiede erklärt (Buttel, 1979). Somit scheinen Menschen mit einem niedrigeren Bildungsniveau weniger Bewusstsein für Umweltprobleme zu besitzen. Dies kann hauptsächlich auf zwei Gründe zurückgeführt werden: Erstens sind die kognitiven Fähigkeiten von Gymnasiasten in der Regel stärker ausgeprägt, was sie vielleicht offener für die Belange anderer macht und sie den Wert der Natur mit einem weiteren Blickwinkel betrachten lässt (Hirsh, 2010). Zweitens sind die sozioökonomischen Hintergründe zu betrachten. Auf Grund eines besser gestellten Elternhauses könnten Gymnasiasten öfter an Outdoor-Aktivitäten teilnehmen (Kantomaa, Tammelin, Näyhä & Taanila, 2007), was die Naturverbundenheit nachhaltig prägen könnte. Es wäre folglich wichtig, jüngeren und auch leistungsschwächeren Schülern leichter ein direktes Naturerleben zu ermöglichen.

Nach den Überlegungen zu den Ausgangswerten (T0) von Umwelteinstellungen und Naturverbundenheit soll nun der Effekt des Umweltbildungsprojekts auf die jüngeren und älteren Schüler beleuchtet werden. **Teilstudie A** zeigt einen Gesamtanstieg der Naturverbundenheit durch das Projekt, welcher bei den jüngeren Schülern größer ist als bei den älteren. Eine nachhaltige Zunahme der Verbundenheit, die vier bis sechs Wochen nach dem Projekt andauert, ist nur bei den jüngeren Schülern festzustellen. In **Teilstudie B** zeigt sich ein ähnliches Bild: Das Projekt bewirkt einen positiven, kurzfristigen Erfolg auf die *preservation*- und *utilisation*-Einstellung der jüngeren Schüler. Die *preservation*-Einstellung bleibt auch langfristig verbessert, die *utilisation*-Einstellung sinkt von T1 zu T2 wieder ab. Die älteren Schüler hingegen zeigen nur bei *preservation* eine kurzfristige Einstellungsverbesserung, jedoch keinerlei Veränderung bei *utilistation*.

Die unterschiedliche Wirkung des Projekts auf die 9 bis 10 sowie 11 bis 13-Jährigen kann durch die bereits oben angeschnittene Erklärung bezüglich der einsetzenden Pubertät verstanden werden. Der Effekt der Lehrerpersönlichkeit, die Leistungsmotivation und das Interesse an Schule im Allgemeinen nimmt mit der einsetzenden Pubertät vermutlich ab (Baer, 1999), weshalb bei den älteren Schülern geringere Einflüsse auf Naturverbundenheit und Umwelteinstellungen zu verzeichnen sind.

In Teilstudie B wurde *preservation* durch die Projektteilnahme stärker beeinflusst als *utilisation*. Andere Studien ermittelten oftmals ebenfalls einen unterschiedlichen Effekt eines Projekts auf die beiden Umwelteinstellungen (z.B. Bogner, 1999; Sellmann & Bogner, 2012b; Drissner et al., 2010). Dies wurde vor allem durch die unterschiedlichen Inhalte der verschiedenen Projekte erklärt. In der vorliegenden Studie ist es jedoch wahrscheinlich, dass der Inhalt des Messinstruments, also der 2-MEV-Items ausschlaggebend ist. Drei von acht *preservation*-Items beschäftigen sich mit dem Thema Wasser, welches Grundlage unseres Umweltbildungsprojekts war; es ist jedoch kein gleichwertiges *utilisation*-Item vorhanden. Dieser Sachverhalt ist ein bedeutendes Indiz für den gemessenen positiveren Effekt auf die Umwelteinstellung *preservation* im Vergleich zu *utilisation*.

Unterschiede zwischen den Geschlechtern können zwischen *preservation* und *utilisation* nicht festgestellt werden. Es finden sich auch aufgrund der Teilnahme am Projekt keine Unterschiede zwischen den Schülerinnen und den Schülern. Auch innerhalb der Alterskohorten waren die Werte von Jungen und Mädchen gleich. Dies stimmt nicht mit bisher veröffentlichten Ergebnissen überein (z.B. Bogner & Wiseman, 2004, 2006; Boeve-de Pauw & van Petegem, 2011; Oerke & Bogner, 2010 und Review von Zelezny, Chua & Aldrich, 2000). Geschlechtsunterschiede bezüglich Umwelteinstellungen werden in der Regel - wie auch in der vorliegenden Studie - mittels klassisch analytischen Vorgehens (unabhängigen *t*-Tests) ermittelt. Boeve-de Pauw, Jacobs und van Petegem (2012) zeigen in einer aktuellen Studie, dass die unterschiedlichen Ergebnisse für die Geschlechter jedoch eher durch ein methodisches Artefakt dieser Vorgehensweise, als durch wirkliche Unterschiede erklärt werden können. Manche 2-MEV-Items „funktionieren“ folglich für Jungen und Mädchen unterschiedlich. In Teilstudie B wurde kein Unterschied zwischen den Geschlechtern gefunden, was vor dem Hintergrund der eben genannten Studie kein überraschendes Ergebnis ist. Vorhergehende Studien, die Unterschiede zwischen den Geschlechtern gefunden haben, müssten folglich neu interpretiert werden. Zusätzlich ist es möglich, dass weitere Studien ebenfalls keinen Effekt des Geschlechts gefunden haben, ohne dies je publiziert zu haben.

**Teilstudie C** betrachtet die Umweltwissensarten *Systemwissen*, *Handlungswissen* und *Wirksamkeitswissen*, welche essentiell sind, damit effektives ökologisch-nachhaltiges Handeln möglich wird. Im Folgenden werden die Skalenqualität, das Wissensniveau und die Wissenskonvergenz zusammenfassend dargestellt.

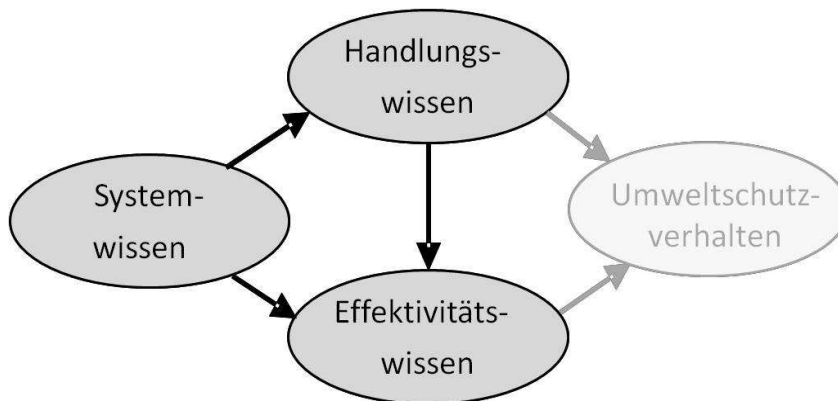
Die drei Umweltwissensskalen wurden mit Hilfe des Rasch-Modell kalibriert, um ihre Qualität festzustellen. Sie weisen eine akzeptable Personenreliabilität für System- und Handlungswissen, sowie eine mäßige für Wirksamkeitswissen auf. Die Item-Reliabilität der Umweltwissensskalen ist hoch. Wirksamkeitswissen zeigt

einen geringeren Mittelwert und eine geringere Varianz als die anderen Skalen, welche die nur mäßige Personenreliabilität erklären kann. Der niedrigere Mittelwert, sowie die geringe Varianz deuten ebenfalls darauf hin, dass die Fragen zum Wirksamkeitswissen schwieriger zu beantworten sind. Anders ausgedrückt mangelt es den Schülern vergleichsweise stärker an Wirksamkeitswissen, was mit Ergebnissen von Frick und Kollegen (2004) übereinstimmt. Die Autoren zeigten, dass das Wirksamkeitswissen innerhalb einer repräsentativen schweizer Stichprobe geringer war, als bei den anderen Umweltwissensarten. Für die Fit-Statistik wurden die gewichteten Effektivwerte und die  $t$ -Werte ermittelt. Die relative Differenz zwischen beobachteten Item- und Personen-Werten und den vorhergesagten Werten des Modells lag im akzeptablen Bereich für Items einfacher Multiple-Choice-Fragebögen (Bond & Fox, 2007). Die Anzahl der Schüler, für die das Modell keine präzise Vorhersage erlaubt ( $t \geq 1,96$ ), sollte unter 5% liegen, was bei den neu entwickelten Skalen der Fall war. Die Anzahl der fehlenden Antworten war sehr gering. Folglich zeigen die Skalen sich entsprechend dem Rasch-Modell reliabel und homogen. Die Items bilden die ihnen zugedachte Wissensart verlässlich ab und unterscheiden sich nur bezüglich ihrer Schwierigkeit. Die Wissensskalen sind eindimensional und voneinander abtrennbar, was durch die moderate Korrelation im Vortest sichtbar wird.

Die Zunahme des Wissensniveaus durch die Teilnahme am Umweltbildungsprojekt belegt einen sehr großen Bildungserfolg: Das Umweltwissen nimmt bei den Teilnehmern insgesamt mit sehr großer Effektstärke zu (kurz- und langfristig), wie erwartet aber nicht bei der Kontrollgruppe. Gleichwertige Ergebnisse wurden bereits in vorherigen Studien gezeigt (Fančovičová & Prokop, 2011; Sellmann & Bogner, 2012a). Bei einzelner Betrachtung der Wissensarten zeigen System- und Handlungswissen bezüglich der Effektstärken einen größeren Zuwachs als das Wirksamkeitswissen. In den vier bis sechs Wochen nach Projektende nimmt erwartungsgemäß das gesamte Umweltwissen mit einer kleinen Effektstärke wieder ab, wobei das Systemwissen sich am geringsten und das Wirksamkeitswissen sich am stärksten verringert. Wissensverlust über die Zeit ist auch in ähnlichen Studien beschrieben worden und ist ein bekanntes Phänomen in der Bildung (z.B. Bogner, 1998; Randler et al., 2005).

Die Ergebnisse zu den Wissensarten können derzeit noch nicht mit anderen Studien verglichen werden, da die vorliegende Studie die erste diesbezügliche Veröffentlichung darstellt, welche alle drei Wissensarten integriert und die Effekte gemessen hat. Am auffälligsten ist jedoch, dass von System- über Handlungs- hin zu Effektivitätswissen, die Wissenszunahme durch das Projekt geringer wird. Dieses Ergebnis ist nicht überraschend, wenn man die hinter den Umweltwissensarten liegende Theorie des „Knowledge Structure Model“ nach Frick, Kaiser und Wilson (2004; siehe Abbildung 2) betrachtet. Hier wird deutlich, dass die Wissensarten voneinander abhängen: Systemwissen formt die Basis für Handlungs- und Wirksamkeitswissen und Wirksamkeitswissen ist von Handlungs-

und Systemwissen abhängig. Daraus folgend müsste das Wirksamkeitswissen stets geringer sein als die anderen Wissensarten, was durch die vorliegenden Ergebnisse untermauert wird. System- und Handlungswissen stellen somit eine essentielle Voraussetzung für die Aneignung von Wirksamkeitswissen dar.



**Abbildung 2:** „Knowledge Structure Model“ verändert nach Frick, Kaiser und Wilson, 2004.

Kognitiver Lernerfolg kann auch hinsichtlich der Wissenskonvergenz, also Integration oder auch Vernetzung von Wissen, betrachtet werden (Kaiser et al., 2008). Diese Konvergenz lässt sich durch eine verstärkte Korrelation der Wissensarten auf Grund der Projektteilnahme nachweisen. Die Konvergenz von Systemwissen mit Handlungswissen und Wirksamkeitswissen erhöht sich durch die Bildungseinheit und diese Tendenz bleibt auch nachhaltig verbessert. Handlungswissen und Wirksamkeitswissen zeigen jedoch neben der kurzfristigen Integrationstendenz auch eine Abnahme über den vier- bis sechswöchigen Zeitraum nach dem Umweltbildungsprojekt. Die Interpretation der Ergebnisse soll mit Hilfe eines Bildes veranschaulicht werden: Die drei Wissensarten werden durch Kreise symbolisiert, die sich berühren. Die Berührung verdeutlicht, dass sich die Wissensarten gegenseitig bedingen, also nicht unabhängig voneinander zu betrachten sind. Durch die Programmteilnahme nimmt das Wissensniveau zu. Bezogen auf das Bild, werden die Kreise größer und überlappen stärker. Diese Überlappung versinnbildlicht die stärkere Wissenskonvergenz. Da das Wissensniveau beim Systemwissen nach der Projektteilnahme am größten ist, kann vom größten Kreis ausgegangen werden, der somit am stärksten mit dem Kreis von Handlungswissen und Effektivitätswissen überlappt. Das Bild stimmt mit den Ergebnissen überein, da die Konvergenz nach dem Projekt, dargelegt als Korrelationskoeffizient, von Systemwissen mit den anderen beiden Wissensarten am größten ist. Wirksamkeitswissen hingegen zeigt den geringsten Niveaustieg und auch die geringste Konvergenz. Die Abnahme der Konvergenz zwischen Handlungswissen und Wirksamkeitswissen in den Wochen nach der Projektteilnahme kann ebenfalls mit Hilfe der Kreis-Vorstellung veranschaulicht werden: Beide Wissensniveaus nehmen nach dem Projekt stärker ab als Systemwissen, wodurch sich der

Kreisradius beider verkleinert und die Überlappung nachweisbar abnimmt. Die ermittelte Integrationszunahme beim Umweltwissen durch die Projektteilnahme ist beachtlich, da nur von Experten eine völlige Wissensintegration zu erwarten ist. Die Integrationstendenz – neben dem höheren Wissensniveau – ist folglich als Bildungserfolg des Projekts zu werten. Ausgehend von der bildlichen Metapher waren die Kreise der Wissensarten nach der Projektteilnahme wesentlich größer als zuvor und die Wissensarten sind stärker ineinander integriert.

### **Schlussfolgerungen für Lehre und Forschung**

Die Ergebnisse der vorliegenden Umweltbildungsstudie werden im Folgenden in ihrem Gesamtkontext für den Schul- und Forschungsbereich betrachtet und gedeutet.

Zunächst werden für Lehrer bis hin zu bildungspolitischen Entscheidungsträgern praktische Schlussfolgerungen gezogen, die dazu beitragen sollen, die Notwendigkeit von Umweltbildungsprojekten für Schüler im passenden Alter und mit wirkungsvoller Dauer und Häufigkeit aufzuzeigen. Ziel sollte es ein, die Förderung von Naturverbundenheit, Umwelteinstellungen und der drei Wissensarten in einem Projekt erfolgreich umzusetzen.

Erwachsene, die vor ihrem elften Lebensjahr Begegnungen mit intakter Natur hatten, zeigen mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit erstrebenswertes Umweltschutzverhalten und -einstellungen (Wells & Lekies, 2006). Diese Erkenntnis bezüglich des Alters wird auch durch die vorliegende Studie untermauert und unterstreicht die Bedeutung von Umweltbildung bezüglich Umwelteinstellungen und Naturverbundenheit im Grundschulalter. Mit Projekten, die direktes und positives Naturerleben ermöglichen, wird der Grundstein für eine gestärkte Wertschätzung der Natur und ein daraus entstehendes bewusstes und ökologisch-nachhaltiges Handeln gelegt. Natürlich muss in den sensiblen vorpubertären und pubertären Jahren Umweltbildung fortgesetzt werden, um die entwickelte Naturverbundenheit und positive Umwelteinstellungen zu erhalten. Ein neuer Fokus könnte hinzukommen und beispielsweise auf komplexeres Umweltwissen und bewusstes Handeln und Entscheiden gelegt werden.

Die Dauer und Häufigkeit von Veranstaltungen mit direktem Naturerleben hat ebenfalls einen Effekt auf die Stärkung der Verbundenheit mit der Natur. Aus der Häufigkeit der Zeit, die in der Natur verbracht wurde, kann sogar die Verbundenheit zur Natur vorhergesagt werden (Kals et al., 1999). Bezüglich der Dauer zeigte ein eintägiges Projekt im Freien keine eindeutige Verbesserung der Naturverbundenheit (Kossack & Bogner, 2011), wohingegen sich ein Zeitraum von vier Tagen, wie im vorliegenden Projekt, als erfolgreich erwies. Dies bedeutet folglich, je häufiger und regelmäßiger bzw. je länger am Stück Schüler direkten



Kontakt mit der Natur haben, desto positivere Ergebnisse können, vor allem bezüglich Naturverbundenheit mit Umweltbildung im Freien, erzielt werden.

System-, Handlungs- und Wirksamkeitswissen sind notwendig, um Schüler zu ökologisch-nachhaltigem Handeln zu befähigen. Die erfolgreiche Einbindung der drei Wissensarten in eine Unterrichtseinheit erfordert durchdachtes und strukturiertes Vorgehen. Zunächst könnte auf Systemwissen eingegangen werden, z. B. bezüglich der Fakten über virtuelles Wasser, welches für die Herstellung von Produkten benötigt wird, und daraus resultierenden Problemen. Dieses Wissen kann dann mit Handlungswissen verknüpft werden, indem die Schüler lernen wie sie virtuelles Wasser sparen können. Aus diesen Optionen heraus kann abschließend Wirksamkeitswissen abgeleitet werden, indem die Effektivität der verschiedenen Einsparungshandlungen betrachtet wird. Die theoretische Grundlage dieses didaktischen Aufbaus liegt in der hierarchischen Struktur des Wissensmodells von Frick und Kollegen (2004). Integrative Gruppenarbeit wie Stationenlernen (z.B. Sturm & Bogner, 2008), Gruppenpuzzle (Aronson, 1978), gemeinschaftliche Gruppendiskussionen (z.B. Mason & Santi, 1998) oder Rollenspiel (z.B. Howes & Cruz, 2009) können sinnvolle Methoden darstellen, um einen Wissenszuwachs in allen drei Wissensarten bezüglich Wissensniveau und -integration zu erreichen.

Für die Didaktikforschung im engeren Feld der Umweltbildung ergeben sich aus den Ergebnissen der Teilarbeiten Chancen, aber auch neue Fragen.

Zu den Herausforderungen für weiterführende Studien gehört die Erweiterung des Altersspektrums der Studienteilnehmer, um die Veränderung von Naturverbundenheit und Umwelteinstellungen im Laufe der Jahre genauer betrachten zu können. Sinnvoll wäre eine Langzeitstudie beispielsweise über zehn Jahre, mit der die Veränderung vom Kindes- zum Erwachsenenalter erfasst werden kann. Diese sollte alle Schularten mit einbeziehen. Ebenso wäre es künftig sinnvoll, eine Skala zur sozialen Erwünschtheit einzusetzen, um mögliche Effekte auf die eigentlichen Messinstrumente statistisch zu lokalisieren (siehe Oerke & Bogner, 2011). Bezüglich des Umweltwissens ist es wünschenswert die Wissensarten auch in Projekten mit anderen Inhalten einzusetzen. Die neuen Ergebnisse könnten mit den bereits genannten Vermutungen bezüglich der Entstehung der unterschiedlichen Wissensniveaus und der Wissensintegration zwischen den Wissensarten verglichen und gegebenenfalls bekräftigt werden.

Die Chancen für die Didaktikforschung entstehen vor allem vor dem Hintergrund der drei Wissensarten und ihrer Analyse mit dem Rasch-Modell. Neben der Ermittlung des Programmerfolgs auf Ebene der Zunahme und Nachhaltigkeit des Wissensniveaus, kann die Wissensintegration als Indiz für effektive Bildung herangezogen werden. Die Analyse der Wissensskalen mit dem Rasch-Modell erlaubt es, die Skalenqualität, die Personenfähigkeiten und die

Itemschwierigkeiten zu erfassen. Der größte Vorteil der Rasch-Analyse liegt jedoch in ihrer Skalenfreiheit (Boeve-de Pauw & van Petegem, 2011), welche auch spezifische Objektivität (Bond & Fox, 2007) genannt wird: Rasch-analyse Studien, die auf den Wissensarten beruhen, können generalisiert und verglichen werden, da Personenfähigkeiten unabhängig von den spezifischen Items und die Itemschwierigkeiten unabhängig von den einzelnen Personen ermittelt werden können.

Wie oben beschrieben, können die drei Wissensarten mit verschiedenen didaktischen Methoden gelehrt werden. Die Effektivität der einzelnen Methoden bildet einen Ansatz für weiterführende Studien. Es ist dabei essentiell stets alle drei Wissensarten zu integrieren, da sie abhängig voneinander sind.

