

## Forschungs- und Entwicklungsprojekt

# Sonne ist Leben

## Kompetenzen zum Thema erneuerbare Energie in der Grundschule interdisziplinär fördern

### Abschlussbericht

### Teilprojekt „Kompetenzmessung“

**Prof. Dr. Alexander Siegmund, Projektleiter**

**Dr. Kathrin Viehrig, Wissenschaftliche Mitarbeiterin**

**Simone Stephan-Gramberg, Wissenschaftliche Mitarbeiterin**

Interdisziplinäres Institut für Naturwissenschaften, Technik, Gesellschaft (NTG)

Abteilung Geographie – Research Group for Earth Observation ('geo)

Pädagogische Hochschule Heidelberg

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Entwicklung des Fragebogens und Vorstudien .....	4
2.1	Entwicklung und Testung des Fragebogens .....	5
2.2	Bezug des Themas „Energie“ zum baden-württembergischen Bildungsplan .....	5
2.3	Entwicklung einer optimierten Version des Fragebogens (Vorstudie).....	6
2.4	Aufbau des optimierten Fragebogens und Vorgehen bei der Befragung .....	7
2.5	Statistische Ergebnisse der Befragung (Vorstudie) .....	9
2.6	Testgütekriterien .....	18
2.7	Zusammenfassung der Ergebnisse der Vorstudien .....	19
3	Vergleich Kindergarten versus Grundschule .....	20
4	Hauptstudie .....	24
4.1	Statistische Ergebnisse der Befragung (Hauptstudie) .....	25
4.2	Vergleich von Klassenstufe 3 und 4 .....	33
4.3	Kompetenzmessung mit Raschanalyse.....	35
4.4	Zusammenfassung der Ergebnisse der Hauptstudie .....	39
4.5	Konferenzen und Publikationen .....	40
5	Fazit und Ausblick.....	41
	Literatur.....	42
	Anhang .....	43

---

## 1 Einleitung

Das Teilprojekt „Kompetenzmessung“ des Forschungs- und Entwicklungsprojekts „Sonne ist Leben“ zielt darauf ab, die Kenntnisse und Vorstellungen von Grundschulkindern im Alter von acht bis zehn Jahren in den Bereichen Sonne, Wind, Wasser und Strom sowie im Hinblick auf konventionelle und erneuerbare Energie zu erfassen. Dies erfolgt mit Hilfe einer Befragung von Schüler/innen der entsprechenden Altersstufe mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens als methodisches Instrument.

Die Ergebnisse der Befragung können dazu beitragen, Unterrichtsmodule für Grundschüler/innen mit Experimenten in den genannten Bereichen (Sonne, Wind, Wasser und Strom) altersgerecht zu planen, vorzubereiten und durchzuführen. In der Praxis kann der Fragebogen auch eingesetzt werden, um Kompetenzen vor und nach einer Lernsequenz zu ermitteln. So wird deutlich, ob und inwiefern die Teilnehmer/innen ihr Wissen aufgrund der inhaltlichen Auseinandersetzung mit dem Themenfeld aufgebaut bzw. vertieft haben.

Ziel des Teilprojekts „Kompetenzmessung“ ist es, den Fragebogen aus dem Vorgängerprojekt „Zukunft gestalten“, der sich an Kinder im Kindergartenalter richtete, an die Zielgruppe der Grundschul Kinder im dritten und vierten Schuljahr anzupassen und zu validieren. Daher schließt sich ab Februar 2016 eine in drei Etappen durchgeführte Hauptstudie an.

Bedingt durch den personellen Wechsel der Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen werden im vorliegenden Bericht Arbeitsschritte und Forschungsergebnisse von Frau Viehrig (Januar bis Juli 2015) sowie von Simone Stephan-Gramberg (September 2015 bis Dezember 2016) über den Zeitraum von zwei Jahren dargestellt.

Frau Viehrig entwickelte und erprobte bis Juli 2015 einen ersten Fragebogen für Schulkinder, der mit 15 Kindern eines vierten Schuljahres in einer Vorstudie getestet wurde. Im September 2015 übernahm Frau Stephan-Gramberg die Stelle von Frau Viehrig und arbeitete sich in das Themenfeld „Elektrische Energie“ ein.

Maßnahme	Schule	Schüleranzahl (Schuljahr)	Zeitraum
1. Erhebung im 3. Schuljahr	Friedrich-Ebert Grundschule (Heidelberg)	15 Schüler/innen (4. Schuljahr)	April - Juli 2015
2. Erhebung im 3. Schuljahr	Hölderlin- Grundschule (Bad Homburg)	26 Schüler/innen (3. Schuljahr)	Dezember 2015 - Januar 2016
3. Erhebung im 3. Schuljahr	Englisches Institut (Heidelberg)	54 Schüler/innen (3. Schuljahr)	Februar - Mai 2016
4. Erhebung im 4. Schuljahr	Englisches Institut (Heidelberg)	20 Schüler/innen (4. Schuljahr)	Februar - Mai 2016
5. Erhebung im 3. Schuljahr	Friedrich-Ebert Grundschule (Heidelberg)	31 Schüler/innen (3. Schuljahr)	Juli - September 2016
6. Erhebung im 4. Schuljahr	Grundschule im Eschbachtal (Bad Homburg)	26 Schüler/innen (4. Schuljahr)	Oktober - November 2016

Tab. 1: Übersicht der in 2015/16 teilnehmenden Schulen (eigener Entwurf)

## 2 Entwicklung des Fragebogens und Vorstudien

Im Folgenden werden die einzelnen Arbeitsschritte zur Entwicklung des Fragebogens sowie die Vorstudie zur Erprobung der eingesetzten Instrumente betrachtet. Frau Viehrig ergänzt im Fragebogen (1. Version) zunächst Fragen, die auf das Vorwissen der Kinder abzielen. Fragen in der Form „Hast du X schon mal gesehen?“ werden dabei an den Beginn gestellt und damit eine zusätzliche Dimension (=Vorerfahrung) erfasst. Basis für die Einbeziehung des erweiterten Kompetenzmodells ist das Kompetenzmodell von Kauertz (2008). Dem Modell „Sehr einfaches systemisches Denken“ fügt Frau Viehrig zudem eine Unterscheidung zwischen Umwelt- und experimentellen Situationen hinzu (siehe zum Beispiel Aufgabe 10, 11 zum Thema „Wasser“). Das zur Überprüfung eingebundene Kompetenzmodell lässt sich als Vereinfachung der ersten drei Stufen des Modells von Ben-Zvi Assaraf & Orion (2005) verstehen (Elemente/Prozesse und Beziehungen zwischen Elementen identifizieren, Elemente in ein Netzwerk bringen). Außerdem ist das Modell vom ESNaS-Modell inspiriert, das zwischen einem Fakt, zwei Fakten, einer Beziehung, zwei Beziehungen sowie einem übergeordneten Konzept unterscheidet (Kauertz, 2008).

Basierend auf den Erfahrungen der ersten Befragung von Frau Viehrig wird eine zweite Version des Fragebogens erarbeitet. Der neue Fragebogen mit geschlossenem Antwortformat wird mit 26

Schüler/innen aus zwei Klassen eines dritten Schuljahres der Hölderlin-Grundschule in Bad Homburg im Dezember 2015 erprobt (= Vorstudie).

Vorerfahrung	Sehr einfaches systemisches Denken	
	In der Umwelt	In experimentellen Situationen
X schon mal gesehen haben (allgemein)	Dinge in der Umwelt erkennen	
X schon mal gesehen haben (Energie-spezifisch)	Einfache Zusammenhänge zwischen 2 Dingen in der Umwelt erkennen	Einfache Zusammenhänge zwischen 2 Dingen in experimentellen Situationen erkennen
	Einfache Zusammenhänge zwischen 3 oder 4 Dingen in der Umwelt erkennen	Einfache Zusammenhänge zwischen 3 oder 4 Dingen in experimentellen Situationen erkennen

Tab. 2: Struktureller Aufbau des überarbeiteten Kompetenzmodells (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005)

## 2.1 Entwicklung und Testung des Fragebogens

Die Ergebnisse der ersten Vorstudie von Frau Viehrig zeigen, dass die Teilnehmer/innen im Grundschulalter Schwierigkeiten mit der selbstständigen Formulierung von Antworten haben. Hierfür sind basale Kompetenzen des Schrift- und Spracherwerbs Voraussetzung. Zudem erweist sich eine Bearbeitungszeit von 40 Minuten als zu lang. Daher wird der Fragebogen mit geschlossenem Antwortformat im Rahmen einer zweiten Vorstudie getestet.

## 2.2 Bezug des Themas „Energie“ zum baden-württembergischen Bildungsplan

Eine Durchsicht des Bildungsplans für Grundschulen in Baden-Württemberg (Ministerium für Kultus Jugend und Sport, 2004), die Stephan-Gramberg gemeinsam mit Mrazek vornimmt, ergibt, dass den Schüler/innen die Themen „Wasser, Sonne, Wind bzw. Energie“ schwerpunktmäßig im Fächerverbund Mensch, Natur und Kultur (MeNuK) begegnen, dass diese aber teilweise auch in anderen Fächern thematisiert werden. Als Beispiele können hier die Themen „Bewahrung der Schöpfung“ im Religionsunterricht oder „Sich im Wasser bewegen“ im Fach Bewegung, Spiel und

Sport (Bildungsplan, 2004) genannt werden. Im MeNuK-Bildungsplan wird dabei unter anderem gefordert, dass die Schüler/innen „konventionelle und alternative Möglichkeiten der Energiegewinnung“ kennenlernen sollen (ebd. S. 108). Da bereits Schüler/innen laut Bildungsplan mit konventionellen Energieträgern konfrontiert werden, scheint es sinnvoll, diese auch in den Fragebogen bzw. das Messinstrument für die Grundschule aufzunehmen. In den Fragebogen fließt der Bereich „Erzeugung elektrischen Stroms“ mit den fünf Teilmodulen: Wasserkraftwerk, Solarzellen, Windrad, elektrischer Strom, Wasser und Erdöl/Erdgas ein, wobei jeweils Vorerfahrungen sowie Kenntnisse über Zweck und Funktionsweisen abgefragt werden. Der aktuelle Fragebogen adaptiert teilweise Fragen aus dem Vorgängerprojekt, integriert aber auch neue Fragen. Im neuen Bildungsplan (gültig ab Schuljahr 2016/2017) wird der Fächerverbund (MeNuK) durch das Fach Sachunterricht ersetzt. Im neuen Bildungsplan wird im Sachunterricht der Themenkomplex „Energie“ mit vergleichbaren Inhalten und Zielen behandelt. Eingeordnet ist das Thema in Klasse 3/4 unter Natur, Phänomene und Technik (Bildungsplan, 2016). Im Unterricht werden anknüpfend an die Alltagsvorstellungen der Kinder Beispiele für die Nutzung von Energie im Alltag aufgezeigt. Dadurch werden sie sich über die Relevanz des Themenfeldes „Energie“ für unser Leben bewusst. Sie lernen konventionelle von alternativen Energieträgern zu unterscheiden. Ziel ist es, den Schülerinnen/Schülern bewusst zu machen, dass konventionelle Energieträger nur begrenzt vorhanden sind und wir Menschen mit ihnen verantwortungsvoll umgehen sollten (Bildungsplan 2016, S. 48). Im Unterricht wird erarbeitet, wie der bewusste Umgang mit fossilen Energieträgern aussehen kann und welche alternative Formen der Energienutzung es gibt (ebd. S. 48). Der entwickelte Fragebogen passt daher genau zum Themenkomplex „Energie“ im neuen Bildungsplan (2016).

### **2.3 Entwicklung einer optimierten Version des Fragebogens (Vorstudie)**

Im Herbst 2015 wird der Fragebogen von Simone Stephan-Gramberg weiterentwickelt. Die überarbeitete Version sollte als Konsequenz aus den Erfahrungen der ersten Phase ein geschlossenes Antwortformat nutzen. Das heißt, dass die Kinder ihre Antworten nicht selbst formulieren, sondern aus mehreren vorgegebenen Antwortalternativen die ihrer Ansicht nach richtige Lösung wählen sollen. Nach einer projektinternen Austauschphase werden alters- und sachgemäße Antwortalternativen für das geschlossene Antwortformat entwickelt, wodurch sich der Zeitaufwand bei der Befragung der Kinder reduzieren lässt. Zudem ist im überarbeiteten Konzept die Auswertung der Daten einfacher handhabbar.

## 2.4 Aufbau des optimierten Fragebogens und Vorgehen bei der Befragung

Der optimierte Fragebogen besteht aus 18 Fragen mit fünf Teilbereichen: „Über mich“, „Das kenne ich schon“, „elektrischer Strom“, „Wasser“, „Erdöl/Erdgas“. Eingangs werden im ersten Teil persönliche Angaben über jedes Kind erfragt. Der zweite Teilbereich erfasst das Vorwissen der Kinder in Bezug auf alternative Energien (= Das kenne ich schon; Aufgaben 1 bis 6). Der dritte Teilbereich erfragt Kenntnisse im Zusammenhang mit elektrischem Strom (Elektrischer Strom; Fragen 7 bis 8), der vierte Teilbereich Wissen im Bereich Wasser (Aufgaben 9 bis 13) und der fünfte Teilbereich die Kenntnisse im Bereich konventioneller Energie (=Erdöl/Erdgas; Aufgaben 14 bis 18).

Um das Vorwissen der Schüler/innen zu überprüfen, bekommen sie jeweils verschiedene Aussagen zur Beurteilung vorgelegt. Dafür stehen ihnen drei verschiedene Antwortmöglichkeiten zur Verfügung („Stimmt“, „Stimmt nicht“, „Ich weiß nicht“). Pro Zeile muss eine Antwort angekreuzt werden. So wird beispielsweise in Aufgabe 4 (vgl. Abb. 1) erfasst, ob die Probanden die Funktion eines Windrads kennen. In Aufgabe 5 (vgl. Abb. 2) sollen die Kinder darüber nachdenken, wozu ein Wasserkraftwerk mit Staudamm dient.