## D Literaturverzeichnis der Zusammenfassung

- Adams, R. & Khoo, S. (1993). *Quest: The interactive test analysis system*. Hawthorn: Australian Council for Educational Research.
- Aronson, E. (1978). *The jigsaw classroom*. Oxford, England: Sage.
- Baer, J. (1999). Adolescent development and the junior high school environment. *Children & Schools*, 21(4), 238–248. doi:10.1093/cs/21.4.238
- Boehnke, K., Silbereisen, R.K., Reynolds, C. & Richmond, B. (1986). What I think and feel: German experience with the revised form of the Children's Manifest Anxiety Scale. *Personality and Individual Differences*, 7, 553–560. doi:10.1016/0191-8869(86)90132-7
- 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. doi:10.1080/09500693.2010.540725
- Boeve-de Pauw, J., Jacobs, K. & van Petegem, P. (2012). Gender differences in environmental values: An issue of measurement? *Environment and Behavior*. doi:10.1177/0013916512460761
- 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. doi:10.1080/00958969809599124
- Bogner, F.X. (1999). Empirical evaluation of an educational conservation programme introduced in Swiss secondary school. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1169–1185. doi:10.1080/095006999290138
- Bogner, F.X. (2002). The influence of a residential outdoor education programme to pupil's environmental perception. *European Journal of Psychology of Education*, 17(1), 19–34. doi:10.1007/BF03173202
- 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. *The Environmentalist*, 26(4), 247–254. doi:10.1007/s10669-006-8660-9
- Bond, T. & Fox, C. (2007). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences* (2nd ed.). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Bonnett, M. & Elliott, J. (1999). Editorial. *Cambridge Journal of Education*, 29, 309–311.

- Brügger, A., Kaiser, F.G. & Roczen, N. (2011). One for all? Connectedness to nature, inclusion of nature, environmental identity, and implicit association with nature. *European Psychologist*, 16(4), 324–333.  
doi:10.1027/1016-9040/a000032
- Bruni, C.M. & Schultz, P.W. (2010). Implicit beliefs about self and nature: Evidence from an IAT game. *Journal of Environmental Psychology*, 30(1), 95–102. doi:10.1016/j.jenvp.2009.10.004
- Buttel, F.H. (1979). Age and environmental concern: A multivariate analysis. *Youth and Society*, 10(3), 237–256. doi:10.1177/0044118X7901000302
- 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.  
doi:10.1016/j.jenvp.2008.11.001
- Dobson, A. (2007). Environmental citizenship: Towards sustainable development. *Sustainable Development*, 15(5), 276–285. doi:10.1002/sd.344
- Drissner, D., Haase, H.-M. & Hille, K. (2010). Short-term environmental education - Does it work?: An evaluation of the 'Green Classroom'. *Journal of Biological Education*, 44(4), 149–155. doi:10.1080/00219266.2010.9656215
- Ernst, J. & Theimer, S. (2011). Evaluating the effects of environmental education programming on connectedness to nature. *Environmental Education Research*, 17(5), 577–598. doi:10.1080/13504622.2011.565119
- Fančovičová, J. & Prokop, P. (2011). Plants have a chance: Outdoor educational programmes alter students' knowledge and attitudes towards plants. *Environmental Education Research*, 17(4), 537–551.  
doi:10.1080/13504622.2010.545874
- 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. doi:10.1016/j.jenvp.2005.10.002
- Frick, J., Kaiser, F.G. & Wilson, M. (2004). Environmental knowledge and conservation behavior: Exploring prevalence and structure in a representative sample. *Personality and Individual Differences*, 37, 1597–1613.  
doi:10.1016/j.paid.2004.02.015
- Gerstner, S. & Bogner, F.X. (2010). Cognitive achievement and motivation in hands-on and teacher-centred science classes: Does an additional hands-on consolidation phase (concept mapping) optimise cognitive learning at work stations? *International Journal of Science Education*, 32(7), 849–870.  
doi:10.1080/09500690902803604

- Hart, P. (2002). Environment in the science curriculum: The politics of change in the Pan-Canadian science curriculum development process. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1239–1254.  
doi:10.1080/09500690210137728
- Hirsh, J.B. (2010). Personality and environmental concern. *Journal of Environmental Psychology*, 30(2), 245–248.
- Howes, E. & Cruz, B. (2009). Role-playing in science education: An effective strategy for developing multiple perspectives. *Journal of Elementary Science Education*, 21(3), 33–46. doi:10.1007/BF03174721
- IUCN, UNEP & WWF. (1991). *Caring for the earth: a strategy for sustainable living*. London: Earthscan.
- Johnson, B. & Manoli, 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. doi:10.1080/00958964.2010.503716
- Kaiser, F.G., Roczen, N. & Bogner, F.X. (2008). Competence formation in environmental education: Advancing ecology-specific rather than general abilities. *Umweltpsychologie*, 12(2), 56–70.
- 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. doi:10.1177/00139169921972056
- Kantomaa, M.T., Tammelin, T.H., Näyhä, S. & Taanila, A.M. (2007). Adolescents' physical activity in relation to family income and parents' education. *Preventive Medicine*, 44(5), 410–415. doi:10.1016/j.ypmed.2007.01.008
- 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. doi:10.1080/00219266.2011.634016
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
- Lord, T. (2001). 101 reasons for using cooperative learning in biology teaching. *The American Biology Teacher*, 63(1), 30–38.  
doi:10.1662/0002-7685(2001)063[0030:RFUCLI]2.0.CO;2
- Mason, L. & Santi, M. (1998). Discussing the greenhouse effect: Children's collaborative discourse reasoning and conceptual change. *Environmental Education Research*, 4(1), 67–85. doi:10.1080/1350462980040105
- Milbrath, L. (1994). Environmental education for the 21st century. In N. J. Ellsworth, C. N. Hedley & A. N. Baratta (Eds.), *Literacy. A redefinition* (pp. 271–278). Hillsdale, N.J: L. Erlbaum Associates.

- 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. doi:10.1016/j.jenvp.2004.09.001
- Munoz, F., Bogner, F. Clement, P. & Carvalho, G.S. (2009). Teachers' conceptions of nature and environment in 16 countries. *Journal of Environmental Psychology, 29*(4), 407–413. doi:10.1016/j.jenvp.2009.05.007
- Oerke, B. & Bogner, F.X (2010). Gender, age and subject matter: impact on teachers' ecological values. *The Environmentalist, 30*(2), 111–122. doi:10.1080/09500693.2011.566897
- Oerke, B. & Bogner, F.X. (2011). Social desirability, environmental attitudes, and general ecological behaviour in Children. doi:10.1080/09500693.2011.566897
- Parra, A. & Oliva, A. (2009). A longitudinal research on the development of emotional autonomy during adolescence. *The Spanish Journal of Psychology, 12*(1), 66–75.
- Potter, G. (2010). Environmental education for the 21st century: Where do we go now? *The Journal of Environmental Education, 41*(1), 22–33. doi:10.1080/00958960903209975
- Randler, C., Ilg, A. & Kern, J. (2005). Cognitive and emotional evaluation of an amphibian conservation program for elementary school students. *The Journal of Environmental Education, 37*(1), 43–52. doi:10.3200/JOEE.37.1.43-52
- Rasch, G. (1980). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Chicago: The University of Chicago Press (Original work published 1960).
- Schaal, S. & Bogner, F.X. (2005). The human visual perception - an example of learning at working stations. *Journal of Biological Education, 40*(1), 32–37. doi:10.1080/00219266.2005.9656006
- Schultz, P.W. (2002). Inclusion with nature: The psychology of human-nature relations. In P. Schmuck & P. Schultz (Eds.), *Psychology of sustainable development* (pp. 61–78). Boston, Dordrecht, London: 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. doi:10.1016/S0272-4944(03)00022-7
- Sellmann, D. & Bogner F. X. (2012). Climate change education: Quantitatively assessing the impact of a botanical garden as an informal learning environment. *Environmental Education Research*. doi:10.1080/13504622.2012.700696

- Sellmann, D. & Bogner, F.X. (2012). Effects of a one-day environmental education intervention on environmental attitudes and connectedness with nature. *European Journal of Psychology of Education*. doi:10.1007/s10212-012-0155-0
- Steinberg, L. & Silverberg, S.B. (1986). The vicissitudes of autonomy in early adolescence. *Child Development*, 57(4), 841–851. doi:10.2307/1130361
- 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. doi:10.1080/09500690701313995
- 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.
- 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. doi:10.1016/S0191-8869(02)00071-5
- Wiseman, M., Wilson G. & Bogner F.X. (2012). Environmental values and authoritarianism. *Psychology Research*, 2(1), 25–31.
- Zelezny, L.C., Chua, P.-P. & Aldrich, C. (2000). New ways of thinking about environmentalism: Elaborating on gender differences in environmentalism. *Journal of Social Issues*, 56(3), 443–457. doi:10.1111/0022-4537.00177





## E Teilarbeiten

### E.1 Publikationsliste

- A Liefländer, A.K., Fröhlich, G., Bogner, F.X. & Schultz, P.W. (2012)  
Promoting connectedness with nature through environmental education  
*Environmental Education Research*  
doi:10.1080/13504622.2012.697545  
(published)
- B Liefländer, A.K. & Bogner, F.X. (2012)  
The effects of children's age and gender on acquiring pro-environmental attitudes through environmental education  
*The Journal of Environmental Education*  
(submitted)
- C Liefländer, A.K., Bogner, F.X., Kibbe, A. & Kaiser, F.G. (2012)  
Efficiently promoting and measuring three environmental knowledge dimensions  
*Journal of Research in Science Teaching*  
(submitted)

Im Zeitrahmen der Doktorarbeit entstanden außerdem folgende Publikationen, die nicht Teil dieser Dissertation sind:

Sellmann, D., Liefländer, A. & Bogner, F.X. (2012)  
Concept maps in environmental education: An approach to reveal students' conceptual change  
*Research in Science Education*  
(submitted)

Tzikopoulos, A., Sotiriou, S., Liefländer, A., Bogner, F.X. (2011)  
METASCHOOL: Training teachers in the use of educational portals  
*Advanced Science Letters*, 4(11-12), 3375-3381.  
doi:10.1166/asl.2011.2048  
(published)

## ***E.2 Darstellung des Eigenanteils***

Die Teilarbeiten A bis C basieren auf einem Umweltbildungsprogramm mit passendem Evaluationskonzept, welches ich entwickelt und selbstständig durchgeführt habe (siehe C.3 Methoden). Die zugehörigen Materialien der sechs Module habe ich hauptsächlich selbst auf Basis biologie-didaktischer Grundlagen entworfen. Die *Wasserrallye* entstand im Rahmen einer von mir mitbetreuten Zulassungsarbeit. Alle empirischen Daten wurden selbstständig erhoben und ausgewertet. In Teilarbeit A floss zusätzlich ein Datensatz von meiner Mitautorin G. Fröhlich (Klasse 6, Gymnasium) ein. In Teilarbeit C hat mich meine Mitautorin A. Kibbe bei der Auswertung mit dem Rasch-Modell und Interpretation der Ergebnisse unterstützt. Alle drei Teilarbeiten wurden von mir als Erstautor konzipiert, verfasst und unter Zusammenarbeit mit meinen Mitautoren kritisch überarbeitet.

### ***E.3 Teilarbeit A***

Liefländer, A.K., Fröhlich, G., Bogner, F.X. & Schultz, P.W. (2012)

Promoting connectedness with nature through environmental education

*Environmental Education Research*

doi: 10.1080/13504622.2012.697545

(published)

## Promoting Connectedness with Nature Through Environmental Education

Anne K. Liefländer<sup>a\*</sup>, Gabriele Fröhlich<sup>a</sup>, Franz X. Bogner<sup>a</sup>, P. Wesley Schultz<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Department of Biology Education, University of Bayreuth, Bayreuth, Germany;*

<sup>b</sup> *Department of Psychology, California State University, San Marcos, USA*

### Correspondence details

<sup>a</sup> Centre of Math & Science Education (Z-MNU), Department of Biology Education, NW I, University Campus NW-1, 95447 Bayreuth, Germany.

E-mail: [anne.lieflaender@uni-bayreuth.de](mailto:anne.lieflaender@uni-bayreuth.de), [gabriele.froehlich@uni-bayreuth.de](mailto:gabriele.froehlich@uni-bayreuth.de), [franz.bogner@uni-bayreuth.de](mailto:franz.bogner@uni-bayreuth.de); Web: [www.bayceer.uni-bayreuth.de/didaktik-bio](http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/didaktik-bio).

<sup>b</sup> Department of Psychology, California State University, San Marcos, CA 92078, USA.

Email: [wschultz@csusm.edu](mailto:wschultz@csusm.edu); Web: [www.csusm.edu/schultz](http://www.csusm.edu/schultz).

\* Corresponding author. Email: [anne.lieflaender@uni-bayreuth.de](mailto:anne.lieflaender@uni-bayreuth.de)

**This is an Author's Accepted Manuscript of an article published in the *Environmental Education Research*, final version received 15 May 2012, with a copyright by Taylor & Francis, available online at:**

**<http://www.tandfonline.com/10.1080/13504622.2012.697545>.**

## **Promoting Connectedness with Nature Through Environmental Education**

It has been suggested that a positive human-nature relationship is essential for countering today's environmental problems. Prior environmental education research has focused largely on knowledge or attitudinal outcomes, and few studies have examined the ability of environmental education programmes to promote connectedness with nature. Therefore, our goal was to (1) examine differences in connectedness with nature among a sample of children with differing ages and academic tracks and (2) investigate whether environmental education can help improve and sustain connectedness with nature. With a pre-, post- and retention test design, we assessed a comprehensive four-day environmental education programme on water at a school field centre, using the Inclusion of Nature in Self (INS) scale to identify the change in connectedness of 9-10-year-old pupils and 11-13-year-old pupils. We found that younger children and university-track pupils had higher connectedness to nature (INS) scores than older children and general-education-track pupils, respectively. Participating in environmental education resulted in a robust short-term increase in connectedness with nature in both age groups. However, only the younger pupils' connectedness remained sustained four weeks following the treatment. Environmental educators should keep in mind that strengthening connectedness to nature is more sustainable before the age of 11.

**Keywords:** inclusion of nature in self; relationship to nature; environmental education; preadolescent students; age-related change

## Introduction

‘The split with nature is at the heart of our environmental crisis’ (Jordan 2009, 30).

Our modern environmental problems are crucially interwoven with our personal relationship to nature. Individuals who value and feel concern for the natural environment also want to protect it (Frantz et al. 2005; Nisbet, Zelenski, and Murphy 2009). The connectedness between individuals and the natural environment therefore needs reinforcement to counter the current environmental problems. It has been suggested that people must believe that they are a part of nature as we are to achieve sustainability through environmentally friendly behaviour (Schultz 2002).

Environmental education is a critical tool to counter environmental problems with the goal of protecting and conserving the environment (Potter 2010). An important focus of environmental education is to encourage people to understand, appreciate and implement sustainable practices (IUCN, UNEP, and WWF 1991 in Tilbury 1995). The field of environmental education is dynamic and complex (Palmer 1998) and many definitions have been given. We refer to the Belgrade charter (UNESCO-UNEP 1976) which states that: ‘The goal of environmental education is to develop a world population that is aware of, and concerned about, the environment and its associated problems, and which has the knowledge, skills, attitudes, motivations and commitment to work individually and collectively toward solutions of current environmental problems and the prevention of new ones.’ For school-based environmental education programmes, Milbrath (1994, p. 278) recommends integrating both the cognitive aspects and affective direct experiences with nature. This integration ‘will be a blessing for life’ as it helps pupils to bond with nature. Feeling connected with nature is linked to pro-environmental actions and is a strong motivation for protecting nature, which makes the investigation of connectedness to nature important (Frantz et al. 2005; Kals, Schumacher, and Montada 1999; Kaiser, Roczen, and Bogner 2008).

According to Bonnett and Elliott (1999, p. 309), ‘At this stage in ... history it would be difficult ... to identify an issue of greater importance for humankind than its relationship with its environment.’ This is reflected by various concepts about human-nature relations. One of the key contemporary connectedness concepts is Kellert and Wilson’s *biophilia hypothesis* (1993), which formed an important interdisciplinary research framework. Biophilia is described as the elemental and innate human need of and predisposition to connect with other living organisms (Kahn 1997). Based on this concept,

other ideas have been developed which conceive feelings related to humans connection with nature as an affective connection or emotional affinity towards nature (Hinds and Sparks 2008, Kals, Schumacher, and Montada 1999, Mayer and McPherson Frantz 2004). This emotional bond between a person and nature covers various positive emotions like intimacy, familiarity, affection and also a feeling of oneness with nature. Another concept focuses on *environmental identity* as part of a person's self-concept (Clayton 2003). It indicates to what extent someone experiences him- or herself as part of nature and to what extent nature is important for his or her self-perception. Furthermore, the concept of *nature relatedness* (Nisbet, Zelenski, and Murphy 2009) and *inclusion with nature* (Schultz 2002) were developed. They contain the cognitive, affective and behavioural / experiential aspects of a person's connection to nature. The previously mentioned concepts have one trait in common: they assess the human-nature relationship. For our present paper, we refer to Schultz's (2002) *inclusion with nature* concept and applied his *Inclusion of Nature in Self* (INS; Schultz 2002) scale to assess pupils' perceived connectedness with nature. The scale reflects the cognitive dimension of connectedness with nature. A person who defines him- or herself as part of nature has a cognitive representation of self that overlaps extensively with his or her cognitive representation of nature.

There are few studies regarding the time in life at which a person is most susceptible to consolidating a strong connectedness to nature (e.g. Ernst and Theimer 2011, Wells and Lekies 2006). Therefore there are still no guidelines in environmental education as to the best age for pupils to develop connectedness to nature. Such a time in life might be the transition from childhood to adolescence. Whether the feeling of inclusion changes during pre-adolescence has not yet been investigated. This preadolescent phase is known as an important time of change in the child's social development, in which self-conceptions as well as family and peer relations are transformed (Steinberg and Silverberg 1986). A young person becomes emotionally more autonomous within his or her relationship to caretakers, for example, to the parents (Steinberg and Silverberg 1986). According to Parra and Oliva (2009), this emotional autonomy leads to an increased feeling of individualization, emotional distance and independence from family relationships. As a young person becomes more autonomous, his or her feelings of connectedness to a caregiver most likely decrease.

This emotional relationship can be extended to non-human relationships. The natural environment may itself be seen as a relationship partner (e.g. peer, parent or teacher) to whom an individual can experience greater or lesser commitment (Davis,

Green, and Reed 2009). Consequently, Schultz (2002) has adapted Aron, Aron and Smollan's (1992) empirical scale 'Inclusion of Others in the Self' to measure connectedness to nature. Ecopsychologists view a child to be born with a sense of relatedness to the natural environment (Phenice and Griffore 2003). Later on, socialization and emotional autonomy subsequently lead to a feeling of separateness from the environment. In close interpersonal relationships, however, the connection between an individual and another person is high. These relationships are characterized by an overlapping of the cognitive representation of the self and another person. Bruni and Schultz (2010) showed that children between the ages of 10 and 11 are highly connected with nature, just as high as environmental activists. College pupils, however, showed less connection with nature, which Bruni and Schultz (2010) interpreted as a loss of connection to nature in some children from childhood to adulthood.

There is a realistic notion that an increase in empathy towards the environment may result in increased inclusion with nature. Positive experiences and interactions while an individual spends time with nature may increase the individual's strength of inclusion (Schultz 2002). This line of thought is extended from relationships between two people. As they spend time together, their relationship becomes more intimate. To test this assumption, Schultz and Tabanico (2007) have developed the Implicit Association Test (IAT) to measure the tendency to associate self with the environment. They investigated the effect of a one-day outing on visitors to a wild-animal park and found an increase in connectedness with nature, even after such a short stay. Studies with adults have also shown that spending time in a natural environment increases connectedness to nature and hence, positive experience in and with nature seems to increase connectedness (Schultz and Tabanico 2007).

Educational achievement levels might also influence pupils' nature connectedness. Klineberg, McKeever and Rothenbach (1998) found that only the two demographic variables 'age' and 'education' are consistently correlated with environmental concern. Younger and better-educated adults were reported to be more concerned about environmental issues and more committed to environmental protection. Individuals with fewer years of education also showed a lower awareness of environmental problems than those with more years of education (Buttel and Flinn 1978). Concerning children and adolescents, there is no evidence in the literature as to whether nature connectedness depends on the academic level. It seems reasonable to suggest that the inclusion of nature in self among university-track pupils should differ from that of general-education-track



pupils. Therefore, any difference in nature connectedness between pupils of different academic tracks should be investigated with the goal of helping educators design activities that can promote connectedness.

Wells and Lekies (2006) found that childhood experiences in nature are positively associated with commitment to pro-environmental behaviour and attitudes in later life. They did not find a positive relationship between environmental education during childhood and environmental attitudes or behaviour in the interviewed adults (average age of 45 years). Ewert, Place and Sibthorp (2005) also mention that early-life experiences like formal classroom education and environmental education did not predict environmental beliefs in adults. Many other studies, however, have shown that participation in environmental education programmes commonly has a positive influence on environmental knowledge, attitudes and behaviours (for a review, please refer to Rickinson 2001). As these findings were inconsistent with prior research, Wells and Lekies suspect that more engaging, hands-on environmental education with time to experience nature directly is more likely to have a long-term impact. However, the amount of time essentially needed for a sustainable change in connectedness is still not clear and needs further research (see also Ernst and Theimer 2011).

Only a few studies have tested the extent to which environmental education activities promote connectedness with nature. One study showed that seven weeks after a one-day programme, 6th graders' connectedness with nature varied greatly: some pupils experienced increasing connectedness while in others, it decreased or remained stable (Kossack and Bogner 2011). Ernst and Theimer (2011, 592), using the Children's Connection to Nature Index (Cheng and Monroe 2010) and their own Nature Connectedness Inventory, found that only programmes with 'a condensed time frame of sufficient duration' had a positive effect on connectedness. The examples refer to programmes varying from three to five days of environmental education within a period of at least one week and up to one month. They also found that programmes with young children (3rd and 4th graders) were able to foster connectedness with nature, while programmes with older pupils (5th to 6th and 10th to 12th grade) were not.

An emerging concern for environmental educators is to determine which factors are associated with a stronger or weaker connectedness with nature and how educational experiences can foster connectedness (Phenice and Griffore 2003). Several recent studies, nearly all correlational and theoretical, have explored the human-nature relationship (e.g.

Frantz et al. 2005; Schultz and Tabanico 2007; Davis, Green, and Reed 2009; Brügger, Kaiser, and Roczen 2010). Consequently, our present study focuses on the practical influence of environmental education on connectedness with nature experienced by different age groups. Our implemented intervention consisted of a four-day environmental education programme. To the best of our knowledge, our programme has the longest duration of any programme with a large sample size that can be found in literature. Additionally, ours also seems to be the first study observing the effects of a programme on the connectedness with nature of 9-13-year-old pupils and four weeks following the treatment.

This article combines two studies: The first study is an INS baseline study with two age cohorts, 9-10-year-old pupils (4th graders) and 11-13-year-old pupils (6th graders). We hypothesized that the younger pupils would have higher connectedness scores than the older ones. The latter cohort was subsequently split into two school-dependent academic-track levels in order to analyse any potential differences between the general-education track and university-track pupils. The second study examines the influence of an environmental education treatment on the INS scores of both age cohorts. We hypothesized that a four-day programme would produce an increase in connectedness with nature for both age groups, which could be observed immediately (short term) as well as four weeks after the programme (medium term).

## Methods

### *Study 1: Examining the age-dependent baseline of pupils' inclusion of nature in self*

#### *Participants*

To detect a large effect size ( $r = .5$ ) for all the relevant tests of significance with a standard  $\alpha$ -level of .05 and a power of .8, we aimed for a sample size of  $n \geq 28$  for each subsample (Cohen 1992 in Field 2009).

Study 1 consisted of  $N_1 = 304$  pupils from Bavarian schools in Germany with three subsamples: one subsample of 154 pupils, 9-10 years of age (4th grade, age  $M \pm SD$ :  $9.84 \pm 0.52$ ; 48.1% female) and two subsamples of pupils, 11-13 years of age (6th grade) with 74 general-education-track pupils (age  $M \pm SD$ :  $12.00 \pm 1.41$  years; 44.6% female) and 76 university-track pupils ( $12.5 \pm 0.71$ ; 52.6% female). In the Bavarian school system, after pupils complete the 4th grade, they are separated based on their academic achievement and

assigned to secondary schools at different levels which differ in their academic demands: a general-education secondary school, a professionally oriented secondary school and a university-preparatory school. Therefore, in addition to the primary-school 4th-grade pupils, we surveyed 6th graders from the general-education track and the university track (who respectively had had the lowest and highest academic achievement in primary school).

As subjects in the treatment group, we chose 18 classes of which 11 classes had already been registered by their schools to spend a week at the school field centre (Study 2). The other 7 classes were from the same or different schools and did not go to the field centre. Both groups were convenience samples. Only those pupils whose parents signed consent forms to participate in the study were included in the data analysis.

### *Measure*

We used Schultz's (2002) Inclusion of Nature in Self (INS) scale as a direct, explicit measure for assessing cognitive beliefs and detecting connectedness with nature. It relies on self-report responses and provides a parsimonious and straightforward measurement approach due to its graphical one-item design. The INS test-retest correlations have provided very high reliabilities between measurement times with a retest given one or four weeks after the initial test (Schultz et al. 2004). Additionally, compared to other multiple-item scales, the INS scale has been found to be very accurate for measuring individual differences in connectedness with nature. It correlates with other connection-with-nature instruments (e.g. *Disposition to Connect with Nature*: Brügger, Kaiser, and Roczen 2010; *Environmental Identity*: Clayton 2003; *Commitment to Environment*: Davis, Green, and Reed 2009; *Connectedness to Nature*: Mayer and McPherson Frantz 2004) and does not confound with environmental concern (Brügger, Kaiser, and Roczen 2010).

The graphical single-item scale *Inclusion of Nature in Self* (INS; Schultz 2002) contains seven circle pairs, which differ in the degree they overlap; one circle is labelled with 'nature', the other with 'self' (Figure 1).

The pupils were asked to mark one circle pair in response to: 'How interconnected are you with nature? Choose the picture which best describes your relationship to nature.' Circle pairs were scored using a 1 to 7 point scale (complete separation with nature to complete connection with nature) (for further details see also Schultz 2001 and Bruni and Schultz 2010).

We used non-parametric tests (PASW Statistics 18) because the data did not show an adequate normal distribution. The effect size  $r$  was calculated according to Field (2009;  $r = z/\sqrt{N}$ ) with .10 as a small, with .30 as a medium and with .50 as a large effect (Cohen 1992).

### *Procedure*

The INS scale was embedded within a larger, strictly confidential paper-and-pencil questionnaire administered in classrooms at school. It contained 46 additional items on environmental knowledge and values.

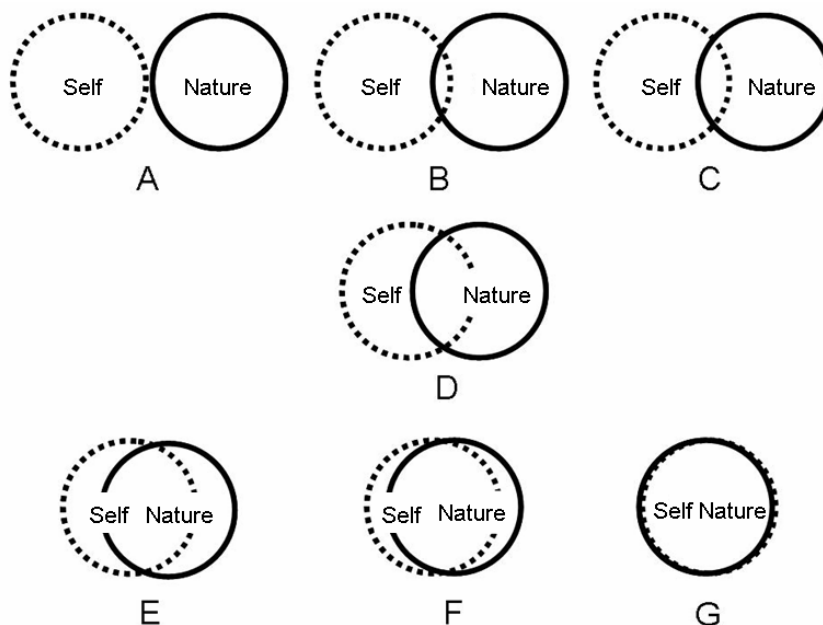


Figure 1. Inclusion of Nature in Self (INS) scale (adapted from Schultz 2002).

## **Study 2: Influence of a four-day environmental education programme on pupils' inclusion of nature in self**

### *Participants*

Our sample consisted of  $N_2 = 264$  pupils. The 190 pupils who took part in the environmental education programme and were 9 to 10 years of age (4th graders; younger pupils) and 11 to 13 years of age (6th graders; older pupils). The latter group included only the general-education-track subsample, since the programme level did not target the university-track pupils. We collected data from 135 younger (age  $M \pm SD$ :  $9.84 \pm 0.52$ ;

47.4% female) and 55 older pupils ( $11.93 \pm 0.50$ ; 43.6% females). The average number of participating pupils within 1 of the 11 classes was  $M \pm SD$   $19.10 \pm 3.83$ . The 74 pupils who did not take part in the intervention were designated as a control group. This group consisted of 39 younger (age  $M \pm SD$ :  $9.62 \pm 0.54$ ; 46.15% female) and 35 older general-education-track ( $12.00 \pm 1.41$ ; 51.42% female) pupils from four classes.

### *Measure*

The same measure already described in Study 1 was used to evaluate the outcome of our four-day environmental education programme.

### *Procedure*

The four-day programme was implemented in late spring and summer at the same school field centre with the same instructor to minimize any effect from location and teacher variables. Pupils received approximately six hours of guidance every day and spent the nights at the field centre. The programme, titled 'Water in life – life in water', was adapted to the Bavarian curriculum for 4th grade pupils and 6th grade general-education-track pupils. It covered various cognitive and affective as well as formal and informal aspects by including a direct multisensory nature encounter at a lake and stream to strengthen connectedness with nature. More specifically, discovery and perception games were implemented, for example, by leading pupils barefooted and blindfolded through shallow water to activate rarely used senses; a grassland next to a small creek provided a 10-minute experience of motionlessness and complete quietness. Furthermore, cognitive activities included actions such as catching and labelling riparian and aquatic animals in order to judge water quality or acquire basic knowledge about local and world-wide water problems, general and individual water protection approaches as well as the ecological dimensions of life in water.

The pupils completed a pretest (T1) at school an average of two weeks before participating in the programme. They completed a posttest (T2) subsequent to the end of the programme and a retention test (T3) about four weeks later. The control group completed the questionnaires in the same temporal order, but without any programme participation before T3. Teachers whose classes took part in the study were advised not to teach their pupils anything on the curricular topic of water until T3 was completed, and

unpublished pre-test data on pupils' environmental knowledge revealed no differences in prior knowledge between the subsample classes.

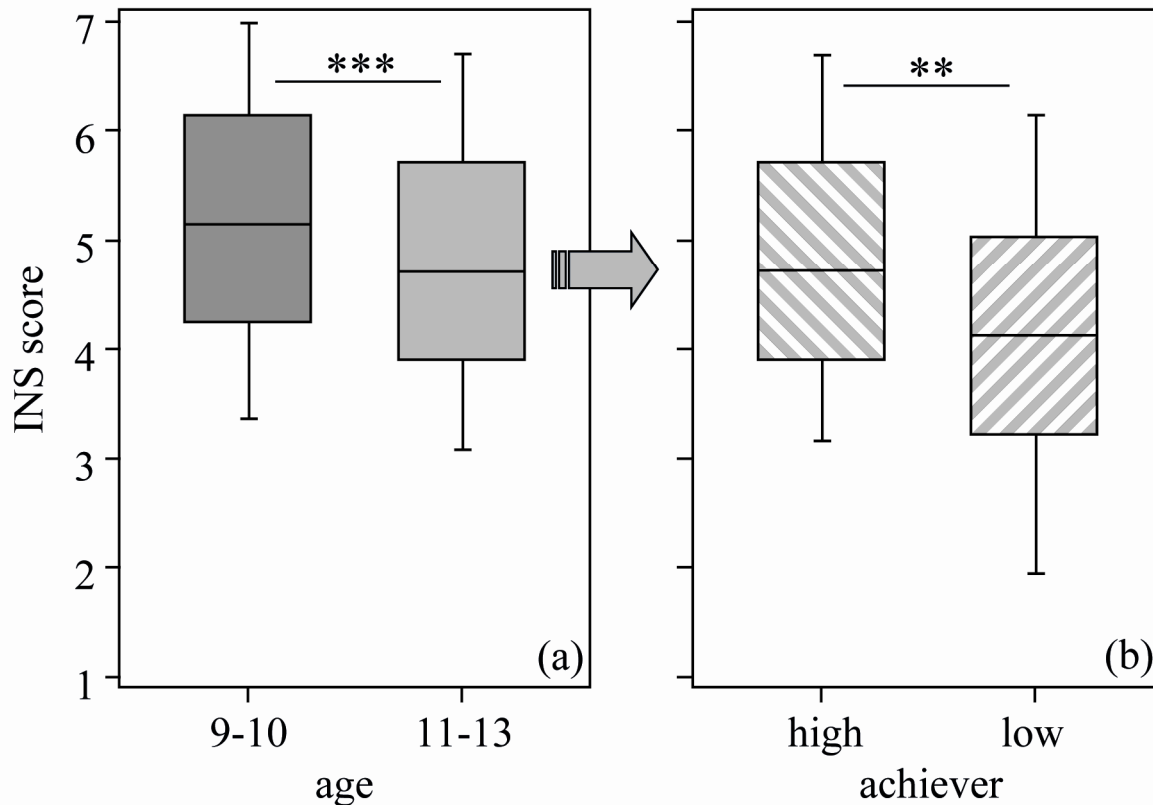


Figure 2. INS baseline for (a) the younger ( $n = 154$ ) and older ( $n = 150$ ) pupils. (b) general-education track pupils (low achiever;  $n = 74$ ) and university track pupils (high achiever;  $n = 76$ ), 11 to 13 years of age. Note: The Box-Whisker-Plot shows the median, lower and upper quartile and the 9th and 91st percentile; \*\*\* significant at  $<.001$ , \*\* significant at  $<.01$ .

## Results

### *Study 1*

Our comparison of the INS scores (7-point scale) revealed that the young cohort (9-10-year-olds) scored significantly higher on the INS scale (*grouped Mdn* = 5.33) compared to the older cohort (11-13-year-olds; *group Median* = 4.45,  $U = 7585.50$ ,  $z = -5.31$ ,  $p < .001$ ,  $r = .30$ ; see Figure 2 a). Within the latter cohort, the university-track pupils (*grouped Mdn* = 4.71) scored significantly higher on the INS scale than general-education-track pupils (*grouped Mdn* = 4.13,  $U = 2032.00$ ,  $z = -3.03$ ,  $p = .002$ ,  $r = .23$ ; see Figure 2 b). The INS

rating of the university-track pupils also differed significantly from the younger pupils ( $z = -2.293, p = .003, r = .19$ ).

### *Study 2*

The test-retest reliability for the INS scale within the control group (T1 and T2) provided a Cronbach's  $\alpha_{3\text{-week retest}} = .93$ , exceeding earlier reported test-retest correlations (Schultz et al. 2004,  $\alpha_{1\text{-week retest}} = .90; \alpha_{4\text{-week retest}} = .84$ ).

Table 1 displays the comparison between the participating younger and older pupils at the three test times. The result of Study 1, with the younger children scoring higher on the INS than the older ones, was also found within the intervention group for T1. We found the same result for T2 and T3 (Table 1).

Comparing the results from the different test times revealed the influence of the environmental education programme on the rating of inclusion of nature in self (Table 2). Both the older and the younger pupils demonstrated a significant short-term increase in connectedness, with a medium effect size due to the environmental education programme.

Table 1. INS comparison between younger (9 to 10 years;  $n = 154$ ) and older (11 to 13 years;  $n = 74$ , general-education track) participating pupils at the different test times.

	T1	T2	T3
<i>U</i>	2091.00	1726.50	1892.50
<i>z</i>	-4.83	-5.92	-5.43
<i>p</i>	<.001***	<.001***	<.001***
<i>r</i>	-.35	-.43	-.39

Note: Mann-Whitney test *U* and *z*; *p* \*\*\* significant at  $\alpha < .001$ , exact one-tailed significance; effect size *r*.

Table 2. INS comparison between the test times of both participating age groups.

	Age 9 to 10 (n=135)			Age 11 to 13 (n=55)		
	T1:T2	T1:T3	T2:T3	T1:T2	T1:T3	T2:T3
<i>z</i>	-3.57	-2.03	-2.28	-1.81	-1.12	-0.45
<i>p</i>	<.001***	.021*	.012*	.036*	.139	.331
<i>r</i>	-.31	-.17	-.20	-.24	-.15	-.06
$\Delta$ grouped median	0.45	0.23	-0.22	0.18	0.06	-0.12

Note: Wilcoxon signed-rank test *z*; *p* \*\*\* significant at  $\alpha < .001$ , \* significant at  $\alpha < .05$ , exact one-tailed significance; effect size *r*.

The significant increase in inclusion was higher for the younger pupils though, *grouped Mdn* T1 = 5.13 to *grouped Mdn* T2 = 5.58, compared to the older pupils, *grouped Mdn* T1 = 4.07 to *grouped Mdn* T2 = 4.25. The inclusion of nature on a medium-term basis (four weeks after the programme) remained significantly increased only for the younger 9-10-year-old pupils, *grouped Mdn* T1 = 5.13 to *grouped Mdn* T3 = 5.36.

The control group showed no significant differences between the three test times ( $\chi^2(2) = 5.05$ ,  $p = .080$  for the 4th-grade control group;  $\chi^2(2) = 4.34$ ,  $p = .114$  for the 6th grade control group).

## Discussion

### Study 1

The younger pupils demonstrated a higher inclusion of nature in self than older pupils, which is in line with our hypothesis and the literature as well. Bruni and Schultz (2010), for instance, described a similar result for a small sample consisting of 30 fifth graders (10 to 11 years of age) from a Californian public elementary school (mean INS score  $M = 4.50$ ). Our 9-10-year-old pupils rated their inclusion to be higher ( $M = 5.31$ ) than their sample and our 11-13-year-old pupils rated similarly ( $M = 4.45$ ). The undergraduate university pupils of Bruni and Schultz's study reported an even lower inclusion of nature in



the self, with a mean score of 3.61 on the INS scale.

Concerning the academic tracks, we found a significant difference in the INS ratings of 11-13-year-olds, between general-education-track and university-track pupils, as expected. A higher level of academic achievement seems to accompany a higher inclusion-of-nature-in-self score. The level of education apparently almost completely explains differences in environmental attitudes (Buttel 1979). Less educated people seem to be less aware of environmental problems. Two potential causes may underlie this kind of pattern: (1) High-academic-achievement pupils have higher cognitive abilities, which Hirsh (2010) considered to be associated with openness. Openness reflects a greater concern for others with a wider perspective on nature's value. This wider perspective might explain the greater connectedness to nature in high achievers. (2) A second potential explanation is based on socioeconomic differences between high- and low-academic-achievement pupils: Adolescents from Finnish families with parents who have a high level of education watch less TV and are more physically active (Kantomaa et al. 2007) and they also tend to have higher INS scores (Bruni and Schultz 2010). Similarly, environmental concern is positively related to an environmental-quality value dimension, which includes income in addition to comfort, status and material beauty (Poortinga, Steg, and Vlek 2004). In Germany, family income is predictive of school choice after the 4th grade (Schneider 2004, Stocké et al. 2011). Children from lower income families normally attend a less ambitious secondary school, while children with parents who have a higher income are more likely to attend a university-track school for high achievers (Stocké et al., 2011). The lower income of low achievers' parents may lead to fewer opportunities for outdoor recreation and more time spent indoors, and thus low achievers have lower INS scores. Unfortunately, governmental restrictions did not allow us to gather the demographic data from adolescents needed to explore this line of reasoning.

### ***Study 2***

The results from Study 2 showed a robust increase in the pupils' inclusion of nature in self after the pupils attended our environmental education programme. Comprehensive environmental education which includes direct nature experiences can therefore beneficially strengthen the perceived inclusion with nature. For two age groups of children (9 to 10 and 11 to 13), the results indicated higher inclusion scores immediately following the four-day programme. This highlights the potential impact of environmental education

on connectedness to nature of both age groups. On a medium-term basis, however, only the younger pupils demonstrated a sustained increase in the inclusion of nature four weeks after the environmental education programme. Wells and Lekies (2006) found that only children who spent time in nature (e.g. playing or hiking in natural areas, camping and fishing, etc.) before the age of 11 showed greater pro-environmental attitudes and behaviours later on in adulthood. Therefore, environmental education early in life seems to have a more sustainable effect on connectedness with nature and is likely to also result in responsible adults.

Older pupils, 11 to 13 years of age, have a lower inclusion of nature in self than younger pupils. Study 2 further demonstrated that the perceived inclusion of nature in self can be increased in both the younger and the older pupils through a comprehensive four-day environmental education programme. However, only the younger pupils maintained an increased inclusion on a medium-term basis. This discrepancy may have its origin in the onset of puberty: The development of a child towards adolescence increases the feeling of independence. Peers become more important and the caretaker, teacher or other adults lose their influence. This search for autonomy may prevent the inclusion of pupils from being altered on a medium- or long-term basis at this particular time of adolescence.