4. Wozu dient ein Windrad?	Stimmt	Stimmt nicht	Ich weiß nicht
Mit einem Windrad können Wellen im Meer erzeugt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein Windrad kann Wind erzeugen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mit einem Windrad kann Strom erzeugt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein Windrad kann als Aussichtsplattform genutzt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abb.1: Aufgabe zum Nutzen eines Windrades (eigener Entwurf)

5. Wozu dient ein Wasserkraftwerk mit Staudamm?	Stimmt	Stimmt nicht	Ich weiß nicht
Zur Energiegewinnung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Als Schutz vor Überschwemmungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zur Sicherung der Trinkwasserversorgung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zum Züchten von Fischen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abb. 2: Aufgabe zur Nutzung eines Kraftwerkes (eigener Entwurf)

Eine weitere Aufgabe (vgl. Abb. 3) soll die Kinder anregen, über Wasser als Bestandteil bestimmter Naturphänomene nachzudenken bzw. zu überlegen, wo sich Wasser auf der Erde befindet.

9. Was stimmt?	Stimmt	Stimmt nicht	Ich weiß nicht
Regen besteht fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bäume bestehen fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Öl besteht fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wolken bestehen fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eisberge bestehen fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schnee besteht fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unter der Erdoberfläche gibt es Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abb. 3: Aufgabe zu Wasser in Naturphänomenen (eigener Entwurf)

Im dritten Teilbereich steht im Fokus, welche Geräte elektrischen Strom benötigen und wie dieser in die Steckdose gelangt. Beispielsweise werden drei Fotos (Gasherd, Elektroauto, Fotoapparat) gezeigt. Die Probanden werden gefragt, ob diese Gegenstände elektrischen Strom benötigen, damit sie funktionieren.

Die Aufgaben des vierten Teilbereichs zum Themenbereich „Wasser“ sind situationsbezogen: Der Text beschreibt eine spezifische Situation sowie die Begründung dafür. Die Kinder werden aufgefordert, die ihrer Meinung nach richtige Lösung anzukreuzen. In Aufgabe 10 (vgl. Abb. 4) wird beispielsweise der Frage nachgegangen, warum Wasser in einem Bach fließt und in einem Teich nicht.

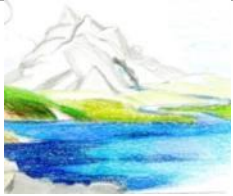


10. Warum fließt eigentlich das Wasser im Bach, im Teich aber nicht?	
<input type="radio"/> Der Bach fließt von den Bergen ins Meer, also nach unten. Der Teich ist nicht geneigt.	
<input type="radio"/> Beim Bach gibt es mehr Wind, und der macht, dass das Wasser fließt. Beim Teich gibt es nicht genug Wind.	
<input type="radio"/> Der Bach ist länglich, deshalb fließt das Wasser. Der Teich ist rund, deshalb fließt das Wasser nicht.	
<input type="radio"/> Wasser fließt im Bach und im Teich.	
<input type="radio"/> Ich weiß es nicht.	

Abb. 4: Aufgabe zum Fließen von Wasser in verschiedenen Gewässern (eigener Entwurf)



Der fünfte Teilbereich beschäftigt sich mit konventionellen Energieträgern und Energieträgern mit Erneuerbarer Energie. Zum Beispiel werden die Schüler/innen gefragt „Wo gibt es überall Erdöl/Erdgas?“ (vgl. Abb. 5, Frage 14).

14. Wo gibt es überall Erdöl und Erdgas?	Stimmt	Stimmt nicht	Ich weiß nicht
Erdöl/ Erdgas gibt es in manchen Gebieten unter der Erdoberfläche.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erdöl/ Erdgas gibt es in manchen Gebieten unter dem Meeresboden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erdöl gibt es in Ölfrüchten, z.B. Oliven.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erdöl/ Erdgas gibt es in manchen Gebieten in einem besonderen Sand.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erdöl und Erdgas gibt es häufig zusammen an einem Ort.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erdöl gibt es in Pflanzen, die auf der Erde wachsen, z.B. Sonnenblumen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

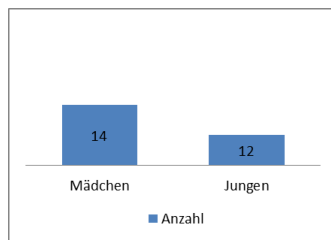
Abb. 5: Aufgabe zum Vorkommen von Erdöl/Erdgas (eigener Entwurf).

## 2.5 Statistische Ergebnisse der Befragung (Vorstudie)

Der optimierte Fragebogen wurde im Dezember 2015 bei zwei Schulklassen aus dem dritten Schuljahr einer Bad Homburger Grundschule eingesetzt und mit besonderem Blick auf Verständlichkeit, Befragungszeit bei der Durchführung sowie Reihenfolge der Fragen geprüft. Im Folgenden werden die statistischen Ergebnisse dieser Befragung kurz vorgestellt.

Da in jeder der beiden Klassen aufgrund der Rückmeldungen der Eltern nur jeweils die Hälfte der Kinder teilnehmen durfte, umfasst die Stichprobe 26 Probanden (N = 26).

## 1. Teil: Über mich



Im Durchschnitt sind die Kinder acht Jahre und drei Monate alt; 14 Mädchen und 12 Jungen nehmen an der Befragung teil. Die Probanden haben zuvor keinen Unterricht im Themenfeld „Elektrische Energie“ erhalten (vgl. Abb. 6).

Abb. 6: Verteilung der Probanden (Geschlecht)

## 2. Teil: Das kenne ich schon

Das Vorwissen der Kinder differiert in Bezug auf die Kenntnis unterschiedlicher Möglichkeiten zur Energieerzeugung stark. So hat knapp die Hälfte (44 %) der Probanden schon einmal eine Solarzelle gesehen und über drei Viertel (76 %) wissen, wie ein Windrad aussieht, aber nur ein Drittel (32 %) kennt ein Kohlekraftwerk und sogar nur ein Fünftel (20 %) attestiert sich Kenntnisse über das Aussehen eines Staudamms mit Wasserkraftwerk (vgl. Abb. 7).

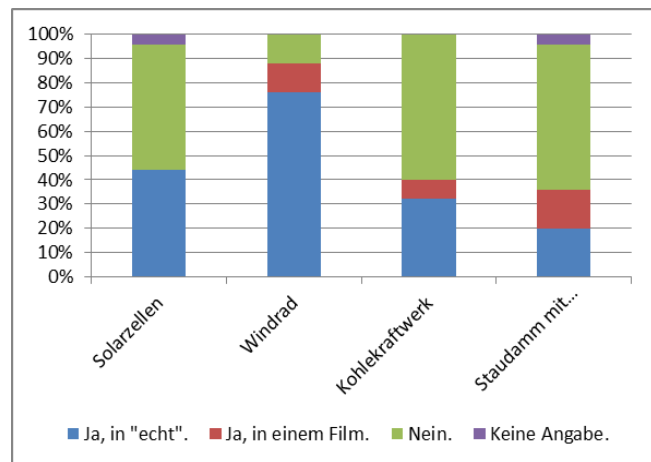


Abb. 7: Antwortmuster der Kinder auf die Aufgabe "Hast du schon mal diese Gegenstände gesehen?" (N = 26)

Die Frage „Wozu dienen Solarzellen?“ im zweiten Teil der Befragung zeigt, dass ein Großteil der Kinder (64 %) weiß, dass Solarzellen zur Stromerzeugung dienen. Ein Fünftel der Befragten ist der fehlerhaften Annahme, dass Solarzellen Wasser erwärmen können. Ein weiteres Fünftel (20 %) antwortet richtig und kreuzt „Stimmt nicht“ an, während über die Hälfte der Probanden (56 %) es nicht weiß. 36 % der Probanden sind hingegen davon überzeugt, Solarzellen könnten das Sonnenlicht spiegeln. Möglicherweise hängt diese Vermutung damit zusammen, dass Solarzellen ähnlich wie ein Spiegel aussehen (vgl. Abb. 8).

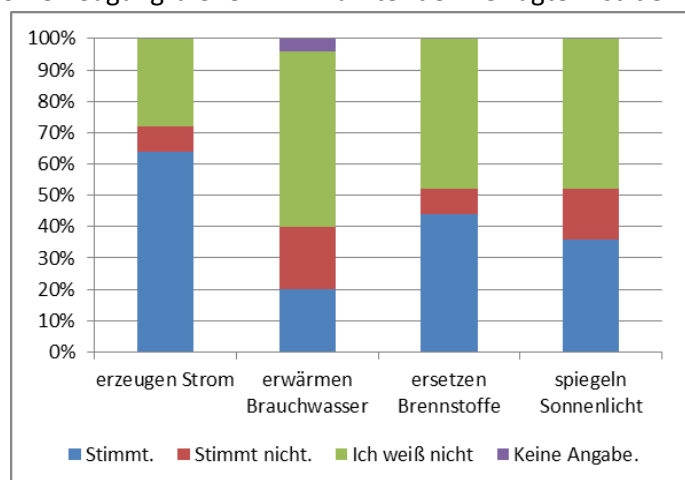


Abb. 8: Antwortmuster auf die Frage: Wozu dienen Solarzellen?" (N = 26)

Aufgabe 3 befasst sich mit der Frage „Wie funktionieren Solarzellen?“. Mehr als die Hälfte aller Probanden (68 %) weiß, dass Solarzellen Solarenergie in elektrische Energie umwandeln können. 60 % der Kinder sind der fehlerhaften Auffassung, dass Solarzellen Sonnenlicht speichern können. Etwas weniger als die Hälfte (40 %) ist sich bewusst, dass Solarzellen keine umweltschädlichen Stoffe abgeben. Nur wenige Schüler/innen (8 %) haben Kenntnis davon, dass Solarzellen die Batterie in einem Taschenrechner „ersetzen“ können: 56 % der Kinder geben an, es nicht zu wissen, und 36 % glauben sogar, dies stimme nicht (vgl. Abb. 9).

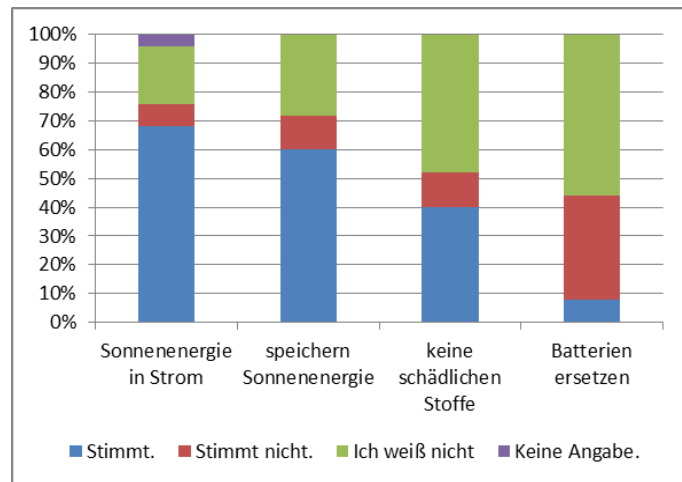


Abb. 9: Antwortmuster der Kinder bei der Frage: „Wie funktionieren Solarzellen?“ (N = 26)

Knapp die Hälfte der Befragten (44 %) antwortet auf die Frage „Wozu dient ein Windrad?“, dass es Strom erzeugen könne. Allerdings sind auch 48 % davon überzeugt, dass ein Windrad Wind erzeugt, und 24 %, dass es als Aussichtsplattform dient (vgl. Abb. 10). Etwas mehr als ein Fünftel der Schülerinnen und Schüler glaubt, ein Windrad erzeuge Wellen im Meer.

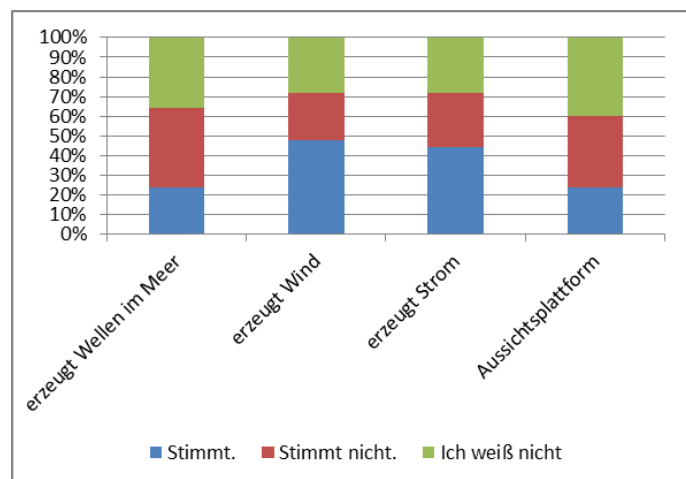


Abb. 10: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Wozu dient ein Windrad?“ (N = 26)

Dass ein Wasserkraftwerk primär zur Energiegewinnung genutzt wird, ist einem Fünftel der Probanden (20 %) klar (Aufgabe 5: „Wozu dient ein Wasserkraftwerk mit Staudamm?“). Fast die Hälfte (48 %) der Befragten gibt hingegen an, der Staudamm eines Kraftwerkes stelle einen Schutz vor Überschwemmungen dar (vgl. Abb. 11). Diese Aussage ist nicht falsch, da ein Staudamm Wasser zurückhält und auf diese Weise vor Überschwemmungen schützen kann. Dies ist aber nicht die primäre Aufgabe eines Staudamms.

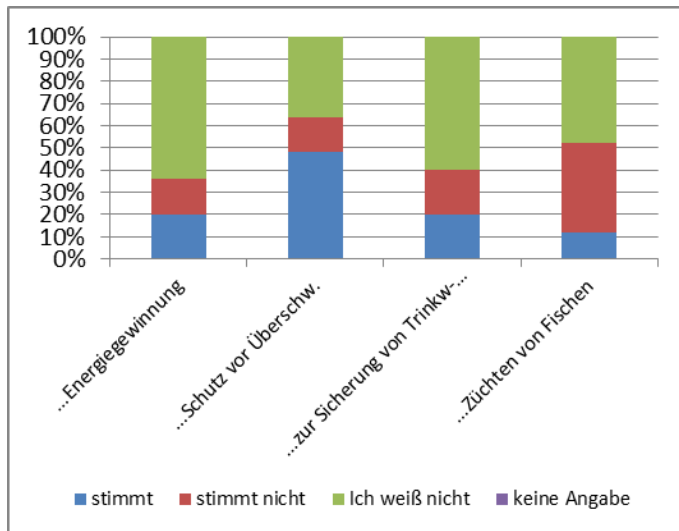


Abb. 11: Antwortmuster der Kinder bei der Frage: „Wozu dient ein Wasserkraftwerk mit Staudamm?“ (N = 26)

Nur 24 % der Befragten weiß, dass Wasserkraft als Alternative zu Atomstrom genutzt werden kann. Hingegen ist sich fast die Hälfte der Probanden (48 %) darüber im Klaren, dass Wasserkraft umweltfreundlich ist. Bei allen Antwortmöglichkeiten wird häufig die Möglichkeit „Ich weiß nicht“ angekreuzt. Beispielsweise kreuzen 68 % bei der Aussage „Wasserkraft ist eine Alternative zu Atomstrom“ diese Option an (vgl. Abb. 12).