### ***Conclusion***

Using cross-validation procedures and model testing, Wells and Lekies (2006) found that encounters with 'wild' nature before children reach the age of 11 are more likely to lead to pro-environmental behaviours and pro-environmental attitudes in adulthood. Connectedness theoretically forms a foundation for environmental attitudes (Bruni and Schultz 2010). Our results are in line with Wells and Lekies' findings: It seems that connectedness with nature can be strengthened in a sustainable way for children under the age of 11. Therefore, the environmental education at primary schools should lay the basis for sustainable practices by focusing on strengthening the connectedness with nature of younger pupils. At the secondary level, other important goals of environmental education, like knowledge increase and behaviour change towards sustainable practices, can be emphasised for older pupils.

Our four-day environmental education programme was a comprehensive programme that did not exclusively focus on improving connectedness. Despite our general approach, we achieved a respectable increase in the connectedness with nature.

This might be due to the programme's length of four complete days, which seems to be long enough to attain positive changes. A comprehensive one-day programme, however, was not able to achieve such clear positive shifts (Kossack and Bogner 2011). Others have found that the frequency of times in nature was predictive for affinity towards nature (Kals, Schumacher, and Montada 1999), and therefore we expect that connectedness can be further strengthened with repeated exposure to environmental education. Although research has yet to determine which amount of time at what frequency is most efficient (e.g. one week per year or one day every month), it appears that the programme length and type used in this study had a clear positive effect. Future study should investigate the extent to which a several-day-long environmental education programme specifically developed to strengthen connectedness with nature might lead to even stronger increases in connectedness.

Environmental education programmes that focus on the increase of connectedness to nature should enable positive experiences in nature. This can be achieved when time is provided for pupils to directly encounter, experience and to bond with nature (Ernst and Theimer 2011). Outdoor activities like nature discovery games or experiments in nature can easily be made appropriate for all academic-achievement levels and for a range of ages.

Environmental education programmes normally focus on promoting environmental knowledge. Increasing knowledge is important, but it is not sufficient to solve the world's environmental problems (Fančovičová and Prokop 2011) as it does not form a strong motivational basis for protecting nature like connectedness does (e.g. Kals, Schumacher, and Montada 1999, Kaiser, Roczen, and Bogner 2008). We argue that improving connectedness to nature should be a high priority in all environmental education where the goal is providing the knowledge needed to achieve a sustainable society. System knowledge, which includes knowledge about ecosystem relationships and reasons for environmental problems, can help to improve people's connectedness to nature (Kaiser, Roczen, and Bogner 2008) by increasing empathy. And the opposite is also true: connectedness to nature can lead to a greater interest in nature and environmental issues, leading to greater knowledge. Therefore, we advise blending positive informal, affective experiences in nature with formal, cognitive environmental knowledge to promote greater connectedness.

Another important precondition for the improvement of connectedness is the outdoor programme setting. It is reasonable to expect that environmental education that is conducted in a school setting, for example, at a school yard, will not have the same positive outcome as a programme which allows the pupil to encounter natural environment, like untouched streams, forests or grassland. The opportunity to experience nature for several days will also have a much stronger and positive impact on connectedness with nature than a shorter programme like Kossack and Bogner's (2011) one-day programme.

Despite the clear findings from our reported studies, we would like to discuss some limitations. Mayer and McPherson Frantz (2004) argue that it is necessary to have or form an abstract representation of one's inclusion of nature in self in order to complete the scale. In a short unpublished pre-study, we showed that 39 children 9 to 13 years of age (mean  $\pm$  SD  $11.0 \pm 1.39$ ) were able to form an abstract representation of their relationship to a 'best friend' and the 'federal president'. They responded in the expected manner when we replaced the INS 'nature' circle with a 'best friend' (mean  $\pm$  SD at T1:  $6.0 \pm 1.6$ ; T2:  $5.9 \pm 1.2$ ) or 'federal president' (mean  $\pm$  SD at T1:  $1.7 \pm 1.2$ ; T2:  $2.0 \pm 1.6$ ) circle. Hence, we concluded that the pupils were able to grasp the INS item.

Since the only 6th grade pupils who took part in our environmental education programme were general-education-track pupils, it would also be necessary to investigate the outcome of 6th grade university-track pupils to make this result more representative. The programme would need to be adjusted according to their academic level. For future research, we suggest a cross-study with another age-appropriate scale which also measures connectedness with nature, like the scales described by Ernst and Theimer (2011). A high correlation of both scales could confirm the measurement outcome. Nevertheless, we regard our present studies as a good starting point for future inquiries.

Future research should also focus on widening the surveyed age range towards adulthood to track the actual development of the inclusion of nature in self. This could answer at which age the 'split with nature' (Jordan 2009) actually takes place. Additional measures might help add a higher predictive power to the study. A comparison of connectedness to nature among different countries and continents would be interesting as well.

In closing, connectedness to nature can be influenced by the duration, frequency and setting of nature encounters. However, the strength of inclusion of nature in self also

depends on a pupils' age and academic track. Younger children and university-track pupils tend to have a greater connectedness to nature than older children or general-education-track pupils. This correlation should be considered when educators or teachers plan and implement environmental education programmes. The programmes should be conducted in a natural environment and have a sufficient duration and frequency with a focus on improving connectedness with nature through providing pupils with positive affective nature encounters before the age of 11. Such experiences can play an important role in achieving a sustainable future.

### **Acknowledgements**

The authors wish to thank the second author for allocating INS data (6th grade high achievers) from her own study. We would also like to acknowledge the statistical support of Michael Wiseman and Alexandra Kibbe. We appreciate the support of the school field centre 'Schullandheim Weißenstadt' and especially Anne Gebhardt and Cornelia Riedel for their support during the programme implementation, and we thank all participating students and their teachers.

### **Notes on contributors**

Anne K. Liefländer is a PhD student at the Department of Biology Education, University of Bayreuth, Germany. Her research focuses on promoting connectedness to nature, environmental knowledge and attitudes through environmental education.

Gabriele Fröhlich is Ph.D. student in the department of biology education at the University of Bayreuth, Germany. Her research focuses on consumer behaviour concerning sustainability, students' conceptions and out-of-school learning settings regarding environmental education.

Wesley Schultz is Professor of Psychology at California State University, San Marcos. His research focuses on social psychology, particularly in the areas of environmental education and conservation behaviour. Recent studies have examined residential energy conservation, social norms, recycling, litter prevention, and climate change education.

Franz X. Bogner is Chair Professor of Biology Education at the University of Bayreuth. His main research focuses on educational interventions' design by specifically taking into account the attitudinal, behavioural and cognitive effects due to participation. Together with M. Wiseman he has developed the attitudinal 2-MEV scale which up to now was thrice independently confirmed and is currently used in 21 languages of the world.

## References

- Aron, A., E.N. Aron, and D. Smollan. 1992. "Inclusion of Other in the Self Scale and the Structure of Interpersonal Closeness." *Journal of Personality and Social Psychology* 63 (4): 596–612.
- Bonnett, M., and J. Elliott. 1999. "Editorial." *Cambridge Journal of Education* 29: 309–311.
- Brügger, A., F.G. Kaiser, and N. Roczen. 2010. "One for All? Connectedness to Nature, Inclusion of Nature, Environmental Identity, and Implicit Association with Nature." *European Psychologist* 1: 1–10.
- Bruni, C.M., and P.W. Schultz. 2010. "Implicit beliefs about self and nature: Evidence from an IAT game." *Journal of Environmental Psychology* 30 (1): 95–102.
- Buttel, F.H. 1979. "Age and Environmental Concern: A Multivariate Analysis." *Youth and Society* 10 (3): 237–56.
- Buttel, F.H., and W.L. Flinn. 1978. "Social class and mass environmental beliefs." *Environment and Behavior* 10 (3): 433–50.
- Cheng, J.C.-H., and M.C. Monroe. 2010. "Connection to Nature: Children's Affective Attitude Toward Nature." *Environment and Behavior* 44 (1): 31–49.
- Clayton, S., ed. 2003. *Environmental identity: A conceptual and an operational definition*. With the assistance of S. Clayton and S. Opatow. Identity and the natural environment: The psychological significance of nature. Cambridge, MA: MIT Press.
- Cohen, J. 1992. "A power primer." *Psychological Bulletin* 112: 155–59.
- Davis, J.L., J.D. Green, and A. Reed. 2009. "Interdependence with the environment: Commitment, interconnectedness, and environmental behavior." *Journal of Environmental Psychology* 29: 173–80.
- Ernst, J., and S. Theimer. 2011. "Evaluating the effects of environmental education programming on connectedness to nature." *Environmental Education Research* 17 (5): 577–98.
- Ewert, A., G. Place, and J. Sibthorp. 2005. "Early-life outdoor experiences and an individual's environmental attitudes." *Leisure Sciences* 27 (3): 225–239.

- Fančovičová, J., and P. Prokop. 2011. "Plants have a chance: Outdoor educational programmes alter students' knowledge and attitudes towards plants" *Environmental Education Research* 17 (4): 537–51.
- Field, A.P. 2009. *Discovering statistics using SPSS: (and sex and drugs and rock 'n' roll)*. 3rd. Los Angeles, London: SAGE Publications.
- 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 (4): 427–36.
- Hinds, J., and P. Sparks. 2008. "Engaging with the natural environment: The role of affective connection and identity." *Journal of Environmental Psychology* 28 (2): 109–20.
- Hirsh, J.B. 2010. "Personality and environmental concern." *Journal of Environmental Psychology* 30 (2): 245–48.
- IUCN, UNEP, WWF 1991. *Caring for the Earth: a strategy for sustainable living*: London: Earthscan Publications.
- Jordan, M. 2009. "Nature and Self—An Ambivalent Attachment?" *Ecopsychology* 1 (1): 26–31.
- Kahn, P.H. 1997. Developmental psychology and the biophilia hypothesis: Children's affiliation with nature. *Developmental review* 17, no.1: 1–61.
- 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.
- 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.
- Kantomaa, M.T., T.H. Tammelin, S. Näyhä, and A.M. Taanila. 2007. "Adolescents' physical activity in relation to family income and parents' education." *Preventive Medicine* 44 (5): 410–15.
- Kellert, S.R., and E.O. Wilson. 1993. *The Biophilia hypothesis*. Washington, D.C: Island Press.

- Klineberg, S. L., M. McKeever, and B. Rothenbach, B. 1998. „Demographic predictors of environmental concern: It does make a difference how it’s measured.” *Social Science Quarterly* 79 (4), 734-753.
- Kossack, A., and F.X. Bogner. 2011. “How does a one-day environmental education programme support individual connectedness with nature? Journal of Biological Education.” *Journal of Biological Education*. doi:10.1080/00219266.2011.634016
- Mayer, F.S., and C. McPherson Frantz. 2004. “The connectedness to nature scale: A measure of individuals' feeling in community with nature.” *Journal of Environmental Psychology* 24: 503–15.
- Milbrath, L.W. 1994. “Environmental education for the 21st century.” In *Literacy: A redefinition*. Edited by Nancy J. Ellsworth, Carolyn N. Hedley, and Anthony N. Baratta, 271–78. Hillsdale, N.J: L. Erlbaum Associates.
- 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 (5): 715–40.
- Palmer, J.A. 1998. *Environmental education in the 21st century: Theory, practice, progress and promise*. London [etc.]: Routledge.
- Parra, A., and A. Oliva. 2009. “A longitudinal research on the development of emotional autonomy during adolescence.” *The Spanish Journal of Psychology* 12 (1): 66–75.
- Phenice, L.A., and R.J. Griffore. 2003. “Young children and the natural world.” *Contemporary Issues in Early Childhood* 4 (2): 167–71.
- Poortinga, W., L. Steg, and C. Vlek. 2004. “Values, environmental concern, and environmental behavior.” *Environment and Behavior* 36 (1): 70–93.
- Potter, G. 2010. “Environmental education for the 21st century: Where do we go now?” *The Journal of Environmental Education* 41 (1): 22–33.
- Rickinson, M.. 2001. “Learners and Learning in Environmental Education: A critical review of the evidence: Environmental Education Research.” *Environmental Education Research* 7 (3): 207–320.
- Schneider, T. 2004. “Der Einfluss des Einkommens der Eltern auf die Schulwahl: The influence of parental income on school choice.” *Zeitschrift für Soziologie* 33 (6): 471–92.



- Schultz, P. W., and J.J. Tabanico. 2007. "Self, Identity, and the Natural Environment: Exploring Implicit Connections With Nature." *Journal of Applied Social Psychology* 37 (6): 1219–47.
- Schultz, P.W. 2001. "The structure of environmental concern: concern for self, other people, and the biosphere." *Journal of Environmental Psychology* 21: 327–39.
- Schultz, P.W. 2002. "Inclusion with nature: The psychology of human-nature relations." In *Psychology of sustainable development*. Edited by P. Schmuck and P.W Schultz, 61–78. Boston, Dordrecht, London: 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.
- Steinberg, L., and S.B. Silverberg. 1986. "The Vicissitudes of Autonomy in Early Adolescence." *Child Development* 57 (4): 841–51.
- Stocké, V., H.-P. Blossfeld, K. Hoenig, and M. Sixt. 2011. "Social inequality and educational decisions in the life course." *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 14 (2): 103–19.
- Tilbury, D.. 1995. "Environmental Education for Sustainability: defining the new focus of environmental education in the 1990s: Environmental Education Research." *Environmental Education Research* 1 (2): 195–212.
- UNESCO-UNEP 1976. The Belgrade charter. *Connect: UNESCO-UNEP Environmental Education Newsletter*, 1 (1): 1-2.
- Wells, N. M., and K. S. Lekies. 2006. "Nature and the life course: Pathways from childhood nature experiences to adult environmentalism." *Children, Youth and Environments* 16 (1): 1–24.



### ***E.4 Teilarbeit B***

Liefländer, A.K. & Bogner, F.X. (2012)

The effects of children's age and gender on acquiring pro-environmental attitudes through environmental education

*The Journal of Environmental Education*

(submitted)

## **The effects of children's age and gender on acquiring pro-environmental attitudes through environmental education**

Anne K. Liefländer<sup>a\*</sup>, Franz X. Bogner<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Department of Biology Education, University of Bayreuth, Bayreuth, Germany;*

### Acknowledgements

We wish to thank all participating students and teachers and we acknowledge the continuous support of the educational field center "Schullandheim Weißenstadt" during the implementation phase, in particular, Cornelia Riedel und Anne Gebhardt.

### Correspondence details

<sup>a</sup> Centre of Math & Science Education (Z-MNU), Department of Biology Education, NW I, University Campus NW-1, 95447 Bayreuth, Germany.

E-mail: [anne.lieflaender@uni-bayreuth.de](mailto:anne.lieflaender@uni-bayreuth.de), [franz.bogner@uni-bayreuth.de](mailto:franz.bogner@uni-bayreuth.de);

Web: [www.bayceer.uni-bayreuth.de/didaktik-bio](http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/didaktik-bio).

\* Corresponding author. Email: [anne.lieflaender@uni-bayreuth.de](mailto:anne.lieflaender@uni-bayreuth.de)

### Abstract

Environmental education programs aiming to reorient children's environmental attitudes towards a pro-environmental direction require background information, such as age and gender differences, to ensure appropriate design. We used the 2-MEV model with its domains *preservation* and *utilization* of nature to assess a four-day program at an educational field center with students 9-10 and 11-13 years of age. A pre-, post-, retention test design revealed younger students to be more responsive concerning positive attitude shifts than older students, whereas the genders were equally influenced. Program developers should consider that education has a stronger effect on young children's environmental attitudes.

**Keywords:** environmental attitudes, 2-MEV model, age differences, gender differences, comprehensive education, water

### **The effects of children's age and gender on acquiring pro-environmental attitudes through environmental education**

Research about *attitudes* has a long tradition and is one of the most frequently studied concepts in the field of psychology (e.g., Dunlap, 2000; Eagly & Chaiken, 1993; Thurstone, 1928). Environmental psychologists specify attitudes by referring to preferences or the evaluative tendency “a person holds regarding environmentally related activities or issues” (Schultz, Shriver, Tabanico, & Khazian, 2004, p. 31).

Regarding environmental attitudes, education aims at achieving sustainable positive changes in the pro-environmental preferences of students. The importance of intervening to reorient attitudes, for instance, is neatly demonstrated in *the Irish plastic bag example* described by Dobson (2007): The government encouraged the use of reusable bags by imposing a fee on plastic shopping bags. This approach aimed to change individual attitudes towards littering and pollution. Indeed, in the follow up, 90% of all bags were removed from circulation. However, did the attitudes regarding litter and pollution really change or only the behavior? What would happen if plastic bags were again free of charge? Most people would certainly use the free plastic bags again, meaning they have not changed their attitudes. Therefore, only changes in attitude can ensure pro-environmental behavior, for example, in the absence of externally imposed sanctions.

Many researchers have developed instruments to measure environmental attitudes. These instruments can be used to investigate the effect of educational programs on the development of pro-environmental attitudes. We will briefly describe the most commonly used constructs to allow a comparison with the construct used in our study. First, we consider the revised New Environmental Paradigm (revised NEP; Dunlap & Van Liere, 1978; Dunlap et al., 2000). This instrument is designed to measure a person's endorsement of an ecological worldview (also referred to as pro-environmental orientation, environmental concern or values). The NEP refers to environmental attitude as a one-dimensional, bipolar construct which varies from unconcerned to concerned about the environment.

Second, we consider multidimensional constructs which are related to value-based orientations and consist of either two or three dimensions (Milfont & Gouveia, 2006). Gagnon Thompson and Barton's (1994) instrument measures attitudes with a two-dimensional scale: ecocentric (concern for all living things) and anthropocentric (concern for humans). In comparison, Stern and Dietz's (1994) theory uses a tripartite value orientation: egoistic concern (concern for self), altruistic concern (concern for other people), and

biospheric concern (concern for the biosphere). Measurement instruments to capture these orientations are Schwartz's (1977) value items or Schultz's (2001) Environmental Motives Scale.

The model we have chosen for our study is Bogner and Wiseman's 2-MEV model (Two Major Environmental Values; 1999, 2002, 2006), which is based on a theoretical framework comprising environmental attitudes that can be grouped under two distinct higher-order-factor domains: *preservation* and *utilization*. The ecological value *preservation* is determined by "a biocentric dimension that reflects conservation and protection of the environment" whereas *utilization* is determined by "an anthropocentric dimension that reflects the utilization of natural resources" (Wiseman & Bogner, 2003, p. 5). The theory posits *preservation* and *utilization* into four quadrants, not a linear scale. This orthogonal allocation permits a change of an individual's position on one dimension independent of the other dimension. This is important because "people who have strong Preservation (biocentric) attitudes do not necessarily have weak Utilisation (anthropocentric) attitudes" (Johnson & Manoli, 2011, p. 87). Assuming this, a conflict between the protection of the environment and the need to make use of natural resources, which can occur in real life, can be excluded (Bogner & Wiseman, 2006).

Other groups working with the 2-MEV model have independently determined that the psychometric properties of the model are sound (Boeve de Pauw & Van Petegem, 2011; Drissner, Haase, & Hille, 2010; Milfont & Duckitt, 2004; Munoz, Bogner, Clement, & Carvalho, 2009). The measure has undergone various validation steps and its dichotomous structure has proven to be consistent, reliable, and highly valid in diverse settings (across language and age barriers), for example, with pre- and in-service teachers in 16 countries in and neighboring Europe, with adolescents in Belgium and the USA, as well as with freshman students in New Zealand (Boeve de Pauw & Van Petegem, 2011; Drissner et al., 2010; Johnson & Manoli, 2008; Milfont & Duckitt, 2004; Munoz et al., 2009).

The great variety of scales makes it difficult to compare and evaluate intervention studies or educational programs. Therefore, it is necessary to implement the same measure in different studies to allow a comparison across studies (Bogner, 2002; Bogner & Wiseman, 2006). The 2-MEV scale consists of 20 items which are easy to understand and which can be answered quickly via a 5-point-Likert scale, which varies from "strongly disagree" (1) to "strongly agree" (5). These features make this model especially convenient for evaluating educational programs for adolescents and children via repeated measurement designs (Bogner & Wiseman, 2006; Johnson & Manoli, 2011). Reviewing results from previous

research allows new outcomes based on the 2-MEV model to be compared.