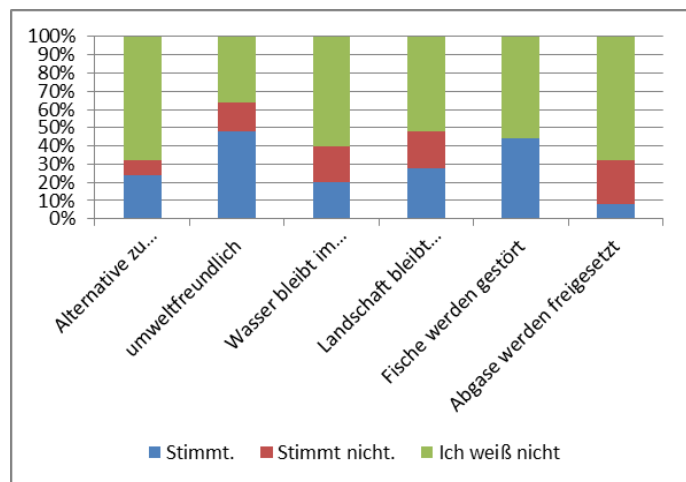


Abb. 12: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Was weißt du über Wasserkraft?“ (N = 26)

### 3. Teil: Elektrischer Strom

Eine Frage im Modul „Elektrischer Strom“ zielt darauf ab, ob Kinder wissen, welche Gegenstände des täglichen Lebens elektrischen Strom benötigen. Den Probanden werden Fotos verschiedener Gegenstände (Gasherd, Elektroauto, Fotoapparat) vorgelegt. 56 % der Schüler/innen

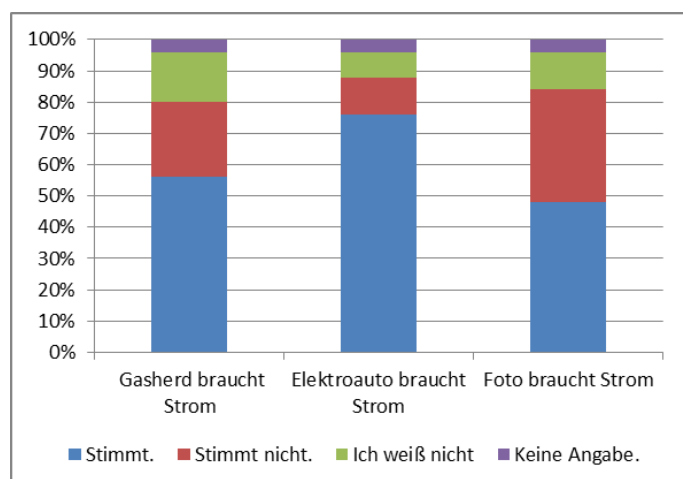


Abb. 13: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Braucht man elektrischen Strom, um die Dinge zu benutzen?“ (N = 26)

glauben, ein Gasherd benötige elektrischen Strom, und etwas mehr als ein Fünftel der Probanden (24 %) wissen, dass dies nicht stimmt. Etwas mehr als drei Viertel (76 %) der Teilnehmer/innen bejaht, dass ein Elektroauto nur mit elektrischem Strom fahren kann. 48 % der Probanden ist der Meinung, ein Fotoapparat benötige elektrischen Strom, 36 % gehen davon aus, dies stimme nicht (vgl. Abb. 13).

Eine weitere Frage erfasst das Wissen der Teilnehmer/innen darüber, wie Strom in die Steckdose gelangt. Hier antworten fast drei Viertel der Kinder (72 %) richtig („über Leitungen“) (vgl. Abb. 14). Über 70 % der Probanden wissen, dass Strom nicht „über die Luft“ in die Steckdose gelangt.

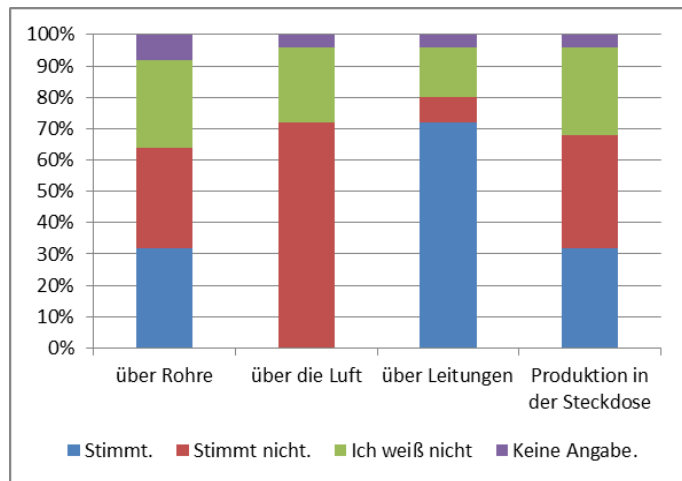


Abb. 14: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Wie kommt der elektrische Strom in die Steckdose?“ (N = 26)

#### 4. Teil: Wasser

Der vierte Teilbereich des Fragebogens beschäftigt sich mit dem Thema „Wasser“. Hier wird erfragt, welche Naturphänomene (Regen, Wolken, Eisberge, Schnee) sowie Gegenstände aus der Natur (wie z. B. Baum, Eisberg) größtenteils aus Wasser bestehen. Fast alle Teilnehmer/innen (92 %) wissen, dass Regen fast ausschließlich aus Wasser besteht. Ebenso geben 64 % der Kinder in Bezug auf Wolken, 48 % in Bezug auf Eisberge und 88 % in Bezug auf Schnee die richtige Antwort. In diesem Teilbereich ist das Wissen offensichtlich groß. Der Kenntnisstand in Bezug auf das Vorkommen von Wasser in der Natur ist jedoch vergleichsweise niedriger: So bejaht nur knapp die Hälfte der Probanden (44 %), dass es unter der Erdoberfläche Wasser gibt (vgl. Abb. 15).

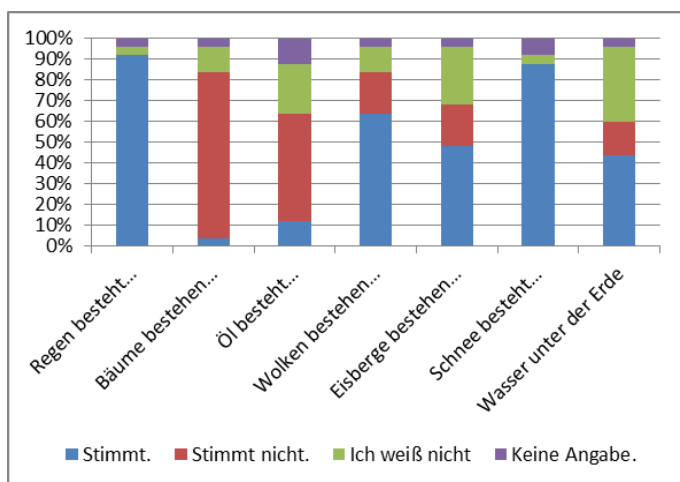


Abb. 15: Antwortmuster der Kinder bei der Aufgabe: „Was stimmt? Kreuze die passende Antwort an!“ (N = 26)

Der vierte Teilbereich der Befragung enthält außerdem drei Aufgaben, bei denen den Kindern verschiedene Situationen geschildert werden, in die sie sich dann hineinversetzen sollen, um die Fragen zu beantworten.

Die erste Frage „Warum fließt das Wasser im Bach, im Teich aber nicht?“ (Aufgabe 10) regt die Schüler/innen dazu an, das Verhalten von Wasser in unterschiedlichen Gewässerformen zu überdenken (vgl. Abb. 16). Nur ein Drittel der Befragten (30 %) kennt hier die richtige Antwort und weiß, dass ein Bach von den Bergen ins Meer fließt, dass ein Teich nicht geneigt ist und dass das Wasser in einem Teich daher auch nicht fließt.

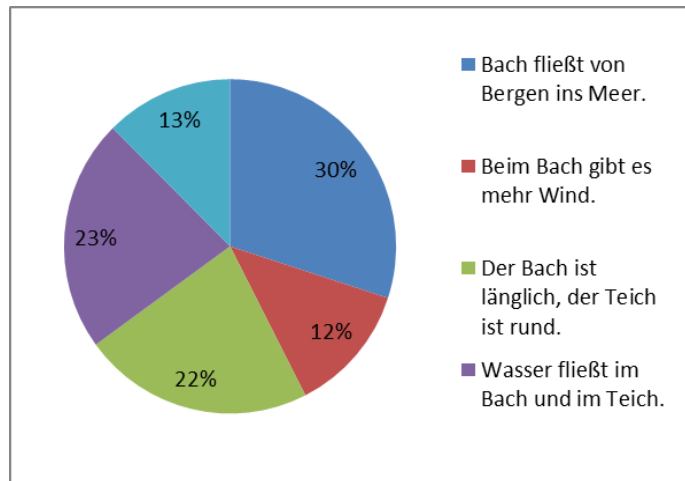


Abb. 16: Antwortmuster der Kinder bei der Aufgabe: „Warum fließt Wasser im Bach, aber im Teich nicht?!“ (N = 26)

Mehr als die Hälfte der Probanden lässt sich hingegen in ihren Antworten von naiven Vorstellungen oder Präkonzepten leiten. So vermuten beispielsweise 22 % der Befragten den Grund für das Fließen eines Baches in seiner länglichen Form, 23 % gehen davon aus, Wasser fließe im Bach und im Teich und 12 % denken, der Wind sei der Grund für das Fließen eines Baches (vgl. Abb. 16). 13 % der Probanden kreuzen „Ich weiß nicht“ an.

In der zweiten situationsbezogenen Aufgabe (Aufgabe 11) sollen die Kinder den besten Standort für den Bau eines Wasserrades angeben (vgl. Abb. 17). 10 % der Probanden antworten, das Rad solle in den Teich gesetzt werden, 35 % wollen es im Bach installieren, wohingegen 19 % ein Wasserbecken als geeigneten Ort ansehen. Weitere 10 % der Befragten glauben, alle genannten Möglichkeiten (Teich, Bach bzw. Wasserbecken) seien gleichermaßen sinnvoll. Weitere 26 % legen sich nicht fest und kreuzen „Ich weiß nicht“ an (vgl. Abb. 17).

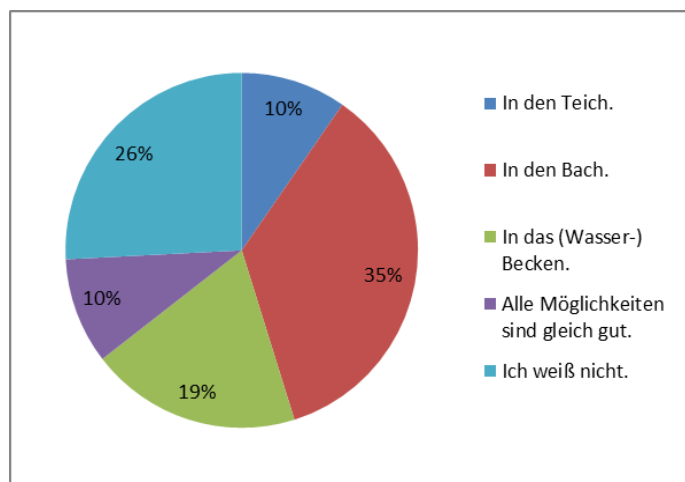


Abb. 17: Antwortmuster der Kinder bei der Frage: „Wohin soll am besten ein Wasserrad gebaut werden, damit es gut funktioniert?“ (N = 26)

In der dritten situationsbezogenen Aufgabe (Aufgabe 12) werden die Probanden angeregt, zu überlegen, welche Veränderungen sich für eine Familie durch den Bau eines Staudammes ergeben könnten. Knapp ein Drittel der Schüler/innen (29 %) weiß hier die richtige Antwort und kreuzt „Sie schauen von ihrem Haus auf einen Staudamm“ an (vgl. Abb. 18). Ein Fünftel der Kinder (21 %) hat die Annahme, die Familie müsse umziehen, weil das Haus überflutet werde, ein weiteres Fünftel der

Probanden (21 %) weiß hier keine Antwort (vgl. Abb. 18). Ebenso glaubt ein Viertel durch den Bau des Staudamms ändere sich nichts, ein kleiner Teil der Probanden (4 %) geht davon aus, dass sich neue Freizeitmöglichkeiten ergeben (vgl. Abb. 18).

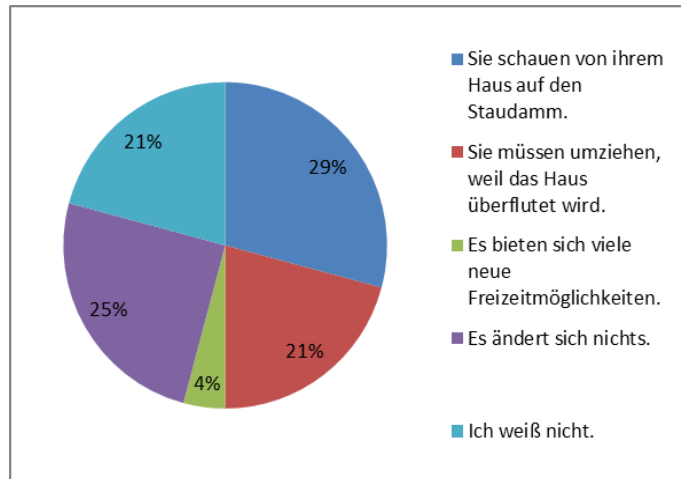


Abb. 18: Antwortmuster der Kinder auf die Frage „Was verändert sich durch den Bau eines Staudamms?“ (N = 26)

Eine weitere Aufgabe im vierten Teilbereich des Fragebogens lautet: „Zeichne einen Wasserkreislauf und beschrifte ihn“. In der Zeichnung sollen Niederschlag, Abfluss sowie Verdunstung erkennbar sein.