First, we focus on baseline studies which only measure the current state of environmental attitudes with the 2-MEV model in study groups differing in location, age and gender. German university students (mean age  $\pm$  SD = 22.12  $\pm$  1.55 years; Wiseman, Wilson, & Bogner, 2012) scored about 3.8 on the *preservation* dimension and 2.1 on the *utilization* dimension. In the US, Johnson and Manoli (2011) investigated the environmental attitudes of students 9-12 years of age and found an average *preservation* score of 3.7 and *utilization* score of 2.5. Both studies found that respondents show a tendency to agree with *preservation* and refuse *utilization*. With reference to gender, studies from Western Europe revealed young women score higher on *preservation* and lower on *utilization* compared to young men (Bogner & Wiseman, 1999, 2002a, 2006, Wiseman & Bogner, 2003). The same pattern was found for New Zealand introductory psychology students (Milfont & Duckitt, 2004). Further studies with German pre- and in-service teachers and with Flemish students revealed the same result for the *utilization* dimension; however, they found no significant differences between the *preservation* scores of male and females (Oerke & Bogner, 2010; Boeve de Pauw & van Petegem, 2011).

Intervention studies, like out-of-school learning or environmental education programs, can be designed to foster pro-environmental attitudes. The 2-MEV model has been used as an empirical basis for many previous intervention studies and is therefore useful for comparing differing samples and educational programs. Some programs were able to improve both of the measured environmental attitudes, with *preservation* scores increasing and *utilization* scores decreasing (e.g., Bogner & Wiseman, 2004, Johnson & Manoli, 2011). In other studies, only the *utilization* or the *preservation* scores improved (e.g., *utilization*: Bogner, 2002, Drissner et al., 2010; *preservation*: Bogner, 1999).

The intervention programs differed in length, content, as well as the age of participants. Johnson and Manoli (2011) used outdoor programs for students in grades four to six. The programs dealt with abstract ecological concepts which were made more concrete. Both environmental attitudes, *preservation* and *utilization* (modified 2-MEV scale), stayed improved with moderate effect sizes four to six weeks after the interventions. Drissner et al. (2010) established an experiential learning forum outside school for grades four to five. Their intervention lasted only three hours and students had direct contact with small animals, which led only to an improvement of *utilization*. They argue that their program might have been too short for a change in *preservation*, especially since the program content did not specifically target issues of *preservation*. A three-day program on an



endangered migratory bird species for students 11 - 16 years of age was found to lead to an improved *preservation* preference (Bogner, 1999); this result is most likely due to the program topic, which focused on bird conservation. Sellmann and Bogner (2012) conducted a one-day intervention study in a botanical garden with tenth grade students on the topic of global climate change. The program had a positive short-term effect on *preservation* and *utilization* directly after the program, but only *utilization* persisted four to six weeks after the program. They argue that the topic taught mainly dealt with the *utilization* factor and had no focus on conservation or *preservation* issues. In conclusion, the success of interventions probably depends on the topic taught. To improve both *preservation* and *utilization* attitudes, it seems necessary to carefully design programs which cover both dimensions sufficiently. Until now, there has been no investigation on whether students of differing ages or gender are equivalently accessible concerning their environmental attitudes due to participation in environmental education.

One of our study's objectives is to confirm the orthogonal structure of the 2-MEV model. Previous research has led us to expect that students would score similarly to their German and / or their similar-age counterparts on the environmental attitudes *preservation* and *utilization*. We assume an effect due to program participation on both environmental attitudes on a short- and long-term basis differing by age (students 9-10 and 11-13 years old) and gender.

## Methods

### Participants

Students from Bavarian schools formed two main subsamples, which consisted of students participating in our educational program or students assigned to an external control group (Table 1). The subsamples were further divided according to grade: fourth-grade students (9-10 years of age) from primary schools and sixth-grade general-education-track students (11-13 years of age).

Table 1

*Number, age, and gender distribution of the study group divided into the subsamples participants and control.*

	Subsamples	Participants	Control	Total
n	9-10	138	39	177
	11-13	55	35	90
	Total	193	74	267
Age [M (SD)]	9-10	9.82 (0.53)	9.62 (0.54)	9.77 (0.54)
	11-13	11.93 (0.50)	12.00 (0.59)	11.96 (0.54)
	Total	10.74 (1.32)	10.42 (1.09)	10.51 (1.17)
Gender [% female]	9-10	47.83	53.85	49.15
	11-13	43.64	51.43	46.67
	Total	46.63	52.70	48.31

Note: To detect a large effect size ( $r = .5$ ) for all the relevant tests of significance with a standard  $\alpha$ -level of .05 and a power of .8, we aimed for a sample size of  $n \geq 28$  for each subsample (Cohen 1992 in Field 2009).

Overall, our study group consisted of 15 participating classes and had an average group size of  $M \pm SD = 20.8 \pm 5.22$  students. The participant group consisted of 11 classes which had already been registered by their schools to spend a week at an educational field center before they were invited to take part in our study. The control group consisted of students from four classes without program participation who only completed our questionnaires. Both groups were convenience samples. Only those students whose parents signed consent forms to participate in the study were included in the data analysis. Each student was assigned a strictly confidential code that was used on the student's T0, T1, and T2 questionnaires to link them for statistical analysis.

### **Environmental Education Program**

Our residential environmental education program was titled "Water in Life - Life in Water" and was adapted to the Bavarian curriculum for fourth-grade students and sixth-grade general-education-track students. During late spring and summer, students spent four days at the educational field center and received approximately six hours of guidance every day from the same instructor. The time schedule assured that each participating class underwent the same activities, structure, and time frame. The program covered various cognitive and affective as well as formal and informal aspects aimed at improving students' environmental attitudes and knowledge along with the students' relationship to nature. Interactive didactic methods like "learning at workstations" (e.g., Gerstner & Bogner, 2010) or "jigsaw puzzle" (Aronson 1978) were implemented to foster environmental understanding, to assist students in interactively confronting local and global water problems, as well as to teach students how to lessen their individual impacts on the water supply. Direct multisensory nature-encounters were used to strengthen positive attitudes towards nature (e.g., discovery and perception games and biological water quality assessment).

### **Procedure**

We selected 16 items from Bogner and Wiseman's 2-MEV scale (2006; original German version). We slightly revised the scale to adapt the questionnaire to the cognitive capacity of our younger students and omitted two items from each scale (for the omitted items, please refer to Bogner and Wiseman 2006: p. 251, Table 2: items 18, 22, 37 and 42). We embedded the eight *preservation* and the eight *utilization* items into a larger, paper-and-pencil questionnaire containing 31 additional items (on environmental knowledge and connectedness to nature) which took about 15 minutes for students to complete. The students responded to the scale items on a 5-point-Likert scale varying from "strongly disagree" (1) to "strongly agree" (5), with an "undecided" category (3). This "undecided" category does not force a response, which is especially important for maintaining young children's interest (Johnson & Manoli, 2011). We administered the questionnaire three times, always presenting the items in a differing order: T0 (pre-test at school two weeks before participation in the program), T1 (post-test directly after the program at the educational field center), and T2 (follow-up test at school four to six weeks later). The control group completed the questionnaires without any program participation before T2. Teachers whose classes took part in the study were advised not to teach their students anything on

the curricular topic of water until after T2. The percentage of missing answers was low (1.47%) for all test times. Only those students who completed all three questionnaires and at least 80% of each individual 2-MEV scale were included in the analyses.

### Statistical Analysis

To assess the dichotomous structure of the 2-MEV model, we conducted a confirmatory principal-axis factor analysis with oblique rotation (direct oblimin; post-test data; see also Bogner & Wiseman, 2006; Munoz et al., 2009; Johnson & Manoli, 2011). A bivariate correlation of *preservation* with *utilization* was calculated.

We used the sum mean of each person for the calculation of overall *preservation* and *utilization* preferences for both age groups and both genders. For the baseline studies (age and gender), we merged the pre-test data of the intervention and control group. According to the central limit theorem, we assume normality and apply parametric tests (Wilcox, 2005) to determine any changes in *preservation* and *utilization* scores due to the environmental education program.

The internal reliability of the pre-test data of the whole study group expressed as Cronbach's  $\alpha$  was moderate with  $\alpha = .62$  for *preservation* and  $\alpha = 0.60$  for *utilization* ( $n_{\text{Items}} = 8$ ).

## Results

### Factor analysis

The principal-axis factoring analysis clearly supports the proposed dichotomous structure of the 2-MEV model because both dimensions fall on different axes (Figure 1). *Preservation* accounted for 18.5% and *utilization* for 14.3% of the total variance. The bivariate correlation between *utilization* and *preservation* show both factors to be almost completely independent (pre-test:  $r = -0.034$ ,  $p = .557$ ; post-test:  $r = -0.119$ ,  $p = .051$ ; retention test:  $r = .192$ ,  $p = .002$ ).

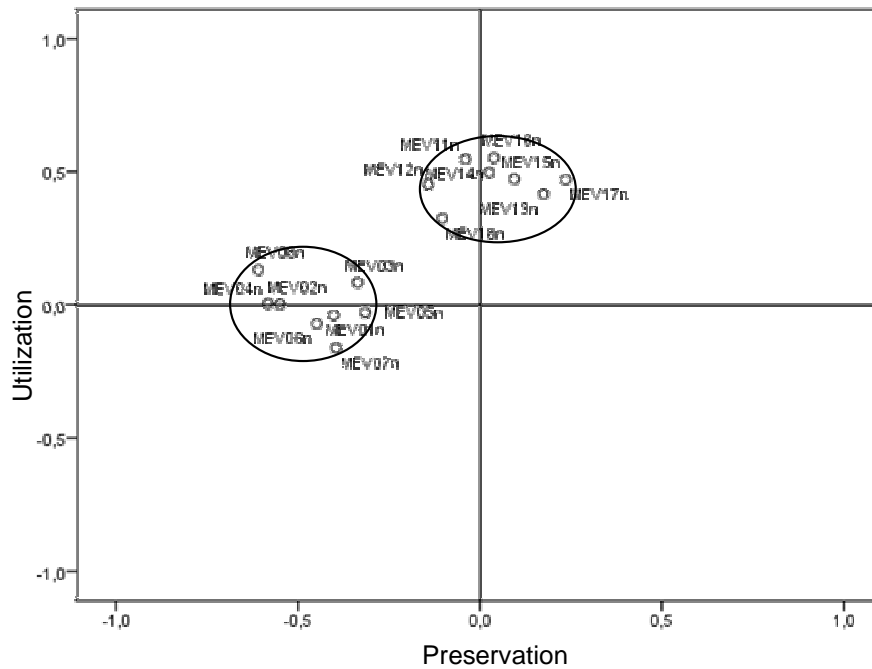


Figure 1. Orthogonal structure of the 2-MEV *preservation* and *utilization* dimensions. Post-test results given as an example homologous to the pre- and retention test results.

### Environmental attitudes and age

The baseline scores of the students 9-10 years of age differ significantly from the students 11-13 years of age for *preservation* ( $t = 4.90$ ,  $df = 265$ ,  $p < .001$ ,  $r = .29$ ) and *utilization* ( $t = -2.14$ ,  $df = 265$ ,  $p = .033$ ,  $r = .13$ ). With  $4.34 \pm 0.44$  on *preservation* and  $2.47 \pm 0.63$  on *utilization*, the younger students show a higher *preservation* and a lower *utilization* preference than the older students (*preservation*:  $4.03 \pm 0.57$ , *utilization*:  $2.63 \pm 0.58$ ).

We calculated program-induced changes in *preservation* and *utilization* for both age groups. In the following, when speaking of improvement, we refer to a change towards more pro-environmental attitudes with *preservation* preference rising and *utilization* preference falling. Over all test times, we find the younger students 9-10 years of age differ significantly from the older students 11-13 years of age in the *preservation* dimension ( $F(1, 577) = 88.58$ ,  $p < .001$ ) and in the *utilization* dimension ( $F(1, 577) = 22.82$ ,  $p < .001$ ). Differences between the test times are shown in Table 2. The program positively affected our younger students in their *preservation* and *utilization* preference over the short term (T0 to T1) and long term (T0 to T2). However, only the improvement in the *preservation* dimension persisted after the program, while the improvement in the *utilization* dimension significantly decreased. Significant effects were also seen for the older students' *preservation* dimension, however, the effects persisted just over the short term with a medium

effect size (Table 2). We detect no changes in the *utilization* dimension for the older students. We find no effects from filling in questionnaires as determined by comparison with the control group (*preservation*:  $F(2, 211) = 0.45, p = .642$ , *utilization*:  $F(2, 211) = 0.13, p = .876$ ).

Table 2

*Change in environmental attitudes with regard to student age.*

Effect	Age	<i>Preservation</i>				<i>Utilization</i>			
		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Short-term	9-10	-3.97	137	<.001	.32	6.00	137	<.001	.46
	11-13	-3.00	54	.004	.38	1.41	54	.165	-
Long-term	9-10	-3.64	137	<.001	.30	3.08	137	.003	.26
	11-13	-1.40	54	.168	-	-0.29	54	.774	-
Persistency	9-10	0.43	137	.666	-	-3.09	137	.002	.26
	11-13	1.63	54	.108	-	-1.55	54	.127	-

Note: Short-term effects: T0 – T1, long-term effects: T0 – T2, persistency of effects: T1-T2; the effect size *r* was calculated with .10 as a small, with .30 as a medium, and with .50 as a large effect ( $r = \sqrt{t^2/(t^2+df)}$ ); Cohen 1992 in Field 2009).

### Environmental attitudes and gender

Baseline results on the environmental attitudes of gender show no differences between female and male students, neither for the younger (*preservation*:  $t = -0.64, df = 175, p = .526$ ; *utilization*:  $t = -0.24, df = 175, p = .810$ ), nor for the older students (*preservation*:  $t = -0.89, df = 88, p = .377$ ; *utilization*:  $t = 0.15, df = 88, p = .882$ ).

We used a multivariate test with the variables *gender* and *grade* to reveal program-induced differences. As described above, we again find a differing program effect on the younger compared to the older students (*preservation*:  $F(3, 187) = 14.82, p < .001$ ; *utilization*:  $F(3, 187) = 4.52, p = .004$ ; please also refer to Table 2). Male and female students, however, show no difference related to program participation (*preservation*:  $F(3, 187) =$

0.80,  $p = .498$ ; *utilization*:  $F(3, 187) = 0.51, p = .679$ ). We also find no interrelationship between *age* and *gender* (*preservation*:  $F(3, 187) = 2.54, p = .058$ ; *utilization*:  $F(3, 187) = 0.72, p = .544$ ). The program had no significant gender effects with regard to changes in the students' environmental attitudes.

### Discussion

Our study contributes to the field of attitude research by considering the effects of participation in a four-day environmental education program on students of different ages and genders. The existing levels of environmental attitudes as well as their shifts due to an educational intervention were measured by using the 2-MEV scale.

Beforehand, a principal-axis factor analysis supported the dichotomous orthogonal 2-MEV's structure with regard to its principal domains *preservation* and *utilization*. The model allows for a possible change of one attitude independent from the other, which is also supported by our correlation result and those results reported by Boeve de Pauw and van Petegem (2011). The explained variance of our study sample, 32.8%, accounted for by *preservation* and *utilization* was in line with the results from literature (Bogner and Wiseman 2006: overall explained variance 38.5%). In general, a similar pattern is found regarding the baseline scores, although our participants' scores were slightly higher for *preservation* scores than the baseline scores specified in earlier studies (Bogner & Wilhelm, 1996; Wiseman et al., 2012; Johnson & Manoli, 2011). Nevertheless, our high initial scores, especially on the *preservation* scale, limit the potential space for improvement in a positive direction (ceiling effect). Studies which rely on the self-reporting of young children also need to consider social desirability when interpreting results as younger children were found to show a higher social desirability than their older counterparts (Boehnke, Silbereisen, Reynolds, & Richmond, 1986; Oerke & Bogner, 2011). For instance, Oerke and Bogner (2011) investigated the influence of "socially acceptable" answers on students' responses on the 2-MEV scale, similarly portraying a significant effect of age on preservation. This was consistent with Wiseman and Bogner (2003), who also found Lie scores to be a highly significant predictor for *preservation* scores. Both studies found no influence on the *utilization* dimension. Therefore, we must consider that our *preservation* scores may very likely have been increased due to social desirability, especially in our younger cohort. Future studies, therefore, should include a social desirability corrective in order to exclude this probable effect in the *preservation* dimension. A

previous publication, based on the same environmental education program as the current study, finds that younger students have a higher connectedness to nature than the older students (Liefländer, Fröhlich, Bogner, & Schultz, 2012). The authors argue that the onset of puberty of the older students might explain the change towards less favorable connectedness to nature. Environmental attitudes, therefore, might be subject to change just as much, which can explain the differing outcomes for the age groups.

On the basis of the orthogonal structure of the 2-MEV model, an environmental education program may influence only one or both environmental attitudes. Although we intended to cover both environmental attitudes through the program design, we found a more sustainable influence on the *preservation* dimension than on the *utilization* dimension. Following the assumptions of former intervention studies (e.g., Bogner, 1999; Sellmann & Bogner, 2012; Drissner et al., 2010), this is probably due to the program content. Despite our careful design, it is possible that the program content had a more positive overall influence on *preservation*. Another consideration points to the questionnaire itself: Inspecting the items for *utilization* and *preservation* reveals that three *preservation* items explicitly deal with the topic water, whereas there are no equivalent *utilization* items. Therefore, our program content obviously had a major influence on the study outcome.

The change of environmental attitudes also differs between younger and older students, which confirms our expectations. In contrast to the positive effects on the younger students, the *preservation* dimension of the older students only increased over the short term and the *utilization* dimension was not impacted at all due to program participation. The onset of puberty, as we have mentioned above, might also explain the limited effect of the program on the older cohort.

Referring to gender, we find no baseline differences between boys and girls, which is inconsistent with the majority of literature, which mostly finds female participants to score lower on *utilization* and higher on *preservation*, indicating they have stronger pro-environmental attitudes than male participants do (e.g., Bogner & Wiseman, 2004, 2006; Wiseman et al., 2012; and review by Zelezny, Chua, & Aldrich, 2000). Some other studies, however, also report no differences in environmental concern between the genders (Arcury & Christianson, 1993; Widegren, 1988 as cited by Zelezny, Chua, & Aldrich, 2000). The impact of participation in our program did not affect girls and boys differently, which may indicate a suitable program design regarding gender.

## Summary



Due to its orthogonal structure, the empirical 2-MEV model allows shifts in the environmental attitudes *preservation* and *utilization* to be recorded. In monitoring these shifts, we find a stronger program effect on the *preservation* dimension than on the *utilization* dimension. Differences between the age groups (9-10 and 11-13 years of age) revealed that younger students obtain and maintain a higher pro-environmental attitude than their older counterparts. Gender, however, does not appear to be an influential factor for the differing program outcomes. Four-day environmental education programs that aim to reorient environmental attitudes seem to be more effective for younger children than for older ones regardless of gender.

### References

- Aronson, E. (1978). *The jigsaw classroom*. Oxford, England: Sage.
- Arcury, T., & Christianson, E. (1993). Rural and urban differences in environmental knowledge and action. *The Journal of Environmental Education*, 25, 19–25. doi:10.1080/00958964.1993.9941940
- Boehnke, K., Silbereisen, R. K., Reynolds, C., & Richmond, B. (1986). What I think and feel: German experience with the revised form of the Children's Manifest Anxiety Scale. *Personality and Individual Differences*, 7, 553–560. doi:10.1016/0191-8869(86)90132-7
- 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. doi:10.1080/09500693.2010.540725
- Bogner, F. (1999). Empirical evaluation of an educational conservation program introduced in Swiss secondary school. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1169–1185. doi:10.1080/095006999290138
- Bogner, F. (2002). The influence of a residential outdoor education program to pupil's environmental perception. *European Journal of Psychology of Education*, 17(1), 19–34. doi:10.1007/BF03173202
- Bogner, F.X., & Wilhelm, M. (1996). Environmental perspectives of pupils: The development of an attitude and behaviour scale. *The Environmentalist*, 16(2), 95–110. doi:10.1007/BF01325101

- Bogner, F.X., & Wiseman, M. (1999). Toward measuring adolescent environmental perception. *European Psychologist*, 4(3), 139. doi:10.1027//1016-9040.4.3.139
- Bogner, F.X., & Wiseman, M. (2002a). Environmental perception of French and some Western European secondary school students. *European Journal of Psychology of Education*, 17(1), 3–18. doi:10.1007/BF03173201
- Bogner, F.X., & Wiseman, M. (2002b). Environmental perception: Factor profiles of extreme groups. *European Psychologist*, 7(3), 225–237. doi:10.1027//1016-9040.7.3.225
- 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. *The Environmentalist*, 26(4), 247–254. doi:10.1007/s10669-006-8660-9
- Dobson, A. (2007). Environmental citizenship: towards sustainable development. *Sustainable Development*, 15(5), 276–285. doi:10.1002/sd.344
- Drissner, D., Haase, H.-M., & Hille, K. (2010). Short-term environmental education - Does it work?: An evaluation of the 'Green Classroom'. *Journal of Biological Education*, 44(4), 149–155. doi:10.1080/00219266.2010.9656215
- Dunlap, R., & van Liere, K. (1978). The new environmental paradigm: A proposed instrument and preliminary results. *The Journal of Environmental Education*, 9(4), 10–19. doi:10.3200/JOEE.40.1.19-28
- Dunlap, R., van Liere, K., Mertig, A., & Jones, R. (2000). Measuring endorsement of the new ecological paradigm: A revised NEP scale. *Journal of Social Issues*, 56(3), 425–442. doi: 10.1111/0022-4537.00176
- Eagly, A., & Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Gagnon Thompson, S., & Barton, M. (1994). Ecocentric and anthropocentric attitudes toward the environment. *Journal of Environmental Psychology*, 14(2), 149–157. doi:10.1016/S0272-4944(05)80168-9

- Gerstner, S., & Bogner, F.X. (2010). Cognitive achievement and motivation in hands-on and teacher-centred science classes: Does an additional hands-on consolidation phase (concept mapping) optimise cognitive learning at work stations? *International Journal of Science Education*, 32(7), 849–870.  
doi:10.1080/09500690902803604
- Johnson, B., & Manoli, C. (2008). Using Bogner and Wiseman's model of ecological values to measure the impact of an earth education program on children's environmental perceptions. *Environmental Education Research*, 14(2), 115–127.  
doi:10.1080/1350462080195167
- Johnson, B., & Manoli, 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.  
doi:10.1080/00958964.2010.503716
- Liefländer, A.K., Fröhlich, G., Bogner, F.X. & Schultz, P.W. (2012). Promoting connectedness with nature through environmental education. *Environmental Education Research*. doi:10.1080/13504622.2012.697545
- 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. doi:10.1016/j.jenvp.2004.09.001
- Milfont, T., & Gouveia, V. (2006). Time perspective and values: An exploratory study of their relations to environmental attitudes. *Journal of Environmental Psychology*, 26(1), 72–82. doi:10.1016/j.jenvp.2006.03.001
- Munoz, F., Bogner, F.X., Clement, P., & Carvalho, G. (2009). Teachers' conceptions of nature and environment in 16 countries. *Journal of Environmental Psychology*, 29(4), 407–413. doi:10.1016/j.jenvp.2009.05.007
- Oerke, B., & Bogner, F. (2010). Gender, age and subject matter: impact on teachers' ecological values. *The Environmentalist*, 30(2), 111–122. doi:10.1007/s10669-009-9250-4
- Oerke, B., & Bogner, F. (2011). Social desirability, environmental attitudes, and general ecological behaviour in children. doi:10.1080/09500693.2011.566897
- Oskamp, S. (1977). *Attitudes and opinions*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

- Schultz, P. (2001). The structure of environmental concern: Concern for self, other people, and the biosphere. *Journal of Environmental Psychology, 21*, 327–339. doi:10.1006/jevp.2001.0227,
- Schultz, P., Shriver, C., Tabanico, J., & Khazian, A. (2004). Implicit connections with nature. *Journal of Environmental Psychology, 24*(1), 31–42. doi:0.1016/S0272-4944(03)00022-7
- Schwartz, S. H. (1977). Normative influences on altruism. *Advances in Experimental Social Psychology, 10*, 221–279.
- Sellmann, D., & Bogner, F. (2012). *Effects of a 1-day environmental education intervention on environmental attitudes and connectedness with nature*. European Journal of Psychology of Education. doi:10.1007/s10212-012-0155-0
- Sjöberg, L. (2005). The structure and importance of attitudes. *PsycCRITIQUES, 50*(42), no pagination specified.
- Snelgar, R. (2006). Egoistic, altruistic, and biospheric environmental concerns: Measurement and structure. *Journal of Environmental Psychology, 26*(2), 87–99. doi:10.1016/j.jenvp.2006.06.003
- Staats, H. (2003). Understanding proenvironmental attitudes and behavior: An analysis and review of research based on the theory of planned behavior. In M. Bonnes, T. Lee, & M. Bonaiuto (Eds.), *Psychological theories for environmental issues*. Aldershot: Ashgate Pub Ltd.
- Stern, P., & Dietz, T. (1994). The value basis of environmental concern. *Journal of Social Issues, 50*(3), 65–84. doi:10.1111/j.1540-4560.1994.tb02420.x
- Thurstone, L. (1928). Attitudes can be measured. *American Journal of Sociology, 529–554*.
- Widegren, O. (1988). The new environmental paradigm and personal norms. *Environment and Behavior, 30*, 75–100. doi:10.1177/0013916598301004
- Wilcox, R. (2005). *Introduction to robust estimation and hypothesis testing* (2nd ed.). Burlington, MA: Elsevier.
- 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. doi:10.1016/S0191-8869(02)00071-5

- 
- Wiseman, M., Wilson, G. & Bogner, F.X. (2012). Environmental values and authoritarianism. *Psychology Research*, 2(1), 25–31.
- Zelezny, L. C., Chua, P.-P., & Aldrich, C. (2000). New ways of thinking about environmentalism: Elaborating on gender differences in environmentalism. *Journal of Social Issues*, 56(3), 443–457. doi:10.1111/0022-4537.00177



## ***E.5 Teilarbeit C***

Liefländer, A.K., Bogner, F.X., Kibbe, A. & Kaiser, F.G. (2012)

Efficiently promoting and measuring three environmental knowledge dimensions

*Journal of Research in Science Teaching*  
(submitted)

## Efficiently promoting and measuring environmental knowledge dimensions

**Anne K. Liefländer<sup>a</sup>, Franz X. Bogner<sup>a\*</sup>, Alexandra Kibbe<sup>b</sup>, Florian G. Kaiser<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> *Department of Biology Education, University of Bayreuth, Bayreuth, Germany;*

<sup>b</sup> *Institute of Psychology, Otto-von-Guericke University, Magdeburg, Germany*

### Acknowledgements

We wish to thank all participating students and teachers, and we wish to acknowledge the constant support of the educational field center "Schullandheim Weißenstadt" during the implementation phase, in particular, the support provided by Cornelia Riedel and Anne Gebhardt.

### Correspondence details:

<sup>a</sup> Center of Math & Science Education (Z-MNU), Department of Biology Education, NW I, 95447 Bayreuth, Germany

E-mail: [anne.lieflaender@uni-bayreuth.de](mailto:anne.lieflaender@uni-bayreuth.de), [franz.bogner@uni-bayreuth.de](mailto:franz.bogner@uni-bayreuth.de)

Web: [www.bayceer.uni-bayreuth.de/didaktik-bio](http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/didaktik-bio)

<sup>b</sup> Institute of Psychology, Otto-von-Guericke University, P.O. Box 4120, 39016 Magdeburg, Germany

E-mail: [alexandra.kibbe@ovgu.de](mailto:alexandra.kibbe@ovgu.de); [florian.kaiser@ovgu.de](mailto:florian.kaiser@ovgu.de)

Web: <http://www.ipsy.ovgu.de/sozpsy.html>

\* Corresponding author's E-mail: [franz.bogner@uni-bayreuth.de](mailto:franz.bogner@uni-bayreuth.de)

Submitted to "The Journal of Research in Science Teaching"



### Abstract

One aim of environmental education is fostering individual sustainable environmental action, generally through improving people's knowledge. Within this context, recent studies have specified a distinct, psychometrically supported environmental knowledge structure: system, action-related, and effectiveness knowledge. To the best of our knowledge, our study is the first to deliberately implement these dimensions together in an educational campaign. Besides the conventionally imparted system knowledge, the other knowledge dimensions should also be suitably integrated by using specific didactic methods. With this in mind, we designed a four-day environmental education program on water issues for students at an educational field center. We applied a newly developed multiple-choice instrument using a pre-, post-, retention test design. The knowledge scales were calibrated with the Rasch model. In addition to the commonly assessed individual change in knowledge level, we also measured the change in knowledge convergence as an innovative indicator of educational success. As a result of program participation, the students significantly improved in terms of the amount learned in each knowledge dimension and the integration of the dimensions. The effectiveness knowledge shows the least gain, persistence, and convergence, which we explain by considering the specific dependence of the knowledge dimensions. Finally, we discuss emerging challenges for educational researchers and practical implications for environmental educators.

*Keywords:* environmental education, system knowledge, action-related knowledge, effectiveness knowledge, Rasch model, knowledge convergence

### **Efficiently promoting and measuring environmental knowledge dimensions**

Education needs to support and promote environmentally responsible and active citizenship. The specific content of environmental education ultimately has to focus on reducing people's harmful environmental impact, starting with an ample environmental knowledge basis (Hart, 2002, p. 1242; Kaiser, Roczen, & Bogner, 2008).

Environmental knowledge allows individuals to effectively and successfully cope with real-life everyday environmental challenges (Frick, Kaiser, & Wilson, 2004). Sound knowledge and profound knowledge integration are essential prerequisites for environmental action. This knowledge basis also encourages appropriate action towards environmental preservation and / or conservation (Axelrod & Lehman, 1993; Frick et al., 2004). In reality, the young generation's factual environmental knowledge is often reported as being lower than one would hope (review by Rickinson, 2001). This is not surprising as even adults are uninformed or misinformed with regard to general environmental issues, for instance, about the causes of air and water pollution and the potential solutions for these problems (Coyle, 2005). This existing lack of environmental knowledge calls for appropriate environmental education.

#### **Environmental Knowledge**

Traditionally, a well-planned acquisition of factual knowledge is regarded as the classical objective in school education (Kaiser et al., 2008). Nevertheless, for coping with complex environmental issues, factual environmental knowledge alone is not sufficient to manage real-life challenges. Frick et al. (2004) hypothesize three specific dimensions of environmental knowledge that are ultimately relevant for conservation behavior: A person who understands the natural states of ecosystems and their processes (system knowledge) is more likely to act appropriately. Second, one must know what can be done to face environmental problems (action-related knowledge). And third, knowing about the benefit of environmentally friendly actions is necessary when choosing from possible options (effectiveness knowledge). Such distinctions are crucial for practical implementations as educational programs need a particular design in order to promote the specific dimensions of knowledge. We explain the three environmental knowledge dimensions in the following text and provide examples to illustrate how the instrument was applied to measure the outcome of our environmental education program.

System knowledge describes basic scientific knowledge (Frick et al., 2004 p. 1609), such as knowledge about the relationships of ecosystems, the interaction of organisms, and reasons for environmental problems (Kaiser et al., 2008). One example taken from the system knowledge scale used for the program evaluation is the question "What is virtual water?" (in our context, defined as the "water used to fabricate a product"). Another question is "Which of the following countries have the least fresh water?": From a world map showing water scarcity presented during the program, students needed to conclude "Algeria and Namibia" as the correct answer rather than the incorrect options: "China and Russia", "Spain and Portugal", and "Brazil and Chile".

Action-related knowledge refers to knowledge of potential behavioral options which might lead to a specific conservation goal. This specific knowledge dimension can also cover a range of behavioral alternatives, including the knowledge needed for a person to carry them out correctly (Kaiser & Fuhrer, 2003). For instance, our action-related knowledge scale contains the question "Which method is effective for saving water?" This issue was part of a learning module where students learned that "taking a shower with a low-flow shower head" is an effective method for saving water. Another question asked during the program was "It is safe to drink tap water in Germany because..." with the answer "It is the most strictly controlled food".

Effectiveness knowledge is relevant for choosing behavioral alternatives (Kaiser et al., 2008). Therefore, knowledge about different actions is needed. Effectiveness knowledge targets the relative effectiveness of different behaviors and their potential for protecting the environment (Kaiser & Fuhrer, 2003). During our program, the students determined "How much water can be saved when you shower instead of bathe?" (up to 120 L). Another question was "Which food requires the most water to produce?" During different activities about virtual water, students learned that "meat" was the correct answer. According to Kaiser, Roczen, and Bogner (2008), effectiveness knowledge is the environmental knowledge dimension which is most often missing and not considered in environmental education.

### **Environmental Education**

Environmental education is successful in promoting knowledge, as demonstrated in various studies. Reviewing several outdoor field courses, Rickinson (2001) mentions Bogner's (1998) study as the most conclusive evidence: A five-day residential outdoor ecology program with secondary school students showed positive changes in environ-

mental knowledge based on a pre-test before the program started and post-test four weeks after the students participated in the program. There are also examples from more recent studies which show educational success directly after participation in a program or up to three months later (Fančovičová & Prokop, 2011; Randler, Ilg, & Kern, 2005; Sellmann & Bogner 2011). In conclusion, educational interventions are effective for achieving a persistent gain in environmental knowledge, however a slight knowledge decrease over time has to be anticipated.

To integrate all three knowledge dimensions into one educational unit, an elaborate program design is necessary. The situated learning theory may provide a promising approach (Lave & Wenger, 1991). Learners are seen in the social context in which they act and interact. Authentic situations with realistic problems are necessary to learn about and to solve real-life problems and transfer knowledge into different contexts. Working in groups and social interaction seem suitable and allow for the reflection and articulation of gained knowledge. Consequently, appropriate didactical methods like learning at workstations (e.g., Sturm & Bogner, 2008) or collaborative group discussions (e.g., Mason & Santi, 1998) may be effective for incorporating the three knowledge dimensions into one program. A program based on system, action-related, and effectiveness knowledge had not yet been investigated and evaluated. We therefore designed a program including suitable didactic methods to foster the three dimensions.

### **Efficient Education**

Based on the three environmental knowledge dimensions, efficient education can be described in terms of an increase in knowledge and its persistency. In other words, students who know more after participating in the program can also answer more difficult questions and keep this knowledge over a longer period of time. The programs described previously and other programs only aimed at increasing the amount of students' knowledge, changing their low knowledge level into a higher knowledge level. Knowledge convergence, however, had not yet been examined: Distinguishing between system, action-related, and effectiveness knowledge allows the integration of the dimensions into one another to be measured. After students' participation in the program, the students' test results might show a tighter correspondence of the environmental knowledge dimensions as proof of the educational success of our program. Ultimately, the test results from real experts would not allow any distinction between the knowledge dimensions to be made (Frick et al., 2004).

### **Research Goals**

The primary aims of this study are increasing the environmental knowledge of students through an environmental education program and examining the impact of the program by means of an instrument developed by us to measure the three dimensions of environmental knowledge. We examine the homogeneity and reliability of each environmental knowledge scale with the Rasch model. Our goal is to measure educational success in terms of the short-term increase and persistence of overall and specific environmental knowledge. Finally, we assume that the knowledge dimensions converge to form a more integrated knowledge base.

## **Methods**

### **Participants and Procedure**

Our sample consisted of 228 Bavarian students from primary and secondary general-education-track schools (fourth and sixth grades): 190 participated in our program, 38 served as a control group. The mean age was 10.44 years ( $SD = \pm 1.09$ ), 46.6% were females. On average, a class consisted of 19.11 students ( $SD = \pm 4.08$ ). One fourth grade class and one sixth grade class were assigned as a control group to ensure the exclusion of any learning effects simply caused by the repeated completion of our questionnaires. The mean age of the control group was 11.00 ( $SD = \pm 1.29$ ) with 50.0% female students. Participation required parents' consent. The school administration rules restricted any further data collection.

Our test design included a paper-and-pencil pre-, post-, and retention tests. The pre-test was completed at school two weeks before students' participation in the project. At the end of the program, the post-test was completed immediately at the educational field center. The retention test (follow-up test) was administered at school four to six weeks later. Our knowledge instrument contained 21 items which were embedded into a larger questionnaire containing 26 additional items. The knowledge items differed in their order of appearance between the test times, and the questionnaire took about 15 minutes for students to complete. Since our program followed the curriculum, teachers were asked not to teach anything related to the program topic in school until the retention test had been administered.

### **Environmental Education Program**

The modules of our residential program *Water in Life – Life in Water* summed up to approximately 24 hours of guidance within four consecutive days. To minimize the teacher variable, one single program instructor was selected to guide the classes. The program covered various cognitive and affective aspects, which were taught during indoor and outdoor sessions. Within the theoretical framework of situated learning (Lave & Wenger, 1991), we implemented various suitable didactical methods which were all student-centered. Group work with social interaction formed the basis of the program, and most modules contained active hands-on activities.

One instructional method was *learning at workstations* (e.g., Gerstner & Bogner, 2010; Sturm & Bogner, 2008). As a cooperative learning approach, it enhances social, practical, and professional competences and also supports cognitive achievement (Lord, 2001). The instructional material of each workstation consisted of one information sheet about the station's topic, one instructional sheet for the task to be completed, and additional material needed to complete the specific workstation task. Students worked autonomously in teams (of two or three) and completed the workstations at their own pace. Each student received a workbook, called a researcher booklet, with selected questions about each station. They had to complete all the tasks of each station and write the results in their workbooks. The students were then either allowed to verify their individual answers with a workbook containing expert solutions or to directly go to another workstation. We used this method for two modules, the first about "life in water" (e.g., breathing under water, the metamorphosis of amphibians, and the special dwelling of mayflies) and the second about the "characteristics of water" (e.g., the state of aggregation, water cycle, and water distribution on Earth). The modules varied in approach and work material, with the first module using mainly models and games and the second module using mainly hands-on experiments. They each consisted of four to five compulsory and four optional stations for faster groups, all lasting a maximum of 20 minutes each. In total, the learning at workstations took two to three hours.

Another module was based on a variation of learning at workstations. It was designed as a competition with 19 short workstations which had to be completed in a specific order and as correctly as possible within the shortest possible time. The topic was "water worldwide" and covered environmental knowledge about water on a local and global scale (sustainability, climate change, virtual water, water scarcity on earth, potable water, and wastewater). After the competition, which lasted one to one and a half

hours, we conducted an intensive oral debriefing. Each group consisted of four or five students and the competition's winning group received an award.

A long-term task which we introduced at the start of the week addressed personal water usage. The method and topic was especially suited to communicate action-related and effectiveness knowledge. The *jigsaw method* (Aronson, 1978) starts with forming basis groups which are then split into independent expert groups. We formed expert groups for the following topics: using and saving water, avoiding water pollution, virtual water within our food, and saving virtual water. Each group studies one topic and members become experts in their field. After the end of the expert phase, everyone returns to his or her basis group to put the jigsaw together, that is, each basis group is composed of six different experts. Each expert teaches the other students what he or she has learned. Within our program, this teaching phase formed the last module. To summarize their results, our students filled in their personal booklet. Due to students' inexperience in teaching others, each basis group was accompanied by either a teacher or the program instructor, who moderated the exchange of information by asking guiding questions whenever an expert experienced difficulties in teaching. No explicit help was given with regard to content.

The previously mentioned modules formed the basis for transferring environmental knowledge to the students. In return for the cognitive effort the students had to invest, we deployed more affective methods to allow the students to relax and directly encounter nature at a nearby lake and creek, for example, by completing observation games, experiencing water in a multisensory way and judging water quality via indicator animals.

### **Knowledge Scales**

We developed a multiple-choice instrument consisting of the three environmental knowledge dimensions: system knowledge, action-related knowledge, and effectiveness knowledge. We first selected a set of questions for each of the three knowledge dimensions, suitable for determining the program's outcome. In a second step, nonparticipating students were asked to formulate probable answers. In addition to the incorrect answers gathered from the student query, a teacher expert group assisted with the selection of three incorrect answers. With one correct and three incorrect statements, the chance of randomly guessing the correct answer of any particular item was always 25%. In a third step, all items were pilot-tested and an objectivity test was conducted to assure items fall into the supposed dimensions before selecting the final seven items per knowledge scale for our instrument.

The item responses for each student were coded with 1 for a correct answer and 0 for a false answer. The scales were calibrated using the simple Rasch model for dichotomous items (SRM; Rasch, 1980; Table 1). The Rasch model is a probabilistic model which describes the probability for a correct answer as function of item difficulty and person ability. For an in-depth description of the model and its formula, please refer to Bond and Fox (2007).

As input variables for the calculations of the knowledge level (Table 2) and knowledge convergence (Table 3), we used the Rasch person scores which are expressed in logits. Logits stand for the natural logarithm of the ratio of correct to incorrect answers. The more positive a logit, the more the ratio is shifted toward the “correct answer” and vice versa.

## Results

First, we present the results of the Rasch analyses to show the quality of our instrument. Second, we apply parametric tests to examine the effects our environmental education program on the increase of overall and specific environmental knowledge. Finally, we determine the extent of knowledge convergence.

### Quality of the Instrument

Starting our analyses, we first calibrate our three environmental knowledge scales according to the simple dichotomous Rasch model to obtain the scale descriptive, the reliability, and the fit statistic (Table 1).