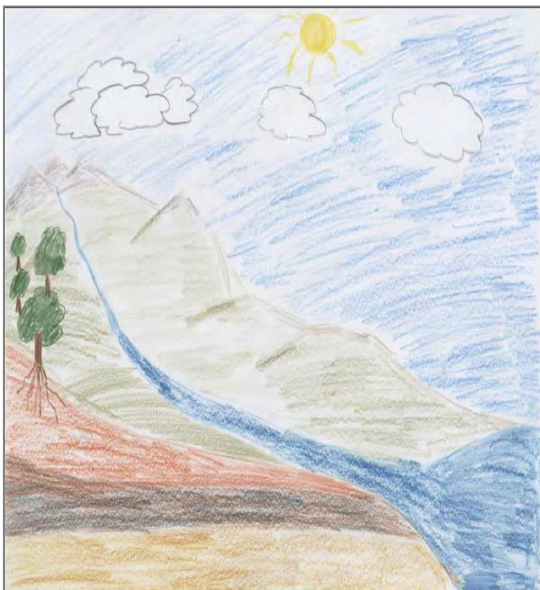


Abb. 19: „Zeichne den Weg eines Wassertropfens im Wasserkreislauf und beschrifte ihn.“ (N = 26)

Die Aufgabe wird als richtig gewertet, wenn der Wasserkreislauf in die vorgegebene Bilddarstellung (vgl. Abb. 19) mit den oben genannten Faktoren eingezeichnet ist. Eine Nennung der Fachbegriffe (Niederschlag, Abfluss, Verdunstung) wird dabei nicht verlangt.

Eine Benennung der entsprechenden Faktoren ist ausreichend, um die Aufgabe als richtig zu bewerten. Nur ein Fünftel der befragten Schüler/innen (20 %) kann diese Aufgabe lösen und den Kreislauf des Wassers gut erkennbar darstellen.

## 5. Teil: Erdöl/Erdgas

Das fünfte Modul des Fragebogens erfragt Wissen über das Vorkommen von Erdöl und Erdgas. In diesem Zusammenhang werden Kenntnisse über die Vorteile (Aufgabe 17) bzw. Nachteile (Aufgabe 18) von der Erdöl- bzw. Erdgasnutzung erfasst. Dadurch kann festgestellt werden, wie tief die Kenntnisse der Probanden in Bezug auf die unterschiedlichen Energieträger sind.

Bei der Frage nach dem Vorkommen von Erdöl/Erdgas wissen 16 % der Teilnehmer/innen, dass Erdöl unter der Erde vorkommt und 12 % nehmen richtigerweise an, dass Erdöl unter dem Meeresboden zu finden ist (vgl. Abb. 19).

Knapp ein Fünftel der Probanden (19 %) kreuzt an, dass beide Stoffe in einem besonderen Sand lagern (vgl. Abb. 20) und liegen mit ihrer Annahme richtig. Mehr als drei Viertel der Kinder (81 %) wissen, dass Erdöl und Erdgas zusammen an einem Ort vorkommen können.

Im Fragebogen wird nach der Farbe von Erdöl gefragt. Erstaunlicherweise wissen nur wenige der Befragten (12 %), dass Erdöl eine schwarze Farbe hat. Knapp ein Fünftel der Kinder (19 %) vermutet, Erdöl sei gelb, während 31 % angeben, Erdöl sei weiß. Ebenso kreuzen 38 % der Probanden an, es nicht zu wissen (vgl. Abb. 21).

Den Kindern wird in Teilbereich 5 die Aufgabe gestellt, sich zu überlegen, welche Folgen bzw. Veränderungen der

Bau einer Förderpumpe in direkter Nachbarschaft einer Familie hat. Antwortoptionen sind, dass die Familie von ihrem Haus auf die Förderpumpe schauen wird, dass sie umziehen müsse, dass sie sich über den Bau der Förderpumpe ärgert oder dass sich gar nichts ändert (Aufgabe 16, Abb. 22). Mit dieser Aufgabe wird erfasst, inwieweit Schüler/innen eine Vorstellung davon haben, welche Veränderungen die Förderung von Öl für das Leben der Menschen nach sich ziehen kann. Nur 15 % der Probanden wählen die Antwortvorgabe, „die Familie schaue im Anschluss an den Bau auf die Förderpumpe“ und findet damit die richtige Antwort. Ein weiteres Fünftel der Befragten geht davon

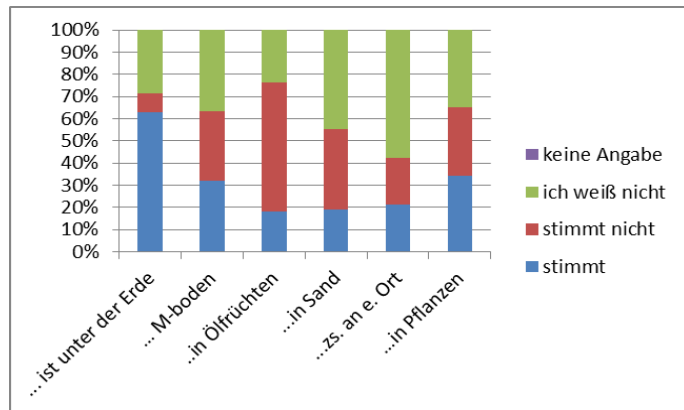


Abb. 20: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Wo gibt es überall Erdöl/Erdgas?“ (N = 26)

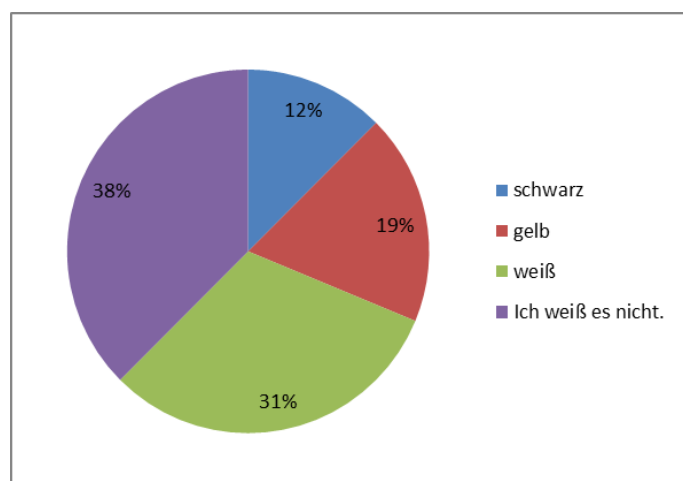


Abb. 21: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Welche Farbe hat Erdöl?“ (N = 26)



aus, dass die Familie sich über den Einsatz schädlicher Stoffe ärgere (21 %), 36 % der Probanden glauben, es ändere sich nichts durch den Bau einer Förderpumpe. Ein weiteres Fünftel (19 %) weiß hierauf keine Antwort (vgl. Abb. 22).

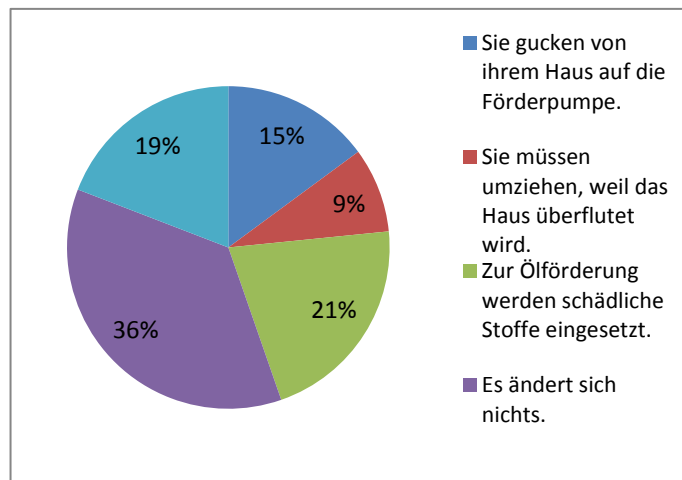


Abb. 22: Antwortmuster der Kinder bei der Frage: "Welche Folgen hat der Bau einer Förderpumpe?" (N = 26)

Die letzten Fragen des Fragebogens zielen auf den Nutzen bzw. die Einsatzmöglichkeiten von Erdöl (Aufgabe 17/18) und darauf, ob die Kinder die Umweltschädlichkeit von Erdöl einschätzen können.

Ein Fünftel (20 %) der Befragten weiß, dass Öl eine wichtige Basis zur Gewinnung von Treibstoffen (z.B. Diesel, Benzin, Kerosin) ist. Weitere 20 % geben an, Erdöl sei zentral für die Nutzung von Autos und Maschinen und 28 % ordnen Erdöl als wichtigen Rohstoff ein (vgl. Abb. 23). Über die Hälfte der Probanden (60 %) vermutet, dass Erdöl umweltfreundlich ist.

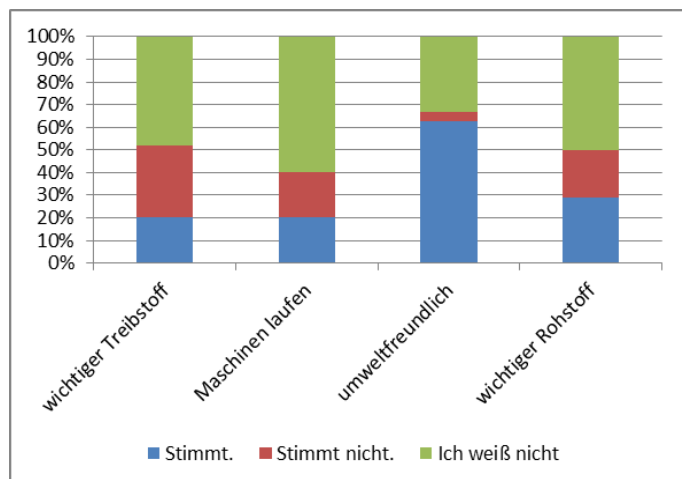


Abb. 23: Antwortmuster der Kinder auf die Frage „Welche Vorteile hat die Nutzung von Erdöl?“ (N = 26)

Auf die Frage „Welche Nachteile hat die Nutzung von Erdöl?“ antworten 60 %, dass die Verbrennung der aus Erdöl destillierten „Treibstoffe“ schädlich für die Umwelt sei.<sup>1</sup> Im Zusammenhang mit der Aussage „Die Ölförderung ist eingeschränkt, da in einigen Jahren die Ölvorkommen aufgebraucht sein werden“ wählen 80 % der Teilnehmer die Antwortoption „Ich weiß nicht“. Über die Hälfte der Probanden (68 %) ahnt nichts von den Gefahren (wie z.B. der Verschmutzung von Boden und Grundwasser) einer undichten Pipeline (Abb. 24).

<sup>1</sup> Im Fragebogen wurde dieser Sachverhalt vereinfacht erfragt, da er im anderen Fall zu abstrakt für Grundschüler/innen wäre.

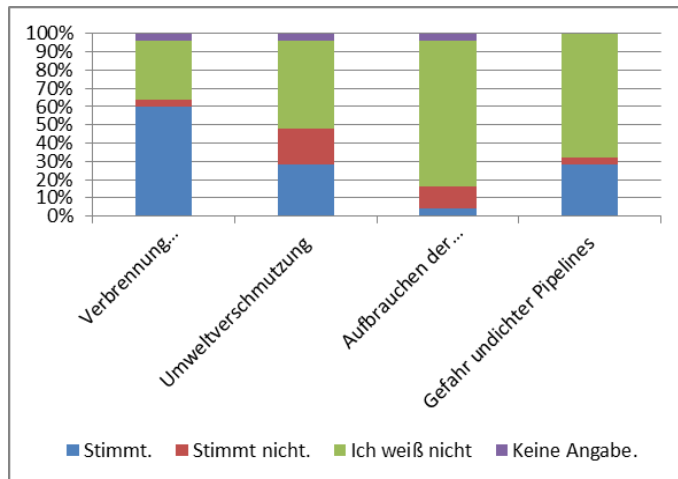


Abb. 24: Antwortmuster der Kinder auf die Frage „Welche Nachteile hat die Nutzung von Erdöl?“ (N = 26)

## 2.6 Testgütekriterien

Im folgenden Absatz werden die Definitionen der Gütekriterien eines Tests vorgestellt und deren Umsetzung im vorliegenden Test erläutert. Zu den Testgütekriterien gehören die Reliabilität, die Validität sowie die Objektivität. Reliabilität (=Zuverlässigkeit) wird definiert als „(...) das Ausmaß, indem die Anwendung eines Erhebungsinstrumentes [z.B. ein Fragebogen] bei wiederholten Datenerhebungen unter gleichen Bedingungen und bei denselben Probanden das gleiche Ergebnis erzielt“ (Meier Kruker & Rauh 2005, S.30). Die Validität (= Gültigkeit) „(...) gibt den Grad an, indem ein Erhebungsinstrument tatsächlich das misst, was es messen soll“ (Meier Kruker & Rauh 2005, S.31).

Drei Formen von Validität werden in der Literatur unterschieden: die Inhaltsvalidität, die Kriteriumsvalidität sowie die Konstruktvalidität (Meier Kruker & Rauh 2005, S.33). Die Inhaltsvalidität prüft, ob die enthaltenen Fragen repräsentativ für den zu beschreibenden Inhalt sind. Bei der Kriteriumsvalidität wird erfasst, ob die Erhebungsmethoden das gewünschte Merkmal messen. Dabei wird geprüft, wieweit ein Untersuchungsverfahren ein interessierendes Merkmal gültig misst. Die Konstruktvalidität erfasst, ob die exemplarischen Ergebnisse der Testung zum dahinter stehenden Konstrukt (z.B. Kompetenz im Themenfeld „Elektrische Energie“) passen. Die Objektivität „(...) gibt an, in welchem Ausmaß die Ergebnisse unabhängig sind von der jeweiligen Person, die das Messinstrument anwendet“ (Meier Kruker & Rauh 2005, S.32). Vollständige Objektivität ist gegeben, wenn zwei Personen mit dem gleichen Messinstrument unabhängig voneinander übereinstimmende Ergebnisse erzielen. In der Literatur wird zwischen Durchführungsobjektivität und Auswertungsobjektivität unterschieden (Meier Kruker & Rauh 2005, S.32).