The person reliability index indicates the probability of receiving the same order for persons if a parallel set of items measuring the same construct were applied. For our instrument we find acceptable person reliability for system and action-related knowledge, however, moderate person reliability for effectiveness knowledge (refer to Table 1: *Scale descriptive, Reliability*). Next to the moderate reliability, the variance of the effectiveness knowledge scale is lower than the variance of the other scales, which may cause the low reliability. The scale means for person scores range between  $M = .31$  for system knowledge and  $M = -.22$  for effectiveness knowledge, with action-related knowledge close to system knowledge,  $M = .23$ . The narrow distribution in the effectiveness dimension points to an overall lower effectiveness knowledge level of the participating students. The item reliability index indicates the probability of receiving the same item order if this scale were



applied to another sample of the same size. Our environmental knowledge scales show high item reliability, ranging from .95 to .98 (Wright & Masters, 1982, as cited by Bond & Fox, 2007).

Table 1

*Scale descriptors for person abilities and item and person fit statistics for the environmental knowledge scales*

	<i>System knowledge</i>	<i>Action-related knowledge</i>	<i>Effectiveness knowledge</i>
<b>Scale Descriptive</b>			
Reliability	.74	.72	.57
% missing answers	1.29	1.73	0.86
M	.31	.23	-.22
SD	1.05	1.01	.74
<b>Fit Statistics</b>			
<i>Item Fit</i>			
<i>M (MS)</i>	1.00	1.00	1.00
<i>SD (MS)</i>	.14	.11	.06
Maximum ( <i>MS</i> )	1.31	1.25	1.13
Minimum ( <i>MS</i> )	0.85	0.83	0.90
<i>M (t)</i>	-.11	.07	-.05
<i>SD (t)</i>	1.85	1.64	1.10
<i>Person fit</i>			
<i>M (MS)</i>	0.99	1.00	1.00
<i>SD (MS)</i>	.24	.21	.14
<i>M (t)</i>	-.01	.02	.01
<i>SD (t)</i>	1.12	0.97	0.86
Persons with poor fit ( $t \geq 1.96$ )	3.95%	3.07%	1.75%

Note: Simple dichotomous Rasch model (Rasch, 1980). Seven items are not sufficient for a Rasch analysis, therefore we used all test time results to obtain an  $N_{\text{Items}}$  of 21;  $N_{\text{Persons}} = 228$ . We used the software program *Quest*, standard version (Adams & Khoo, 1993). Abbreviations found in the fit statistics: Means (*M*) and standard deviation (*SD*) of the weighted infit in their mean square (*MS*) and standardized (*t*) forms.

Fit statistics for item and person mean squares (*MS*) are listed in Table 1. The data matches the model as the expected value of the mean squares ( $M(MS)$ ) for items and persons are about one. No reference point for the standard deviation of the mean squares ( $SD(MS)$ ) can be given. The *MS* fit statistic gives evidence for the relative difference in variations between the observed item/person values and the values predicted by the model. Mean *MS* values greater than 1.00 represent an under-fit and values below 1.00 can be regarded as indicating an over-fit (see Bond & Fox, 2007). For items, a *MS* value of 1.30 depicts a variance within the data for the single item which is 30 % higher than predicted by the model. Bond and Fox (2007) regard the range between 0.75 and 1.30 for the *MS* of items as an acceptable fit for ordinary multiple-choice tests. All items but one fall into this range of acceptable fit. The one item has a *MS* of 1.31 and shows an under-fit only in the pre-test. In the post- and retention tests it shows a good fit ( $MS = 1.08, 1.05$ ), and we therefore keep the item for analysis.

The fit statistics of *t*-values are very valuable for data interpretation as they are not influenced by sample size. The used standardized infit *t*-values of items and persons should have a mean ( $M(t)$ ) of zero and a standard deviation of about one. The number of students whose results cannot be precisely predicted by the model ( $t \geq 1.96$ ) should be less than 5 % of the whole sample. Our sample has less than 4 % of participants with a poor fit for each scale (Table 1).

### **Knowledge Increase and Persistence**

Educational success can be described in terms of a higher knowledge level after an educational intervention. The main results on the knowledge increase and persistence are presented in Table 2, and the corresponding statistical analyses are recorded in the text.

Table 2

*Environmental knowledge level as a function of the environmental education program*

Knowledge	Test time	Experimental groups	
		Control n = 38	Intervention n = 190
System	Pre-test	-0.45 ± 0.86	-0.74 ± 1.18
	Post-test	-0.47 ± 0.93	1.19 ± 1.25
	Retention test	-0.60 ± 1.04	1.02 ± 1.35
Action-related	Pre-test	-0.67 ± 0.88	-0.74 ± 1.19
	Post-test	-0.60 ± 1.32	1.11 ± 1.28
	Retention test	-0.47 ± 1.25	0.91 ± 1.24
Effectiveness	Pre-test	-0.81 ± 1.08	-0.78 ± 1.06
	Post-test	-0.60 ± 0.96	0.33 ± 1.06
	Retention test	-0.81 ± 0.83	0.04 ± 0.99

Note: Mean ± Standard deviation of person scores in logits.

Due to our educational program, students increased their environmental knowledge in all dimensions. A mixed-design ANOVA reveals a significant threefold effect between the pre- and post-test, all knowledge dimensions, and all groups,  $F(2, 452) = 51.69, p < .001$ . The intervention group differs from the control group and shows a significant overall knowledge increase from pre-test to post-test directly after program participation,  $t = -27.16, df = 569, p < .001$ , and  $r = .75$  (paired  $t$ -test;  $mean \pm SD$ :  $-.75 \pm 1.15$  to  $.88 \pm 1.26$ ). The environmental education program therefore had a very large effect<sup>1</sup> on the overall knowledge gain of the participants. The nonparticipating control group, as expected, does not show any knowledge increase,  $t = -0.312, df = 113, p = .756$  ( $mean \pm SD$ :  $-.59 \pm 1.00$  to  $-.55 \pm 0.99$ ).

Students attending our program also gained in each specific knowledge dimension between the pre- and post-tests. The gain in system knowledge is greatest ( $t = -18.75, df = 189, p < .001, r = .81$ ), closely followed by action-related knowledge ( $t = -16.78, df = 189, p < .001, r = .77$ ). The effect on effectiveness knowledge, however, is smaller ( $t = -12.71, df = 189, p < .001, r = .66$ ). The actual means are given in Table 2. As expected, the students forming the external control group did not gain in any knowledge dimension as they were not instructed on the topic of the program (Table 2).

The increase in the students' overall knowledge, which we have described above, persisted over a four-week time span. From the post-test to the retention test, the knowledge level does not decrease significantly across the test times, knowledge dimensions, and groups,  $F(2, 452) = 1.51, p = 0.222$ . As expected, we find no changes in the control group. The intervention group, however, shows a significant but small decrease in knowledge,  $t = 4.788, df = 569, p < .001, r = .20$  ( $mean \pm SD: 0.87 \pm 1.26$  to  $0.66 \pm 1.28$ ). Compared to the overall knowledge increase with a very large effect size from the pre-test to the post-test, the decrease constitutes only a small effect size and is therefore low. The control group neither loses nor gains knowledge between the post-test and retention test,  $t = 0.813, df = 113, p = .418$  ( $mean \pm SD: -.55 \pm 0.99$  to  $-0.67 \pm 1.08$ ).

The knowledge decrease is small for all specific knowledge dimensions. The system knowledge shows the least decrease ( $t = 2.11, df = 189, p = .036, r = .15$ ), closely followed by action-related knowledge ( $t = 2.47, df = 189, p = .014, r = .18$ ), and effectiveness knowledge shows the greatest decrease ( $t = 3.706, df = 189, p < .001, r = .26$ ).

### **Knowledge Convergence**

Knowledge convergence describes cognitive achievement in terms of its integration. A stronger integration of knowledge due to a program indicates the program's educational success. We therefore examined the integration of the individual knowledge dimensions by correlating one scale with the other. A stronger integration becomes visible if correlations increase over the test times.

Table 3

*Change in the convergence of the environmental knowledge dimensions due to students' program participation*

Test time		System knowledge	Action-related knowledge	Effectiveness knowledge
Pre-test	System knowledge	<i>.74</i>	.43	.33
	Action-related knowledge	.31***	.72	.36
	Effectiveness knowledge	.21**	.23**	.57
Post-test	System knowledge	<i>.74</i>	.60	.50
	Action-related knowledge	.44***	.72	.40
	Effectiveness knowledge	.33***	.26***	.57
Retention test	System knowledge	<i>.74</i>	.69	.56
	Action-related knowledge	.51***	.72	.28
	Effectiveness knowledge	.36***	.18*	.57

Note: Diagonal (*italics*): scale reliabilities; below the diagonal: uncorrected Pearson correlations  $r$ ; above the diagonal: Pearson correlations  $r$  corrected for measurement error attenuation. The correction adjusts the correlation for the unreliabilities of the two measures involved ( $r/\sqrt{(\text{reliability}_{\text{scale 1}} \times \text{reliability}_{\text{scale 2}})}$ ; Charles, 2005). Widely accepted significance tests are available only for uncorrected correlations. \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$ .

The correlations of system knowledge with action-related knowledge and with effectiveness knowledge tend to increase from the pre-test to the post-test and to the retention test (Table 3). The correlation between action-related knowledge and effectiveness knowledge also tends to increase, however, and decreases again from the post- to the retention test. Comparing the correlation coefficient of the independent test times according to Cohen, Cohen, West, and Aiken (2003), however, revealed no significant increase of correlations over time. To give an example, the comparison of the pre- and post-test coefficients of the system and action-related knowledge correlation revealed  $Z = -1.433$ ,  $p = .152$ .

## Discussion

Based on our research results, we are able to present newly developed environmental knowledge scales of good quality and demonstrate the efficiency of our environmental education program. The students in our educational program demonstrated a persistent gain in environmental knowledge in all three specific knowledge dimensions. Moreover, we also found a tendency of the three knowledge dimensions to converge.

### Evaluation of the Environmental Knowledge Scales

Our scale calibrations revealed the environmental knowledge scales to be reliable and homogeneous according to the Rasch model. According to the item fit statistic, the seven items only differ respectively in their difficulty but they all represent the attributed latent knowledge dimension. All three knowledge dimensions are one-dimensional and distinct from each other, which is shown by the moderate correlations in the pre-test in Table 3. The effectiveness knowledge scale, however, suffered from a more restricted variance and a lower average mean compared to the other scales (Table 1). Apparently, effectiveness knowledge items were more difficult to answer; in other words, students had a more pronounced lack of knowledge in the dimension of effectiveness knowledge compared to the other dimensions. This is not surprising as effectiveness knowledge seems to be dependent on the two other dimensions. These findings are in line with the findings of Frick et al. (2004), who found effectiveness knowledge to be slightly lacking in a representative Swiss sample than the other knowledge dimensions. Further, the Rasch model predicts the person abilities (in our case, the specific environmental knowledge) which are proved by the person fit statistic (Table 1); hence it is possible to distinguish persons with respect to their knowledge level.

### Success of the Environmental Education Program

Successful instruction involves cognitive achievement, demonstrated by an increase in knowledge level (Kaiser et al., 2008). We have selected the system knowledge results to graphically represent and discuss our findings on the knowledge level (Figure 1). For the other dimensions, action-related knowledge and effectiveness knowledge, the graphics were similar.

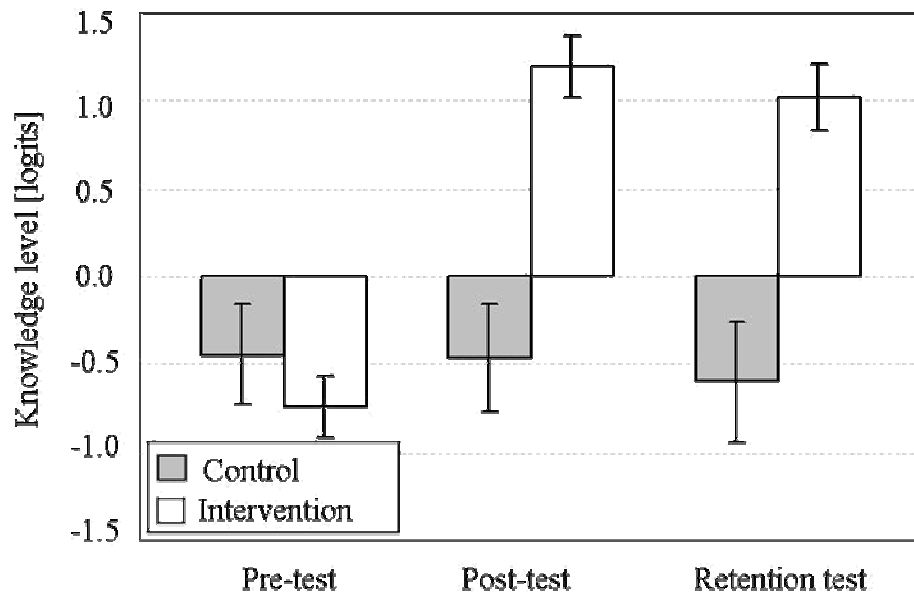


Figure 1. Effect of the environmental education intervention on students' system knowledge level. Error bars represent 95% confidence intervals; CI<sub>Pre-test</sub> [-0.62, 0.03], CI<sub>Post-test</sub> [1.30, 2.00], CI<sub>Retention test</sub> [1.17, 2.08].

We found an overall knowledge level increase, which has also been found in previous studies (e.g., Fančovičová & Prokop, 2011; Sellmann & Bogner 2011 #1849). Additionally, we show an increase in each specific knowledge dimension with the strongest increase in terms of effect size for system knowledge, followed by action-related knowledge and effectiveness knowledge in that order. This trend of decreasing knowledge gain with respect to knowledge dimension type is striking. The knowledge dimensions are mutually dependent, and the “Competence Model for Environmental Education” by Kaiser et al. (2008) depicts this interdependence: System knowledge includes recognizing the need to act, which is a precondition for gathering action-related knowledge. System knowledge also includes the comprehension of problems, which is a precondition for effectiveness knowledge. A high level of action-related knowledge includes knowledge about many alternative actions and is therefore a precondition for effectiveness (Frick et al., 2004). The knowledge dimensions, so to speak, build upon each other and are also dependent on one another. Effectiveness knowledge is the lowest because it depends strongly on the other dimensions, and system knowledge is highest because it forms the basis for the other knowledge dimensions. Therefore, to achieve a knowledge increase in the effectiveness knowledge dimension, the other two dimensions also have to be regarded

as prerequisites. If our interpretation is right, future studies conducted on the basis of the three knowledge dimensions should be able to confirm our findings.

The students benefited from our educational program, yet we found no complete knowledge persistence. Instead, we found a common knowledge decrease four weeks after the end of the program (see Figure 1 for an example). Compared to the very large knowledge-level increase achieved by our participating students, the subsequent decrease was small in terms of effect size, meaning that we have still achieved a great overall knowledge increase. For the most part, the findings correspond to the majority of cases found in the literature and show the normal trend of knowledge increase and recurrent decrease after a certain time span (e.g., Randler et al., 2005). The decrease was smallest for system knowledge and greatest for effectiveness knowledge. Referring to the connection of the three knowledge dimensions discussed above, the stronger decrease in effectiveness knowledge four weeks later is not surprising. If action-related knowledge is lacking, it can no longer be consulted by effectiveness knowledge (Frick et al., 2004). A decrease in system knowledge or action-related knowledge would also lead to a decrease in effectiveness knowledge, which we demonstrate with our results.

As assumed by Kaiser et al. (2008), successful instruction involves not only achieving a higher knowledge level, but also a stronger knowledge convergence. Students who participated in our program showed a tendency towards developing a more integrated knowledge base of system, action-related, and effectiveness knowledge. To depict the interpretation of our outcome, we employ a picture of three circles, with each circle representing one knowledge dimension. Before the program input, the circles only marginally touch each other, symbolizing interrelation (Table 3) and therefore the mutual dependence of the knowledge dimensions which we have mentioned earlier. The students' knowledge gain throughout the program can be imagined as growing circles which overlap. We interpret the overlapping as knowledge convergence, as the knowledge dimensions integrated into one another. The system knowledge showed the strongest knowledge level increase and its corresponding circle therefore has the greatest radius and also the strongest overlap with the action-related knowledge and effectiveness knowledge circles. This picture is in line with our results as the convergence of system knowledge with action-related knowledge and effectiveness knowledge, statistically represented by correlation coefficients, shows the strongest increase in integration over the test times. The effectiveness knowledge shows the least knowledge-level increase and therefore, using the picture metaphor of circles, its circle overlaps least with the other dimensions. This picture reflects our



outcomes since the integration with the other knowledge dimensions, especially action-related knowledge, is smaller. The decrease in the knowledge convergence between effectiveness knowledge and action-related knowledge as indicated by the retention test results four weeks after program participation is also noticeable. The effectiveness knowledge shows the strongest knowledge decrease after the program followed by action-related knowledge. Returning to our picture of circles, we imagine that the decrease of the radius of both knowledge circles from T1 to T2 may have again led to a decrease in knowledge convergence. Nevertheless, we assume that the overall outcome of the program with regard to knowledge integration is favorable, as it was never our aim to create 9 to 13-year-old experts in the field. Only data from experts would be expected to show the complete knowledge integration which would ultimately not allow any distinction to be made between the knowledge dimensions (cf. Frick et al., 2004). Our results suggest that knowledge convergence can be promoted with educational programs; however, further research to confirm our theoretical picture metaphor of overlapping circles representing the three knowledge dimensions is necessary.

### **Emerging Challenges for Educational Research**

The emerging challenges for educational researchers principally occur into two areas: statistical analyses and didactical methods.

First, the three environmental knowledge dimensions provide very useful educational information about knowledge convergence in addition to the commonly reported change in knowledge level. A positive outcome of both approaches is especially valuable to underscore the educational success of environmental education programs. Another statistical direction is the analysis of scales (measurement instruments) with the Rasch model, which allows researchers to easily assess a scale's quality as well as to differentiate the item difficulties and person abilities, to find outliers, and to explain specific outcomes when looking at the scale characteristics (e.g., fit statistic). The main advantage of the Rasch model, however, is its "scale freeness" (Michell, 1986), also called "specific objectivity" in Rasch literature (e.g., Bond & Fox, 2007). This implies that the person ordering as well as the knowledge increase from studies based on our three knowledge scales can be generalized and replicated with other scales measuring the same dimensions. In other words, a person A, who achieves a higher score than person B on our system knowledge scale, would also achieve a better score on any other reliable scale constructed to measure system knowledge. Furthermore, the knowledge increase of our sample should also be

found by other instruments measuring “system knowledge” as a person ability. Although studies may not be based on the same items, their results are comparable as person scores (logits) reach interval level by definition of the Rasch model. Further, specific objectivity means that the scale’s item ordering according to the item difficulties can also be reproduced by applying the same items to a sample with a comparable knowledge level. This property of measuring person abilities independently of the specific items and vice versa, calculating the item difficulties independently of the sample, is unique for the Rasch model (Bond & Fox, 2007).

Second, coming to didactical methods, we suggest designing programs which strongly emphasize all three dimensions, not only effectiveness knowledge, since the dimensions are interdependent. It would be of interest to test various didactic methods, like learning at workstations (e.g., Sturm & Bogner, 2008), the jigsaw method (e.g., Aronson, 1978), collaborative group discussions (e.g., Mason & Santi, 1998) and role modeling (e.g., Emmons, 1997), and determine their capacities to efficiently promote the three environmental knowledge dimensions.

### **Practical Implications for Environmental Educators**

Our study results suggest that programs covering all three environmental knowledge dimensions are highly valuable for education, which environmental educators should consider when designing an intervention. A successful intervention can, for example, start with a system knowledge part (e.g., instruction on facts about virtual water and arising local and global problems) and then subsequently go on to link action-related knowledge and effectiveness knowledge. The latter may be achieved by offering actions that students can take to save virtual water as well as each action's effectiveness. For example, students might learn about the amount of virtual water needed for producing beef (e.g., for watering food plants, as drinking water, and for cleaning stables): The simple information about the amount of water needed to produce one kilogram of beef leads to the acquisition of action-related knowledge (students can make better-informed decisions). Effectiveness knowledge is gained when students compare different kinds of meat regarding their consumption of virtual water during the production processes. The approach does not necessarily need to consecutively follow all three steps when an integrative module is applied, for example, by employing learning at workstations or the jigsaw method. In conclusion, educational interventions conveying environmental knowledge require a careful design which emphasizes effectiveness knowledge in addition to action-related knowledge and system knowledge. A

successful educational unit fosters educational success, which is reflected by an increased knowledge level and stronger knowledge convergence.