Die Reliabilität wird im vorliegenden Test mit dem Programm Conquest ermittelt und liegt mit 0.83 in einem akzeptablen Bereich (Rost, 2004). Das bedeutet, die Fragen im Test messen zuverlässig die Kompetenzen von Schüler/innen in den Bereichen „Sonne, Wind, Wasser, elektrischer Strom sowie

Vor-/Nachteile von fossilen Energieträgern. Beim vorliegenden Testinstrument wird die kommunikative Validierung genutzt, um die Gültigkeit der Forschung für den zu beschreibenden Inhalt sicherzustellen. Dazu werden Befragte als Experten gebeten, den Fragebogen kritisch zu begutachten (vgl. Meier Kruker & Rauh, 2005). Es wird hinterfragt, ob die Fragen geeignet sind, die Kompetenz im Themenfeld „Elektrische Energie“ zu messen. Weiterhin werden zur Validierung des Testinstrumentes zwei Vorstudien durchgeführt, um herauszufinden, ob die Fragen geeignet sind, das Wissen im zu untersuchenden Themenfeld zu erfassen.

Der Durchführungsobjektivität wird dadurch Rechnung getragen, dass im Vorfeld einer Testphase den Probanden ausführliche Instruktionen gegeben werden. An einer Beispielaufgabe (Aufgabe 2, siehe Fragebogen) wird besprochen, wie die Schüler/innen den Fragebogen bearbeiten sollen. Während der Bearbeitung erhalten die Probanden keine weiteren Auskünfte oder Rückmeldungen zu ihren Antworten. Der Auswertungsobjektivität wird dadurch Rechnung getragen, dass die Fragebögen aller Probanden mit einem einheitlichen Schema ausgewertet werden. Eine detaillierte Beschreibung wird in der Lehrerhandreichung gegeben.

## 2.7 Zusammenfassung der Ergebnisse der Vorstudien

Aufgrund der kleinen Stichprobengröße wird der Fragebogen bzw. das Testinstrument deskriptiv ausgewertet. Insgesamt zeigen die Antworten im zweiten Teilbereich zum Vorwissen der Kinder, dass Acht- bis Neunjährige über wenig fundiertes Wissen im Bereich Elektrische Energienutzung und -vorkommen verfügen. Knapp die Hälfte der befragten Kinder hat bereits Solarzellen bzw. über die Hälfte ein Windrad gesehen (vgl. Abb. 7, Aufgabe 1). Interessanterweise wissen mehr als die Hälfte (64 %) der Schüler/innen, dass mit Hilfe von Solarzellen Sonnenenergie in elektrische Energie umgewandelt werden kann (vgl. Abb. 8). Dabei gehen jedoch zwei Drittel davon aus, dass Sonnenenergie in Solarzellen gespeichert werde. Die Hälfte aller Teilnehmer/innen hat schon mindestens einmal ein Wasserkraftwerk gesehen.

Der dritte Teil beschäftigt sich mit Fragen zu Stromnutzung und -erzeugung. Etwa die Hälfte der Probanden (vgl. Abb. 13) erkennt die Geräte, die elektrischen Strom benötigen, richtig (Elektroauto, Fotoapparat). Ein größerer Teil kann zudem richtig angeben, wie der elektrische Strom in die Steckdose gelangt (vgl. Abb. 14). Die Auswertung der Fragebögen bestätigt, dass die Aufgaben im dritten Teil altersgemäß erscheinen. Sie sind nicht zu schwer für Acht- bis Neunjährige, da jede Aufgabe von mindestens 20 % der Teilnehmer/innen richtig beantwortet wird, aber auch nicht zu leicht, da sie zu höchstens 75 % richtig beantwortet wird.

Im vierten Teilmodul zum Thema „Wasser“ ist sich über die Hälfte der Teilnehmer/innen sicher, dass Wasser ein wichtiges Element des Lebens darstellt und in unterschiedlichen Naturphänomenen (z.B. Regen, Schnee oder Wolken) vorkommt (vgl. Abb. 15). Im Vergleich dazu fallen die situationsbezogenen bzw. experimentellen Aufgaben (Aufgabe 11, Aufgabe 16) den Probanden schwerer. Es scheint, dass Kinder im Grundschulalter noch nicht sicher, Zusammenhänge erkennen und wiedergeben können (vgl. Abb. 16, Abb. 17). Von den drei situationsbezogenen Aufgaben ist die Aufgabe 10 „Warum fließt das Wasser eigentlich im Bach, im Teich aber nicht?“ am leichtesten zu lösen. Hier nennt knapp ein Drittel der Probanden die richtige Antwort. Das korrekte Zeichnen des Wasserkreislaufes gelingt nur einem Fünftel der Beteiligten; dies scheint eine für diese Altersgruppe sehr abstrakte Aufgabe zu sein. Insgesamt zeigt die Befragung, dass die Aufgaben im Teilbereich „Wasser“ altersgerecht sind, da sie von mindestens 20 % der Probanden jeweils richtig beantwortet werden.

Die Analyse der Antworten im fünften Teilbereich zeigt, dass das Wissen der Kinder im Bereich „Erdöl/Erdgas“ noch nicht ausgeprägt ist. Weniger als ein Fünftel der Schüler/innen (15 %) findet im Hinblick auf die Folgen des Baus einer Förderpumpe die richtige Antwort (vgl. Abb. 22, Aufgabe 16). Die Wichtigkeit von Erdöl als Treibstoff und die Verwendung im Alltag kann weniger als die Hälfte der Befragten richtig einordnen (vgl. Abb. 23, Aufgabe 17). Zudem sind die Vorstellungen der Schüler/innen in Bezug auf die Umweltverträglichkeit von Öl eher positiv: Über die Hälfte der Probanden glaubt, Öl sei umweltfreundlich (vgl. Abb. 23, Aufgabe 17). Andererseits nehmen aber auch mehr als die Hälfte der Kinder an, dass die Verbrennung von Erdöl schädlich sei. (vgl. Abb. 24, Aufgabe 18). Ein Fünftel der befragten Schüler ist sich bewusst, dass Öl ein wichtiger Treibstoff für Maschinen ist. Auch hier wird fast jede Frage von mindestens 20 % der Kinder richtig beantwortet (vgl. Abb. 23, Abb. 24). Die Fragen können folglich als altersgerecht angenommen werden. Die Antworten zeigen, dass viele Acht- bis Zehnjährige sich noch nicht über die Umweltschädlichkeit von Erdöl im Klaren sind (vgl. Abb. 24); dennoch sind ihnen dessen Funktionen als Basis zur Gewinnung von Treibstoffen bewusst.

### 3 Vergleich Kindergarten versus Grundschule

Im folgenden Kapitel werden die Antworten von Probanden aus dem Kindergarten, die im Rahmen des Vorgängerprojekts „Zukunft gestalten“ erhoben wurden, mit Antworten von Schüler/innen der Grundschule verglichen. Der Vergleich basiert auf der Befragung mit der ersten Fragebogen-Version, die im April 2015 mit 15 Viertklässlern durchgeführt worden ist. Im Rahmen eines Konferenzbeitrags hat Frau Viehrig den Vergleich zwischen Kindergartenkindern (N = 99) und Grundschulern (N = 15) vorgenommen. Der Vergleich zielt darauf ab, Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie sich jüngere (im

---

Alter von drei bis sechs Jahren) und ältere Probanden (im Alter von acht bis neun Jahren) unterscheiden (Stichprobe gesamt N = 114). Aus den verschiedenen Themenbereichen (elektrischer Strom, Wasser) werden einige Beispielfragen aus dem Fragebogen für den Kindergarten im Folgenden dargestellt.

Beispiel 1: Wie kommt der elektrische Strom in die Steckdose?

Als erstes Beispiel sollen die Antworten auf die Frage, wie der Strom in die Steckdose kommt, bei Drei- bis Sechsjährigen und Acht- bis Neunjährigen verglichen werden. Die Abbildung 25 zeigt die Frage, wie sie im Grundschul- bzw. Kita-Fragebogen dargestellt wird. Dabei werden im Fragebogen für Grundschüler/innen die Bilder weggelassen, da sie nicht altersgerecht sind. Die Ergebnisse zeigen, dass zwar 92,9 % der Grundschüler/innen richtig angekreuzt haben, dass der Strom über Leitungen kommt, insgesamt aber nur 53 % die gesamte Frage richtig beantworten können (vgl. Abb. 26). Auch wenn man die Aufgaben aufgrund der Veränderungen im Fragebogen nicht zweifelsfrei miteinander vergleichen kann, wird die richtige Lösung in der Grundschule nur wenig häufiger gefunden als im Kindergarten – wenn man die Antwort „Ich weiß nicht“ als nicht gelöst wertet (vgl. Abb. 26 /Abb. 27).

Wie kommt der Strom in die Steckdose? (Variante Grundschule)

	richtig	falsch	Ich weiß nicht
Der elektrische Strom kommt über Rohre in die Steckdose.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der elektrische Strom kommt über die Luft in die Steckdose.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der elektrische Strom kommt über Leitungen in die Steckdose.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der elektrische Strom wird direkt in der Steckdose produziert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich denke, so:	<hr/> <hr/>		

**Strom 2. Wie kommt der Strom in die Steckdose?**



Es gibt kleine Männchen in der Steckdose, die den Strom produzieren.



In der Steckdose gibt es ein Feuer, das macht Strom.



Der Strom kommt von einem Kraftwerk über Leitungen bis zur Steckdose

gar nicht

Ich weiß nicht.

Andere Antwort: \_\_\_\_\_

Abb.25: Frage in der Version für die Grundschule (oben) und für den Kindergarten (unten)

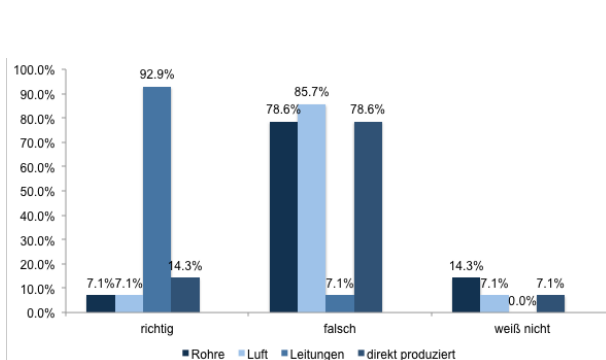


Abb. 26: Ergebnisse für die Grundschule (N = 15)

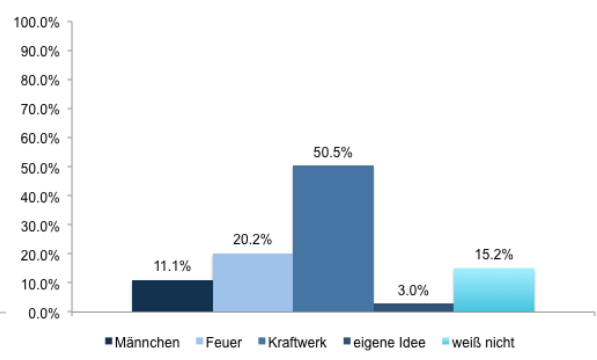


Abb. 27: Ergebnisse für den Kindergarten

Beispiel 2: Warum fließt das Wasser im Bach, aber nicht im Teich?

Die Frage „Warum fließt das Wasser im Bach, im Teich aber nicht?“ ist in Abb. 28 in beiden Versionen (Kindergarten und Grundschule) dargestellt. Auch hier unterscheiden sich die Häufigkeiten richtiger Antworten nur wenig: 24 % der Kindergartenkinder und 20 % der Grundschulkinder beantworten die Frage richtig (vgl. Abb. 29).

Warum fließt eigentlich das Wasser im Bach, im Teich aber nicht?

				
Der Bach fließt von den Bergen ins Meer, also nach unten. Der Teich ist nicht geneigt.	Beim Bach gibt es mehr Wind, und der macht, dass das Wasser fließt. Beim Teich gibt es nicht genug Wind.	Der Bach ist länglich, deshalb fließt das Wasser. Der Teich ist rund, deshalb fließt das Wasser nicht.	Wasser fließt im Bach und im Teich.	Ich weiß nicht.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich denke, so:				
_____				
_____				

Ben fragt sich: Warum fließt das Wasser im Bach eigentlich, im Teich aber nicht? Kannst du ihm helfen?

<input checked="" type="radio"/> 	<input type="radio"/> 	<input type="radio"/> 	<input type="radio"/> Zufall/ alle können fließen
der Bach fließt von den Bergen ins Meer, also nach unten	beim Bach gibt es mehr Wind, und der macht, dass das Wasser fließt	der Bach ist länglich, deshalb fließt das Wasser	<input type="radio"/> Ich weiß nicht.

Andere Antwort: \_\_\_\_\_

Abb. 28: Frage in der Version für die Grundschule (oben) und den Kindergarten (unten)

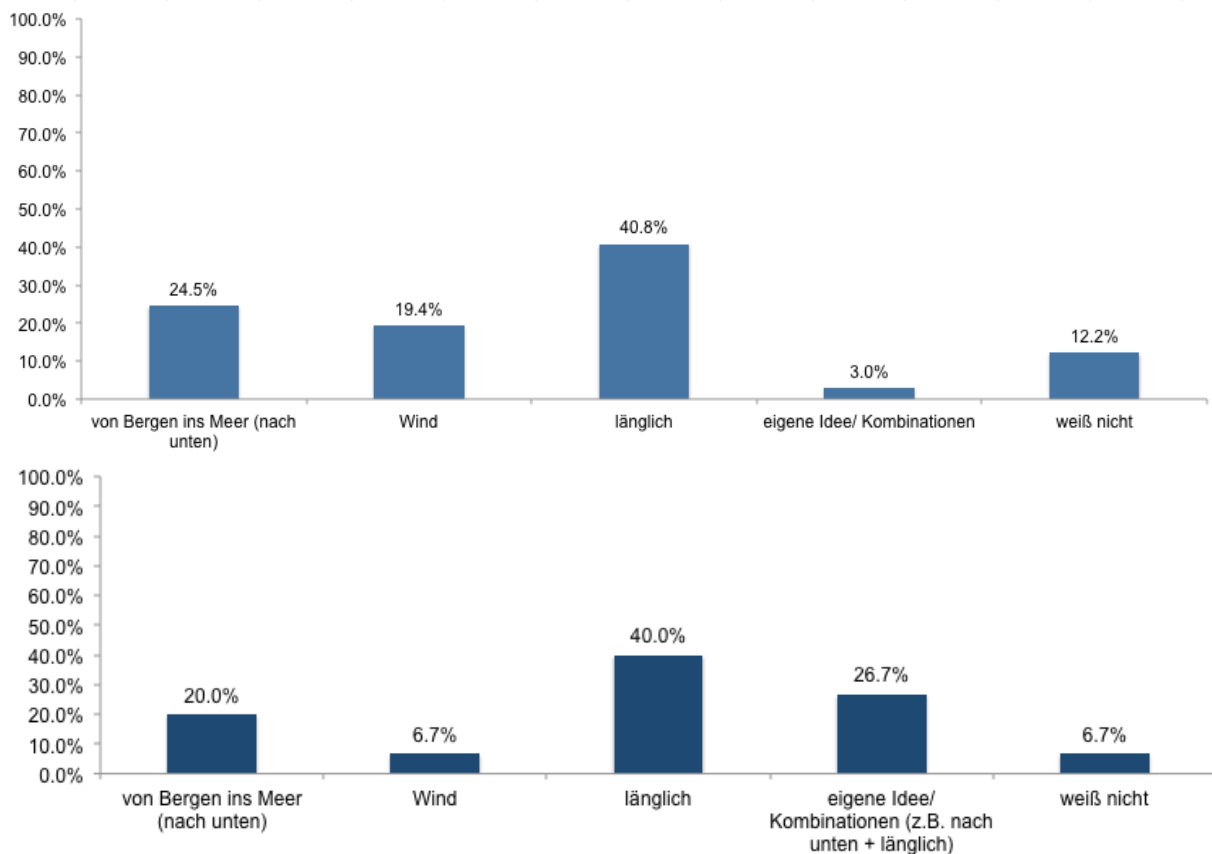


Abb. 19: Ergebnisse für die Grundschule (oben, N = 15) und den Kindergarten (unten, N = 99)

Der Vergleich der Antworten zwischen Grundschulern und Kindergartenkindern zeigt, dass sich die Kenntnisse im Bereich der erneuerbaren Energie von Kindergartenkindern im Alter zwischen drei und sechs Jahren nicht deutlich von denen der Schüler/innen im Alter von acht bis neun Jahren unterscheiden. Vermutlich sind die Ergebnisse bei den Grundschulern unwesentlich besser als bei den Kindergartenkindern ausgefallen, da die Befragung in der Grundschule unabhängig von der Unterrichtseinheit „Elektrische Energie“ durchgeführt worden ist.

## 4 Hauptstudie

Im März 2016 erfolgte anhand des erarbeiteten Fragebogens die Befragung von 80 Schüler/innen aus acht dritten und vierten Schulklassen der Grundschule am Englischen Institut Heidelberg. Weiterhin wurden im Juli 2016 31 Schüler/innen aus drei dritten Klassen der Friedrich-Ebert-Schule in Heidelberg und im Oktober 2016 wurden 26 Kindern aus zwei Klassen eines vierten Schuljahres der Grundschule im Eschbachtal in Bad Homburg interviewt (vgl. Tab. 3). In der Hauptstudie wurden insgesamt 137 Kinder befragt, davon waren 78 Drittklässler und 59 Viertklässler.

Die Wahl unterschiedlicher Altersgruppen zielt darauf ab, zu prüfen, ob sich die Kompetenzen von Kindern unterschiedlichen Alters im Themenfeld „Elektrische Energie“ voneinander unterscheiden.



Übersicht über die Erhebungen			
Maßnahme	Schule	Anzahl/Schuljahr	Zeitraum
1. Erhebung im 3. Schuljahr	Englisches Institut (Heidelberg)	54 Schüler/innen (3. Schuljahr)	Februar 2016 -April 2016
2. Erhebung im 4. Schuljahr	Englisches Institut (Heidelberg)	26 Schüler/innen (4.Schuljahr)	Februar 2016 -April 2016
3. Erhebung im 3. Schuljahr	Friedrich-Ebert Grundschule (Heidelberg)	31 Schüler/innen (3. Schuljahr)	Juli - August 2016
4. Erhebung im 4. Schuljahr	Grundschule im Eschbachtal (Bad Homburg)	26 Schüler/innen (4. Schuljahr)	Oktober 2016

Tab. 3: Übersicht der Schulen, die an der Erhebung 2016 teilgenommen haben (eigener Entwurf)

#### 4.1 Statistische Ergebnisse der Befragung (Hauptstudie)

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der Befragungen aus der Hauptstudie, die in drei Erhebungen seit Februar 2016 an drei unterschiedlichen Grundschulen durchgeführt wurden, vorgestellt werden.

##### 1. Teil: Über mich

In der Hauptstudie werden insgesamt 137 Kinder befragt, davon sind 78 Drittklässler und 59 Viertklässler. Die Kinder kommen aus acht verschiedenen Klassen von drei Grundschulen. Es sind 77 Mädchen und 60 Jungen (vgl. Abb. 30). Im Durchschnitt sind die Kinder 9,2 Jahre alt.

Zusätzlich zum Alter und Geschlecht werden die Sprachen, die zu Hause gesprochen werden, erhoben. Über die Hälfte der Kinder aus der Stichprobe (56 %) spricht ausschließlich Deutsch zu Hause. Etwa ein Fünftel der Probanden (20 %) spricht zu Hause Türkisch. Ein weiteres Fünftel der Schüler/innen gibt an, andere Sprachen im täglichen Gebrauch zu verwenden (zum Beispiel Englisch,

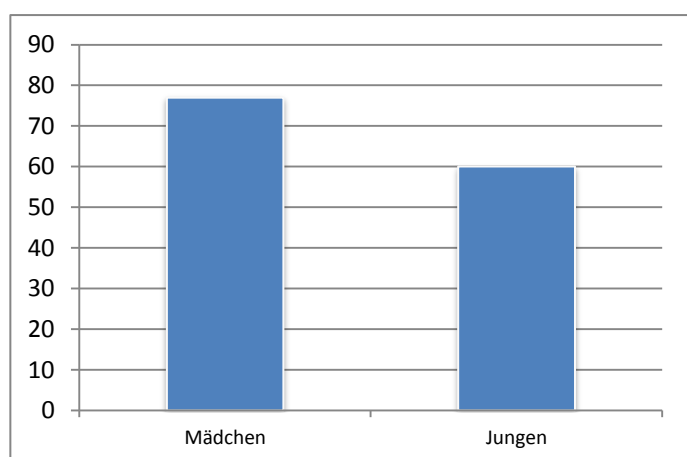


Abb.30: Verteilung von Mädchen/Jungen (N = 137)

Spanisch, Französisch, Italienisch, Polnisch, Russisch). Der Fragebogen in der Hauptstudie wird unverändert eingesetzt. Daher werden im Folgenden ausschließlich Ergebnisse zu den einzelnen Fragen vorgestellt werden.

## 2. Teil: Das kenne ich schon

Ähnlich wie in der Vorstudie differiert das Vorwissen der Kinder in Bezug auf die Kenntnis unterschiedlicher Möglichkeiten zur Energieerzeugung (Teilbereich 2) stark. Knapp drei Viertel der befragten Kinder (73 %) haben bereits Solarzellen „in echt“ und 92 % ein Windrad gesehen (vgl. Abb. 31). Im Vergleich dazu kennen weniger als die Hälfte der Kinder (41 %) ein Kohlekraftwerk aus der Wirklichkeit und nur 36 % haben bereits einen Staudamm mit Wasserkraftwerk bewusst wahrgenommen (vgl. Abb. 31). 38 % bzw. 39 % der Befragten haben noch nie in ihrem Leben bewusst vor einem Kohlekraftwerk bzw. einem Staudamm mit Wasserkraftwerk gestanden (vgl. Abb. 31).

Bei der zweiten Frage „Wozu dienen Solarzellen?“ können fast alle Kinder (82 %) richtig antworten, dass Solarzellen Strom erzeugen. Knapp ein Fünftel der Kinder (19 %) geht davon aus, dass Solarzellen Brauchwasser erwärmen können. Vermutlich haben sie Solarkollektoren mit Solarzellen verwechselt. 28 % der Kinder meinen, die Aussage stimme nicht, während 52 % der Befragten angeben, es nicht zu wissen (vgl. Abb.31).

37 % der Kinder sind der fehlerhaften Auffassung, Solarzellen könnten fossile Brennstoffe vollständig ersetzen; etwa ein Viertel (26 %) der Schüler/innen geht davon aus, dass das nicht stimmt und 36 % geben an, es nicht zu wissen. 39 % der Probanden sind davon überzeugt, Solarzellen könnten das Sonnenlicht spiegeln, während knapp ein Drittel (28 %) diese Aussage für falsch hält (vgl. Abb. 32).

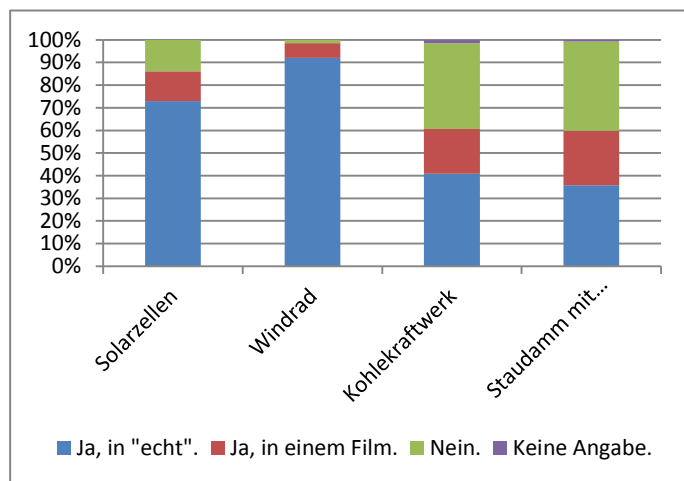


Abb.31: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Hast du diese Gegenstände schon mal gesehen?“ (N = 137)

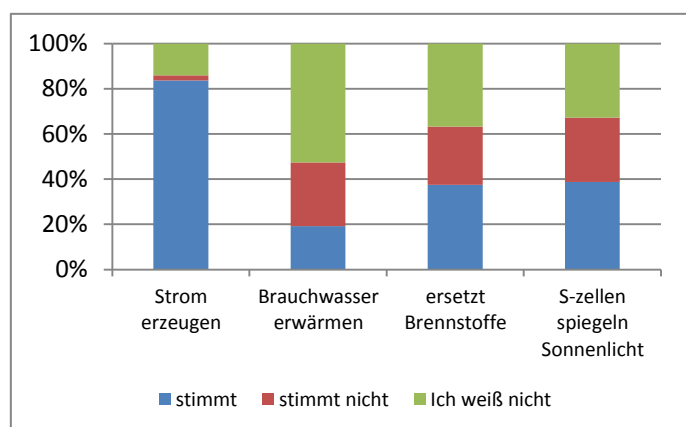


Abb. 202: Antwortmuster der Kinder bei der Frage: „Wozu dienen Solarzellen?“ (N = 137)

Bei der dritten Aufgabe „Wie funktionieren Solarzellen?“ geben 74 % der Kinder richtigerweise an, dass Solarzellen Sonnenenergie direkt in elektrischen Strom umwandeln. 6 % der Befragten gehen davon aus, dass die Aussage nicht stimmt, und 18 % geben an, dass sie es nicht wissen (vgl. Abb. 33).

Die Hälfte der Probanden (50 %) bestätigt die fehlerhafte Aussage, dass Solarzellen Sonnenenergie speichern können. Mehr als die Hälfte der Probanden (61 %) weiß, dass Solarzellen keine umweltschädlichen Stoffe abgeben, während ein geringer Teil (8 %) der Teilnehmer/innen glaubt, diese Aussage stimme nicht. Knapp ein Drittel (29 %) der Schüler/innen gibt bei dieser Frage an, es nicht zu wissen (vgl. Abb. 33).

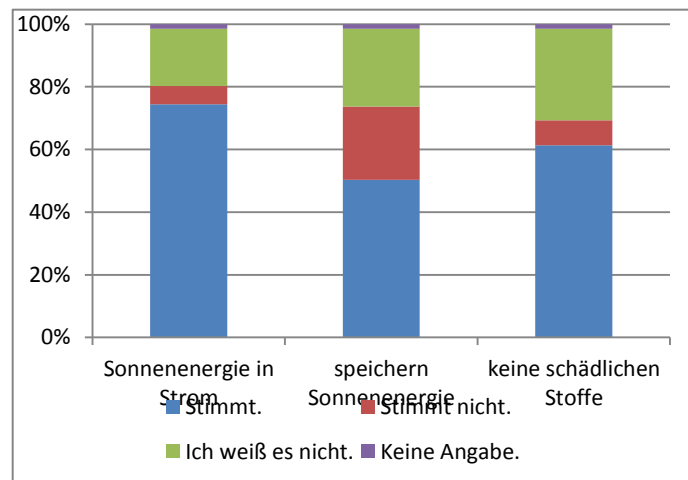


Abb. 33: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Wie funktionieren Solarzellen?“ (N = 137)

Knapp ein Fünftel der Probanden (18 %) antwortet auf die vierte Frage „Wozu dient ein Windrad?“, dass es Wellen erzeugen könne. Allerdings sind auch 43 % davon überzeugt, dass ein Windrad Wind erzeugt, und 20 %, dass es als Aussichtsplattform dient. Etwa drei Viertel ist der richtigen Auffassung (77 %), dass mit einem Windrad elektrischer Strom erzeugt werden kann (vgl. Abb. 34).