Notes:

<sup>1</sup> The effect size  $r$  was calculated according to Cohen (1988) with .10 as a small effect, with .30 as a medium effect, and with .50 as a large effect.

### References

- Adams, R., & Khoo, S. (1993). *Quest: The interactive test analysis system*. Hawthorn: Australian Council for Educational Research.
- Aronson, E. (1978). *The jigsaw classroom*. Oxford, England: Sage.
- Axelrod, L., & Lehman, D. (1993). Responding to environmental concerns: What factors guide individual action? *Journal of Environmental Psychology*, 13(2), 149–159. doi:10.1016/S0272-4944(05)80147-1
- 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. doi:10.1080/00958969809599124
- Bond, T., & Fox, C. (2007). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences* (2nd ed.). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Charles, E. P. (2005). The correction for attenuation due to measurement error: Clarifying concepts and creating confidence sets. *Psychological Methods*, 10(2), 206–226. doi:10.1037/1082-989X.10.2.206
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S., & Aiken, L. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3rd ed.). Mahwah, New Jersey: Erlbaum.
- Coyle, K. (2005). *Environmental literacy in America*. Washington: National Environmental Education & Training Foundation.
- Emmons, K. (1997). Perceptions of the environment while exploring the outdoors: A case study in Belize. *Environmental Education Research*, 3(3), 327–344. doi:10.1080/1350462970030306

- Fančovičová, J., & Prokop, P. (2011). Plants have a chance: Outdoor educational programs alter students' knowledge and attitudes towards plants. *Environmental Education Research*, 17(4), 537–551. doi:10.1080/13504622.2010.545874
- Frick, J., Kaiser, F., & Wilson, M. (2004). Environmental knowledge and conservation behavior: Exploring prevalence and structure in a representative sample. *Personality and Individual Differences*, 37, 1597–1613. doi:10.1016/j.paid.2004.02.015
- Gerstner, S., & Bogner, F. (2010). Cognitive achievement and motivation in hands-on and teacher-centred science classes: Does an additional hands-on consolidation phase (concept mapping) optimise cognitive learning at work stations? *International Journal of Science Education*, 32(7), 849–870. doi:10.1080/09500690902803604
- Hart, P. (2002). Environment in the science curriculum: The politics of change in the Pan-Canadian science curriculum development process. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1239–1254. doi:10.1080/09500690210137728
- Kaiser, F., & Fuhrer, U. (2003). Ecological behavior's dependency on different forms of knowledge. *Applied Psychology: An International Review*, 52(4), 598–613. doi:10.1111/1464-0597.00153
- Kaiser, F., Roczen, N., & Bogner, F. (2008). Competence formation in environmental education: advancing ecology-specific rather than general abilities. *Umweltpsychologie*, 12(2), 56–70.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
- Lord, T. (2001). 101 reasons for using cooperative learning in biology teaching. *The American Biology Teacher*, 63(1), 30–38. doi:10.1662/0002-7685(2001)063[0030:RFUCLI]2.0.CO;2
- Mason, L., & Santi, M. (1998). Discussing the greenhouse effect: Children's collaborative discourse reasoning and conceptual change. *Environmental Education Research*, 4(1), 67–85. doi:10.1080/1350462980040105
- Michell, J. (1986). Measurement scales and statistics: A clash of paradigms. *Psychological Bulletin*, 100(3), 398–407. doi:10.1037/0033-2909.100.3.398
- Randler, C., Ilg, A., & Kern, J. (2005). Cognitive and emotional evaluation of an amphibian conservation program for elementary school students. *The Journal of Environmental Education*, 37(1), 43–52. doi:10.3200/JOEE.37.1.43-52
- Rasch, G. (1980). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Chicago: The University of Chicago Press.

- Rickinson, M. (2001). Learners and learning in environmental education: A critical review of the evidence. *Environmental Education Research*, 7(3), 207–320. doi:10.1080/13504620120065230
- Sellmann, D. & Bogner F. X. (2011). Climate change education: quantitatively assessing the impact of a botanical garden as an informal learning environment. *Environmental Education Research*, in press. doi: 10.1080/13504622.2012.700696
- Sturm, H., & Bogner, F. (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. doi:10.1080/09500690701313995
- Wright, B., & Masters, G. (1982). *Rating scale analysis*. Chicago: MESA Press.



## **F Anhang**

Im Anhang befindet sich der Fragebogen zum Umweltbildungsprojekt, welcher die benutzten Messinstrumente INS, 2-MEV und die neu entwickelten Wissensfragen enthält.

Die Umweltbildungsmaterialien sind aus urheberrechtlichen Gründen nicht abgedruckt.

## Fragebogen zum Umweltbildungsprojekt



Datum: .....

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

vielen Dank, dass Du an dieser Befragung teilnimmst!

Dieser Fragebogen ist Teil einer wissenschaftlichen Untersuchung und streng vertraulich. Er wird nicht von Deiner Lehrkraft benotet.

- Bearbeite den Test bitte alleine und sorgfältig.
- Kreuze die Antwort an, die Deiner Meinung nach richtig ist.
- Wenn Du Dich beim Ankreuzen vertan hast, dann male das Kästchen vollständig aus und kreuze ein anderes an.
- Wenn Du fertig bist: Kontrolliere bitte, ob Du alle Seiten ausgefüllt hast!

### Dein persönlicher Code:

Dein persönlicher Code besteht aus:

1. Deinem Geschlecht (*Weiblich* oder *Männlich*)
2. Geburtsmonat (z.B. 01, 02, 03, ..., 09, 10, 11, 12)
3. Geburtsjahr (z.B. 96, 97, 98, 99, 00, 01)
4. Den ersten beiden Buchstaben des Namens Deiner Mutter
5. Deiner Hausnummer (z.B. 001, 034, 115).

Geschlecht	Monat	Jahr	Mutter	Hausnummer

**Bsp:** Anne ist weiblich, geboren im September 1990, ihre Mutter heißt Renate und sie wohnt in Hausnummer 59.

Ihr Code lautet: 

W	0	9	9	0	R	E	0	5	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---





**B) Bewerte bitte die folgenden Aussagen, indem du im entsprechenden Kreis ein Kreuz setzt:**

	Diese Aussage finde ich →	++ völlig richtig	+ ziemlich richtig	0 unent- schieden	- ziemlich falsch	-- völlig falsch
1 MEV14	Nur nützliche Pflanzen und Tiere sollten unter Schutz gestellt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 MEV12	Unser Planet hat unbegrenzte Ressourcen (z.B. Trinkwasser, Holz, Kohle oder Erdöl).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 MEV03	Der Mensch muss mit der Natur in Einklang leben, um zu überleben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 MEV16	Ich finde, dass sich die Menschen zu viele Gedanken über Umweltverschmutzung machen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5 MEV08	Es ist interessant zu wissen, welche Art von Tieren im Wasser leben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6 MEV02	Es macht mir großen Spaß, selbst ins Grüne (Wald, Wiese) hinausgehen zu können.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7 MEV05	Ich spare Wasser, indem ich öfter dusche als bade.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8 MEV17	Menschen sind wichtiger als andere Lebewesen (Tiere und Pflanzen).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9 MEV18	Unkraut muss beseitigt werden, damit nützliche und schöne Pflanzen uneingeschränkt wachsen können.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10 MEV15	Der Mensch hat das Recht, die Natur nach seinen Wünschen zu verändern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11 MEV06	Ich schalte im Zimmer das Licht aus, wenn ich es nicht mehr brauche.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12 MEV13	Es sollten mehr Straßen gebaut werden, damit mehr Menschen in die freie Natur fahren können.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13 MEV04	Ich genieße es, am Rande eines Teiches zu sitzen und dabei z. B. den Libellen beim Fluge zuzusehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14 MEV07	Wir müssen Gebiete schützen, um vom Aussterben bedrohten Tieren oder Pflanzen helfen zu können.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15 MEV11	Um uns alle ernähren zu können, muss Wald in Felder umgewandelt werden, um z. B. Getreide anbauen zu können.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16 MEV01	Es stört mich, wenn die Landschaft durch Straßen oder Siedlungen bebaut wird.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### C) Beantworte die folgenden Fragen. Nur eine Antwort ist richtig!

Was versteht man unter „virtuellem Wasser“?

- Wasser, das in Eis und Schnee festgehalten wird.
- Wasser, das gespeichert wird, weil es wertvoll ist.
- Eine Simulation von Wasser auf dem Computer.
- Wasser, das bei der Herstellung eines Produkts verwendet wird. SW06

Was passiert, wenn Wasserdampf zu flüssigem Wasser wird? Das Wasser ...

- ... kondensiert.
- ... gefriert.
- ... schmilzt.
- ... verdampft. SW07

Wie viel Wasser kann man mit einem Perlstahler (Luftsprudler für den Wasserhahn) einsparen?

- ca. 40 %
- ca. 60 %
- ca. 20 %
- ca. 80 % WW09

Wie viel virtuelles Wasser kann man sparen, wenn man Milch in der Mehrwegflasche statt im Tetrapack kauft?

- nichts
- doppelt so viel
- viermal so viel
- sechsmal so viel WW02

Mit welcher Maßnahme kann man effektiv Wasser sparen?

- Geschirr per Hand abwaschen
- Duschen mit Sparduschkopf
- Mineralwasser kaufen
- Wäsche in Maschine vorwaschen HW10

Wie viel Liter Wasser kann gespart werden, wenn man duscht statt badet?













- bis zu 200 Liter
- bis zu 120 Liter
- bis zu 60 Liter
- bis zu 30 Liter WW10

Was verunreinigt das Grundwasser am wenigsten? Das Auto ...

- ... in der Autowaschanlage ...
- ... auf dem eigenen Grundstück ...
- ... im Wasserschutzgebiet ...
- ... am Straßenrand zu waschen. WW04

Mit dem Verzicht auf welches Lebensmittel spart man am meisten virtuelles Wasser?

- Obst und Gemüse
- Fleisch
- Brot und Reis
- Getränke WW06

<p>Welches Siegel kennzeichnet besonders umweltfreundliche Putz- und Waschmittel?</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> </td> <td><input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> </td> <td><input type="checkbox"/> </td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">HW05</p>	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<p>Bei welchem Schritt in der Herstellung eines Baumwoll-T-Shirts verbraucht man das meiste Wasser?</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Bewässerung der Baumwollpflanzen</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Bleichen der Baumwolle</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Färben des T-Shirts</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Bedrucken des T-Shirts</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">HW09</p>	<input type="checkbox"/> Bewässerung der Baumwollpflanzen	<input type="checkbox"/> Bleichen der Baumwolle	<input type="checkbox"/> Färben des T-Shirts	<input type="checkbox"/> Bedrucken des T-Shirts
<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 								
<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 								
<input type="checkbox"/> Bewässerung der Baumwollpflanzen									
<input type="checkbox"/> Bleichen der Baumwolle									
<input type="checkbox"/> Färben des T-Shirts									
<input type="checkbox"/> Bedrucken des T-Shirts									
<p>Welche Produkte gehören <b>nicht</b> in einen „wasserbewussten“ Einkaufskorb?</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> saisonale und regionale Produkte</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Bio- und Fairtrade-Produkte</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Langlebige und recycelbare Produkte</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Produkte in Konservendosen</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">WW05</p>	<input type="checkbox"/> saisonale und regionale Produkte	<input type="checkbox"/> Bio- und Fairtrade-Produkte	<input type="checkbox"/> Langlebige und recycelbare Produkte	<input type="checkbox"/> Produkte in Konservendosen	<p>Was ist „Fairtrade“?</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Siegel für Waren aus gerechtem Handel</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Umweltsiegel für Elektrogeräte</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Gerechte Verteilung von Geld an Arme</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Ein sicheres Chat-Forum im Internet</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">HW04</p>	<input type="checkbox"/> Siegel für Waren aus gerechtem Handel	<input type="checkbox"/> Umweltsiegel für Elektrogeräte	<input type="checkbox"/> Gerechte Verteilung von Geld an Arme	<input type="checkbox"/> Ein sicheres Chat-Forum im Internet
<input type="checkbox"/> saisonale und regionale Produkte									
<input type="checkbox"/> Bio- und Fairtrade-Produkte									
<input type="checkbox"/> Langlebige und recycelbare Produkte									
<input type="checkbox"/> Produkte in Konservendosen									
<input type="checkbox"/> Siegel für Waren aus gerechtem Handel									
<input type="checkbox"/> Umweltsiegel für Elektrogeräte									
<input type="checkbox"/> Gerechte Verteilung von Geld an Arme									
<input type="checkbox"/> Ein sicheres Chat-Forum im Internet									
<p>Was besagt die „Nachhaltigkeit“?</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Lebensmittel sind auch nach dem Mindesthaltbarkeitsdatum noch haltbar.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Die Landwirtschaft wirkt sich negativ auf die Umwelt aus.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Rohstoffe (z.B. Holz) werden möglichst ertragreich genutzt.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Es wird nur soviel eines Rohstoffes (z.B. Holz) entnommen, wie auch wieder nachwachsen kann.</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">SW08</p>	<input type="checkbox"/> Lebensmittel sind auch nach dem Mindesthaltbarkeitsdatum noch haltbar.	<input type="checkbox"/> Die Landwirtschaft wirkt sich negativ auf die Umwelt aus.	<input type="checkbox"/> Rohstoffe (z.B. Holz) werden möglichst ertragreich genutzt.	<input type="checkbox"/> Es wird nur soviel eines Rohstoffes (z.B. Holz) entnommen, wie auch wieder nachwachsen kann.	<p>Aus was bauen Köcherfliegenlarven ihre Behausungen?</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Steinchen und Pflanzenmaterial</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Stroh und Heu</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Rinde und Tannenzapfen</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Knochen und Kot</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">SW04</p>	<input type="checkbox"/> Steinchen und Pflanzenmaterial	<input type="checkbox"/> Stroh und Heu	<input type="checkbox"/> Rinde und Tannenzapfen	<input type="checkbox"/> Knochen und Kot
<input type="checkbox"/> Lebensmittel sind auch nach dem Mindesthaltbarkeitsdatum noch haltbar.									
<input type="checkbox"/> Die Landwirtschaft wirkt sich negativ auf die Umwelt aus.									
<input type="checkbox"/> Rohstoffe (z.B. Holz) werden möglichst ertragreich genutzt.									
<input type="checkbox"/> Es wird nur soviel eines Rohstoffes (z.B. Holz) entnommen, wie auch wieder nachwachsen kann.									
<input type="checkbox"/> Steinchen und Pflanzenmaterial									
<input type="checkbox"/> Stroh und Heu									
<input type="checkbox"/> Rinde und Tannenzapfen									
<input type="checkbox"/> Knochen und Kot									
<p>Was stört <b>nicht</b> die Abwasserreinigung in der Kläranlage?</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Frischzellstoff-enthaltendes Papier</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Kanal-verstopfende Feststoffe</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Für Wasserlebewesen giftige Stoffe.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Bakterien-tötende Mittel</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">HW07</p>	<input type="checkbox"/> Frischzellstoff-enthaltendes Papier	<input type="checkbox"/> Kanal-verstopfende Feststoffe	<input type="checkbox"/> Für Wasserlebewesen giftige Stoffe.	<input type="checkbox"/> Bakterien-tötende Mittel	<p>Woher kommt das Grundwasser?</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Aus dem Meer</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Aus dem Untergrund</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Aus Flüssen und Bächen</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Aus den Bergen</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">SW01</p>	<input type="checkbox"/> Aus dem Meer	<input type="checkbox"/> Aus dem Untergrund	<input type="checkbox"/> Aus Flüssen und Bächen	<input type="checkbox"/> Aus den Bergen
<input type="checkbox"/> Frischzellstoff-enthaltendes Papier									
<input type="checkbox"/> Kanal-verstopfende Feststoffe									
<input type="checkbox"/> Für Wasserlebewesen giftige Stoffe.									
<input type="checkbox"/> Bakterien-tötende Mittel									
<input type="checkbox"/> Aus dem Meer									
<input type="checkbox"/> Aus dem Untergrund									
<input type="checkbox"/> Aus Flüssen und Bächen									
<input type="checkbox"/> Aus den Bergen									

<p>Welche Regel sollte man bei der Dosierung von Putzmitteln befolgen, um Wasser so wenig wie möglich zu verschmutzen?</p> <p><input type="checkbox"/> Sieht aus wie Wasser, ist gut fürs Wasser.</p> <p><input type="checkbox"/> Viel hilft wenig.</p> <p><input type="checkbox"/> Das richtige Mittel für den Fleck.</p> <p><input type="checkbox"/> Ein Spritzer genügt. <span style="float: right;">HW02</span></p>	<p>Wie heißt die Umwandlung von der Kaulquappe zum Frosch?</p> <p><input type="checkbox"/> Amphiformation</p> <p><input type="checkbox"/> Froschologie</p> <p><input type="checkbox"/> Metamorphose</p> <p><input type="checkbox"/> Transformation <span style="float: right;">SW02</span></p>
<p>In welchen der folgenden Länder gibt es am wenigsten Süßwasser?</p> <p><input type="checkbox"/> China und Russland</p> <p><input type="checkbox"/> Spanien und Portugal</p> <p><input type="checkbox"/> Algerien und Namibia</p> <p><input type="checkbox"/> Brasilien und Chile <span style="float: right;">SW10</span></p>	<p>Wie viel Wasser kann man mit einer Wasserstopp-Vorrichtung im Vergleich zu einer herkömmlichen Toilettenspülung sparen?</p> <p><input type="checkbox"/> bis zu 10 %</p> <p><input type="checkbox"/> bis zu 30 %</p> <p><input type="checkbox"/> bis zu 50 %</p> <p><input type="checkbox"/> bis zu 70 % <span style="float: right;">WW07</span></p>
<p>Trinkwasser aus der Leitung kann man in Deutschland bedenkenlos trinken, weil ...</p> <p><input type="checkbox"/> jedes Haus einen Reinigungsfilter hat.</p> <p><input type="checkbox"/> es das am strengsten kontrollierte Lebensmittel ist.</p> <p><input type="checkbox"/> es in der Kläranlage abgekocht wird.</p> <p><input type="checkbox"/> das Wasserwerk es desinfiziert. <span style="float: right;">HW01</span></p>	<p style="text-align: center;"><b>Bitte kontrolliere , ob Du alle Seiten ausgefüllt hast!</b></p>

*Danke für Deine Hilfe!*



## Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Ferner erkläre ich, dass ich anderweitig mit oder ohne Erfolg nicht versucht habe, diese Dissertation einzureichen. Ich habe keine gleichartige Doktorprüfung an einer anderen Hochschule endgültig nicht bestanden.

Bayreuth, 06. November 2012

Anne K. Liefländer





## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Zuerst möchte ich meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Franz X. Bogner für die Chance danken, am Lehrstuhl Didaktik der Biologie promovieren zu dürfen. Vielen Dank für die Anleitung zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten, das Feedback beim Schreiben und Ihre dauerhafte Bereitschaft bei Fragen und Problemen zu helfen.

Besonderer Dank gilt allen Mitarbeitern des Lehrstuhls Didaktik der Biologie, die mich während der Promotionszeit unterstützt, begleitet und motiviert haben und mir mit Feedback und konstruktiver Kritik bezüglich meiner Umweltbildungsmaterialien und meiner Manuskripte halfen. Außerdem möchte ich Janina Munder danken, die im Rahmen ihrer Zulassungsarbeit die Wasserrallye konzipiert hat und meinem Hilfswissenschaftler Dominik Jobst für die verlässliche Dateneingabe und Korrekturhilfe.

Ich möchte mich außerdem ganz herzlich beim Schullandheim Weißenstadt und dem übergeordneten Schullandheimwerk Oberfranken e.V. bedanken: Vielen Dank Herr Horst Lochner, Sie haben im Namen des Schullandheimwerks die Finanzierung einer Zweitbetreuerin und meiner unzähligen Übernachtungen inklusive Verpflegung möglich gemacht. Ein großes Dankeschön auch an Frau Cornelia Riedel, für die stete Unterstützung während der Durchführung meines Umweltbildungsprojekts an ihrem Schullandheim. Ganz besonderer Dank gilt Dir, liebe Anne Gebhardt, als Zweitbetreuerin, weil ich mich bei der Betreuung der Parallelklassen hundertprozentig auf Dich verlassen konnte.

Allen Schülern und Lehrern, die an meiner Studie teilgenommen haben, gebührt natürlich ebenfalls ein besonderer Dank. Mit Begeisterung, Engagement und Zuverlässigkeit haben sie im besonderen Maße zum Gelingen der Studie beigetragen.

Zu guter Letzt möchte ich allen danken, die mich im privaten Umfeld durch die Promotionszeit begleitet und mich auf verschiedenste Art und Weise unterstützt haben.