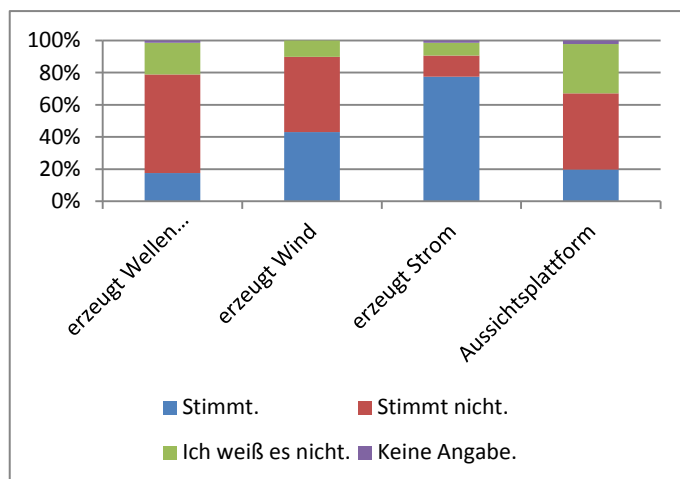


Abb. 34: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Wozu dient ein Windrad?“ (N = 137)

Dass ein Wasserkraftwerk primär zur Energiegewinnung genutzt wird, ist knapp der Hälfte der Probanden (40 %) klar (Aufgabe 5: „Wozu dient ein Wasserkraftwerk mit Staudamm?“). Etwas mehr Schüler/innen (46 %) geben an, der Staudamm eines Kraftwerkes stelle einen Schutz vor Überschwemmungen dar (vgl. Abb. 35). Etwa ein Fünftel (22 %) geht davon aus, dass mit einem Wasserkraftwerk die Trinkwasserversorgung gesichert werde. Mehr als die Hälfte der Probanden

(64 %) wissen, dass ein Wasserkraftwerk nicht der Fischzucht dient; 33 % der befragten Schüler/innen geben bei dieser Frage an, es nicht zu wissen (Abb. 35).

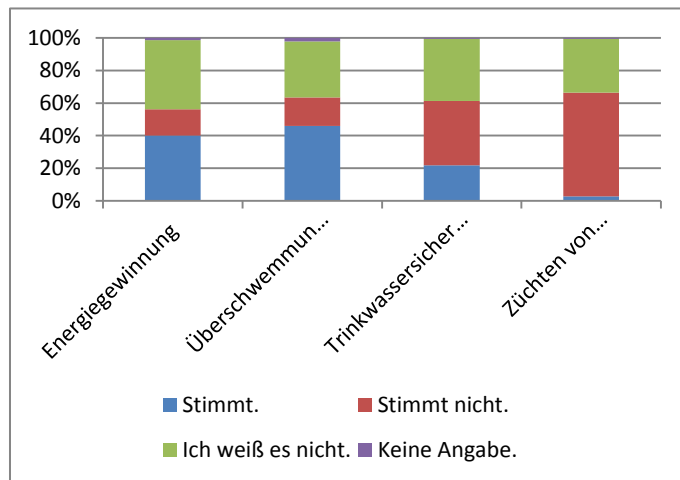


Abb.35: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Wo zu dient ein Wasserkraftwerk mit Staudamm?“ (N = 137)

Die sechste Aufgabe erfragt das Vorwissen in Bezug auf die Bedeutung von Wasserkraft als Energieträger (vgl. Abb. 36). Knapp ein Drittel der Kinder (27 %) gibt an, dass die Gewinnung von elektrischer Energie aus Wasserkraft eine Alternative zu „Atomstrom“ darstellen kann. Über die Hälfte der Probanden (61 %) ist der Auffassung, dass diese Art der „Stromgewinnung“ umweltfreundlich ist, während 19 % der Befragten davon ausgehen, dies stimme nicht. Knapp ein Fünftel der Probanden (20 %) kreuzt „Ich weiß es nicht“ an. Dass das Wasser bei der Stromproduktion nicht im Kraftwerk bleibt, wissen 26 % der Schüler/innen. 28 % sind der fehlerhaften Auffassung, das Wasser bleibe im Kraftwerk. Wenig mehr als die Hälfte der Kinder (53 %) ist sich bewusst, dass Tiere (z. B. Fische) durch den Bau eines Wasserkraftwerkes gestört werden. Knapp ein Fünftel (18 %) der Probanden kreuzen an, das bei der Stromproduktion durch Wasserkraft Abgase freigesetzt werden, während ein Drittel der Probanden (30 %) der Auffassung ist, dass das nicht stimmt (vgl. Abb. 36).

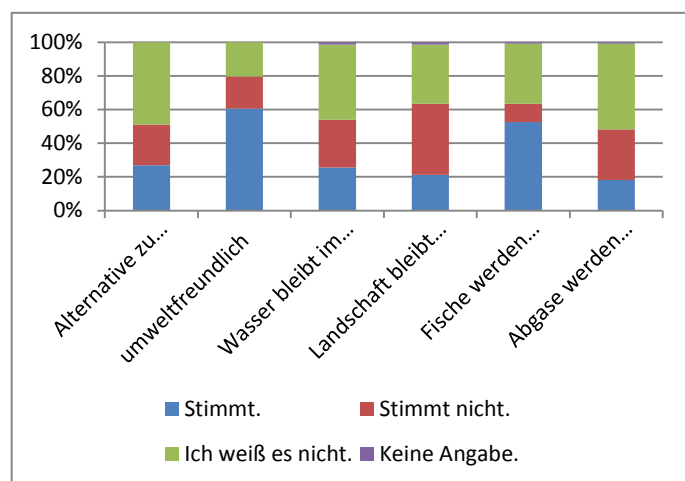


Abb. 36: Antwortmuster der Kinder bei der Aufgabe "Was weißt du über Wasserkraft?" (N = 137)

### 3. Teil: Elektrischer Strom

Im dritten Teil des Fragebogens werden die Kinder dazu angeregt zu überlegen, welche Dinge Strom benötigen. Über die Hälfte der Probanden (53 %) weiß, dass ein Gasherd nicht vom elektrischen Strom abhängt. Drei Viertel der Befragten (78 %) geben beim Elektroauto die richtige Antwort (vgl. Abb. 37).

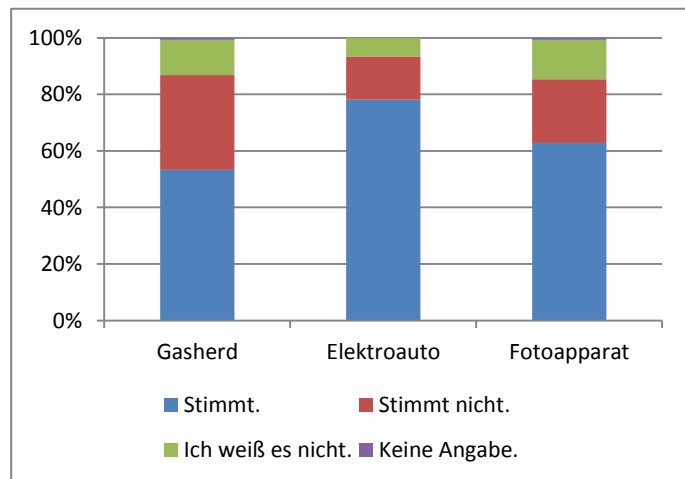


Abb. 37: Antwortmuster der Kinder bei der Aufgabe „Braucht man elektrischen Strom, um diese Dinge zu benutzen?“

Die Frage „Wie kommt der elektrische Strom in die Steckdose?“ beantworten mehr als drei Viertel der Kinder (71 %) richtig, indem sie ankreuzen: „...kommt über Leitungen in die Steckdose“.

Ein Drittel der Befragten (31 %) kreuzt die Option „über Rohre“ und 7 % über „Luft“ an. Nur wenige Kinder (9 %) glauben, der Strom werde in der Steckdose erzeugt (vgl. Abb. 38).

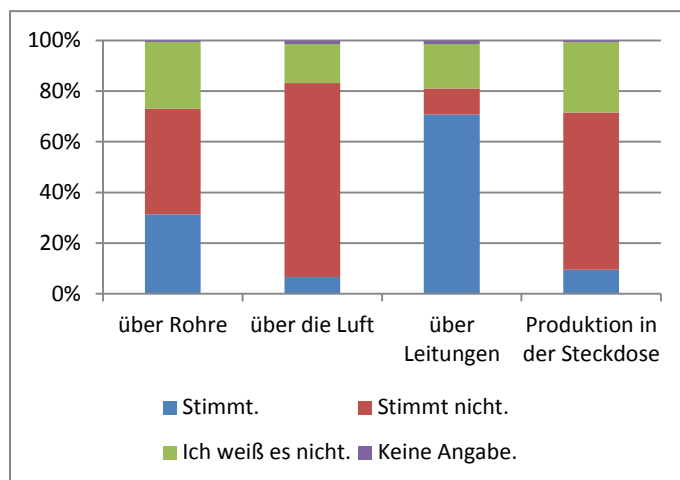


Abb. 38: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Wie kommt der elektrische Strom in die Steckdose?“ (N= 137)

### 4. Teil: Wasser

Anschließend bewerten die Kinder verschiedene Aussagen dazu, worin Wasser enthalten ist. Viele Kinder können diese Aufgabe gut lösen. So wissen sie beispielsweise größtenteils, dass Regen (87 %), Eisberge (76 %) sowie Schnee (90 %) nahezu ausschließlich aus Wasser bestehen. Die Aussagen „Bäume bestehen fast nur aus Wasser“ sowie „Öl besteht fast nur aus Wasser“ beantworten jeweils 61 % der Schüler/innen richtig, indem sie diese verneinen (vgl. Abb. 39).

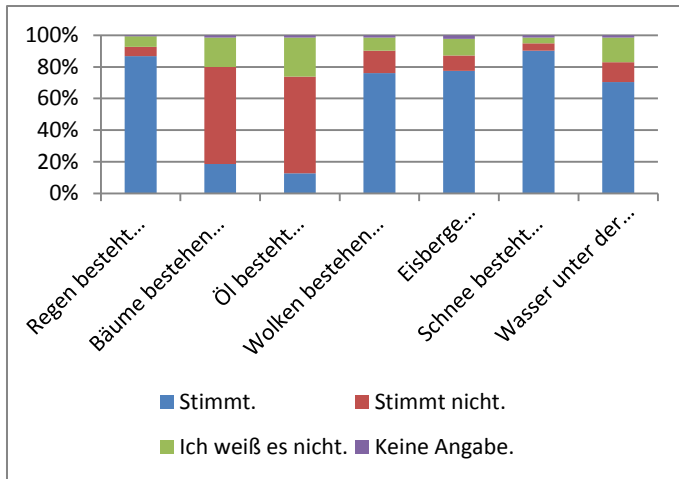


Abb. 39: Antwortmuster der Kinder bei der Frage "Was stimmt?" Kreuze die richtige Antwort an!" (N = 137)

Auf die Frage „Warum fließt das Wasser im Bach, aber im Teich nicht?“ antwortet fast die Hälfte der Kinder (48 %) richtig und kreuzt die Antwort „von den Bergen ins Meer“ an.

Ein Fünftel der Kinder (20 %) vermutet, der Grund für das Fließen von Wasser sei die längliche Form eines Baches. Diese Kinder lassen sich somit von naiven Vorstellungen oder Präkonzepten leiten.

Ähnlich gehen einige Kinder (4 %) davon aus, es gebe mehr Wind beim Bach (vgl. Abb. 40).

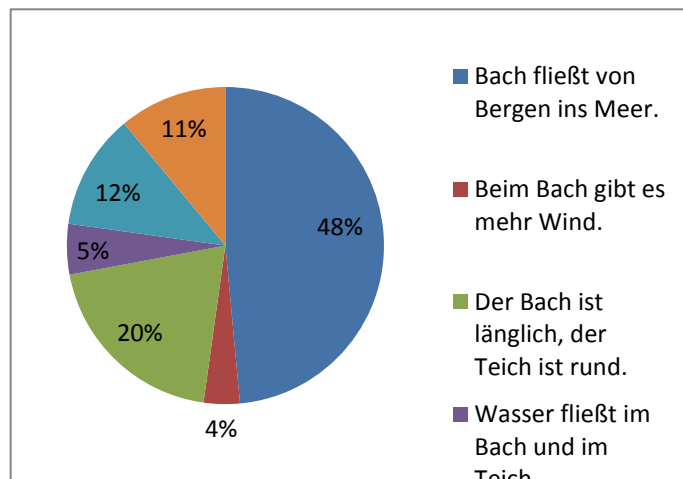


Abb. 40: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Warum fließt das Wasser im Bach, aber nicht im Teich?“ (N = 137)

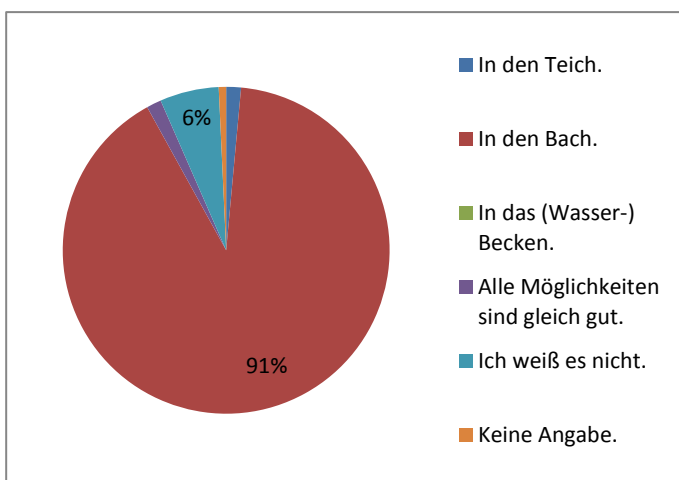


Abb. 41: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Wohin baust du ein Wasserrad, damit es gut funktioniert?“ (N = 137)

Bei der Frage nach dem besten Ort für ein Wasserrad antworten 91 % der Kinder richtig, indem sie den Bach nennen. Nur wenige Probanden glauben, ein Teich (1 %) sei der beste Ort dafür (vgl. Abb. 41). Ein Wasserbecken als besten Ort gibt kein Kind an. Einige Schülerinnen und Schüler wissen es nicht (6 %).

Die nächste Frage zielt darauf ab zu erfassen, ob die Schüler/innen eine Vorstellung davon haben, welche

Veränderungen für das Leben der Menschen der Bau eines Staudamms nach sich ziehen kann. Etwa ein Drittel der Probanden (29 %) bejaht die Aussage, dass eine Familie beim Bau eines Staudamms vor ihrem Haus auf den Staudamm schauen würde und fand damit die richtige Antwort. Ebenso geht ein knappes Drittel der Probanden (26 %) davon aus, dass die Familie umziehen müsse, weil das Haus überflutet werde. Ein kleiner Teil (12 %) der Befragten wählt als Antwort, dass sich neue Freizeitmöglichkeiten bieten würden. Weiterhin nehmen einige Probanden (7 %) an, dass sich für die Familie nichts ändern würde. Etwa ein Viertel (24 %) weiß es nicht (vgl. Abb. 42).

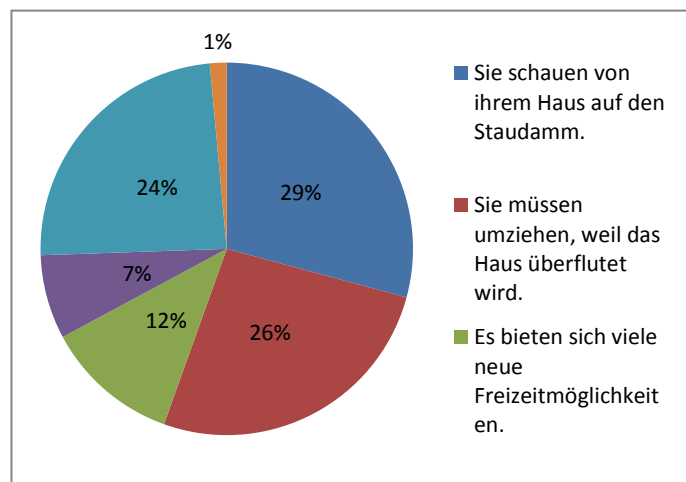


Abb. 42: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Was verändert sich durch den Bau eines Staudamms?“ (N = 137)

Die Aufgabe zum Wasserkreislauf löst weniger als die Hälfte der Schüler/innen (37 %). Sie zeichnen einen Wasserkreislauf auf, in dem der Niederschlag, Abfluss sowie Verdunstung gut erkennbar sind.

### 5. Teil: Erdöl/Erdgas

Im fünften Teil des Fragebogens, der die Kenntnisse zum Erdöl/Erdgas abfragt, antworten auf die Frage „Wo gibt es überall Erdgas?“ über die Hälfte der Probanden (63 %) richtig, indem sie bestätigen, dass Erdöl und Erdgas unter der Erdoberfläche vorkommen. Etwa ein Fünftel der Kinder (21 %) weiß, dass es unter dem Meeresboden Erdöl- und Erdgasreservoirs gibt (vgl. Abb. 43). Mehr als die Hälfte der Probanden (58 %) kann richtig angeben, dass kein Erdöl in Ölfrüchten (z.B. Oliven) enthalten ist und kreuzt bei der Aussage „Erdöl gibt es in Ölfrüchten“ die Option „Stimmt nicht“ an.

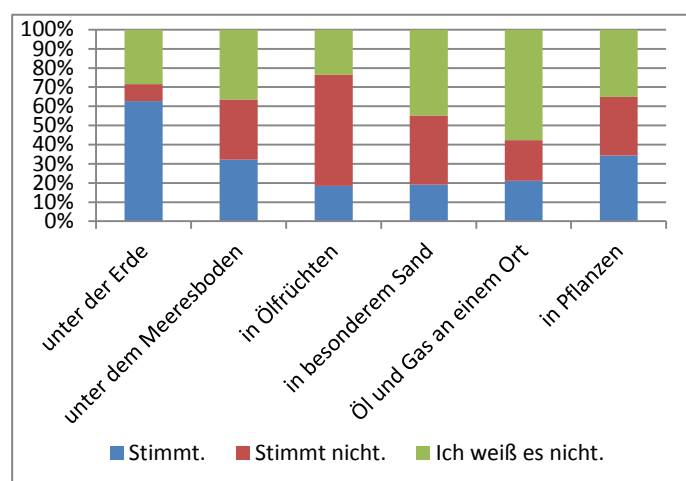


Abb. 43: Antwortmuster der Kinder bei der Frage: "Wo gibt es überall Erdöl?" (N = 137)

Bei der Frage nach dem Aussehen von Erdöl geben mehr als die Hälfte der Schüler/innen (68 %) an, es sei schwarz, während knapp ein Fünftel (19 %) glaubt, es sei gelb. Die Farbe „Weiß“ wird von

keinem Kind angekreuzt. Ein kleiner Teil der Teilnehmer/innen (11 %) weiß keine Antwort auf die Frage nach dem Aussehen von Erdöl. (Vgl. Abb. 44).

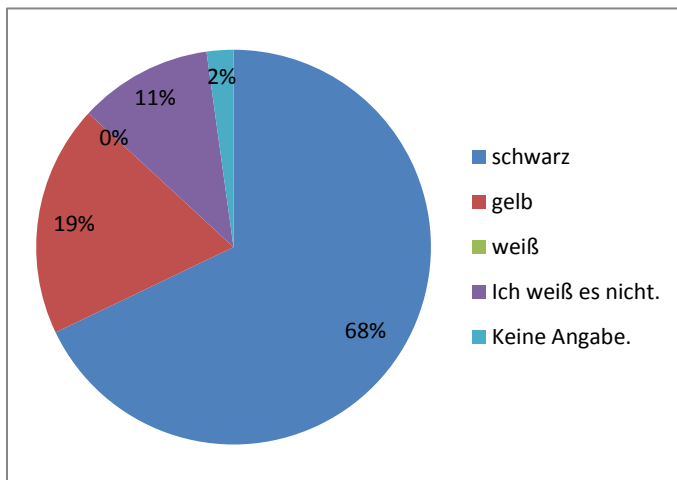


Abb. 44: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Wie sieht Erdöl aus?“

(N = 137)

Zur Frage „Was verändert sich für eine Familie durch den Bau einer Förderpumpe?“ äußern sich 36 % der Probanden „ Sie gucken auf eine Förderpumpe“ und antworten damit richtig. Ein Viertel der Kinder (25 %) ärgern sich, 10 % glauben, die Familie müsse umziehen. Ein Fünftel (20 %) der Probanden weiß hierauf keine Antwort (vgl. Abb. 45).

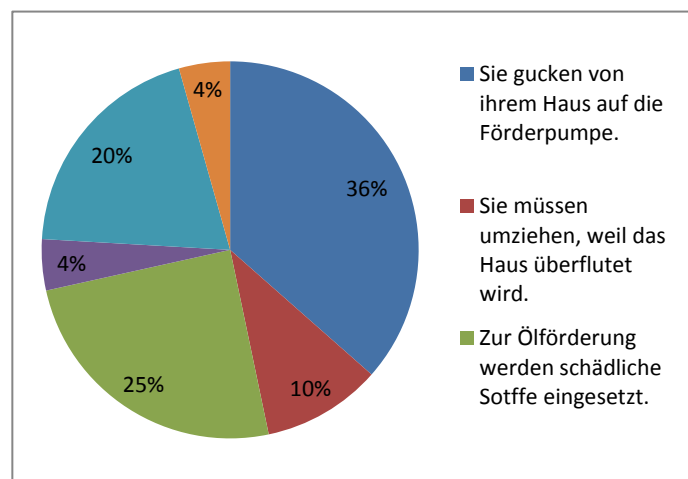


Abb. 45: Antwortmuster der Kinder bei der Frage: "Was verändert sich durch den Bau einer Förderpumpe?" (N = 137)

Die letzten Fragen (Frage 17/18) zielen darauf zu ermitteln, inwiefern die Probanden die Bedeutung von Erdöl und die Vor- und Nachteile dieses Rohstoffs einschätzen können. Über drei Viertel der Befragten (74 %) weiß, dass Erdöl ein wichtiger Rohstoff ist. Über die Hälfte der Probanden (58 %) gibt richtig an, dass Maschinen Öl benötigen, damit sie funktionieren. Dennoch kreuzen nur 29 % an, dass Erdöl ein wichtiger Rohstoff ist. Die Hälfte der Befragten (50 %) ist sich bewusst, dass Öl nicht umweltfreundlich ist, und kreuzt daher bei der Aussage „Öl ist umweltfreundlich“ die Option „Stimmt nicht“ an (vgl. Abb. 46).



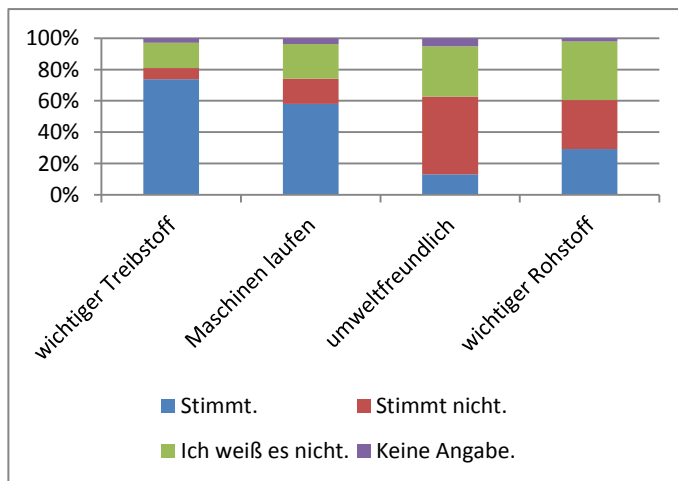


Abb. 46: Antwort der Kinder auf die Frage "Welche Vorteile hat die Nutzung von Erdöl?" (N = 137)

Die letzte Frage lautet: „Welche Nachteile hat die Nutzung von Erdöl?“. Hier kreuzen 71 % die richtige Antwortoption an, dass Öl umweltschädlich ist. Über die Hälfte der Probanden (53 %) weiß außerdem, dass die Förderung und der Transport von Erdöl die Umwelt verschmutzt. Knapp die Hälfte der Schüler/innen (45 %) ist sich zudem der Endlichkeit der Ressource bewusst und etwa ein Drittel (36 %) kennt auch die Gefahr, die von einer undichten Pipeline für Mensch und Umwelt ausgeht (vgl. Abb. 47).

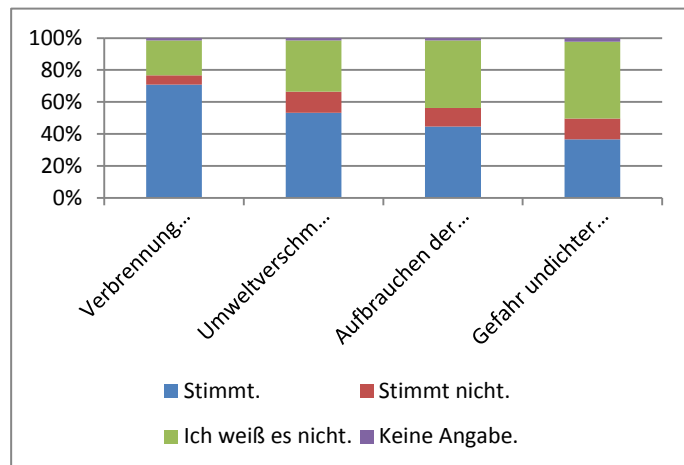


Abb. 47: Antwortmuster der Kinder bei der Frage „Welche Nachteile hat die Nutzung von Erdöl?“ (N = 137)

## 4.2 Vergleich von Klassenstufe 3 und 4

Der Fragebogen (N = 137) wird sowohl bei Schüler/innen der Klassenstufe 3 als auch der Klassenstufe 4 eingesetzt. Davon sind 78 Drittklässler/innen und 59 Viertklässler/innen. Im Folgenden sollen die Unterschiede bzw. Ähnlichkeiten im Antwortverhalten der Probanden aus unterschiedlichen Klassenstufen aufgezeigt werden. Für jede richtige Antwort im Fragebogen wird ein Punkt, für jede falsche Antwort 0 Punkte gegeben. Die Punkte, die die einzelnen Kinder der jeweiligen Klassenstufe bei einer Aufgabe erreicht haben, werden aufsummiert. Anschließend werden die Werte im Mittel miteinander verglichen (Mittelwert = m).

Insgesamt lassen sich bei den meisten Aufgaben nur geringfügige Unterschiede zwischen Dritt- und Viertklässlern ausmachen (vgl. Tab. 3). So zeigen Schüler/innen aus dem dritten Schuljahr in Bezug auf ihr Vorwissen (Teil 2; Aufgabe 1 bis 6) ähnliche Kenntnisse wie die Befragten aus dem vierten Schuljahr. Dennoch lassen sich graduelle Unterschiede erkennen, so etwa bei Aufgabe 2 („Wozu dienen Solarzellen?“). Bei dieser Frage erreichen Kinder aus dem vierten Schuljahr im Mittel einen leicht höheren Summenwert ( $m = 4,0$ ) als die Drittklässler/innen ( $m = 3,8$ ). Bei der dritten Aufgabe, in der die Funktionsweise von Solarzellen („Wie funktionieren Solarzellen?“) abgefragt wird, zeigen die Drittklässler/innen etwas häufiger richtige Antworten ( $m = 1,7$ ) als die Viertklässler /innen ( $m = 1,3$ ). Im Vergleich dazu erzielen die Kinder aus dem dritten Schuljahr einen Wert von  $m = 1,6$ . Der Unterschied zwischen beiden Klassenstufen ist statistisch nicht signifikant.

Ähnliche Ergebnisse erbringt die Betrachtung der Mittelwerte für den dritten Teil der Befragung, der sich mit den Kompetenzen im Bereich „Elektrischer Strom“ beschäftigt. In Aufgabe 7 wird erfragt, ob man für die Benutzung eines Gasherds, eines Elektroautos bzw. eines Fotoapparats Strom benötigt („Braucht man elektrischen Strom, um diese Dinge zu benutzen?“). Hier erreichen die Kinder aus dem dritten Schuljahr nur einen leicht geringeren Mittelwert ( $m = 1,7$ ) als die Viertklässler ( $m = 1,8$ ). Bei Frage 8 („Wie kommt der elektrische Strom in die Steckdose?“) zeigen sich ebenso nur geringe Differenzen zwischen den beiden Klassenstufen.

Auch im vierten Teilbereich des Fragebogens (Aufgabe 9 bis 13), der dem Wissen über Wasser als Energieträger gewidmet ist, lassen sich wenige Unterschiede zwischen den beiden Klassenstufen ausmachen. Beispielsweise bei Aufgabe 9, die nach dem Vorkommen von Wasser in der Umwelt fragt, gibt es kaum Differenzen bei dem Wissensstand der Befragten. Während Probanden aus dem vierten Schuljahr bei dieser Aufgabe einen Mittelwert von  $m = 4,9$  erreichen, liegt der Mittelwert der Drittklässler bei  $m = 5,3$ . Interessanterweise beantworten bei Aufgabe 11, „Wo ist der beste Ort für ein Wasserrad?“, die Schüler/innen aus dem dritten Schuljahr ( $m = 0,5$ ) häufiger richtig als die Schüler/innen aus dem vierten Schuljahr ( $m = 0,3$ ). Die Zeichnung zum Wasserkreislauf können die älteren Probanden hingegen besser lösen als die jüngeren ( $m = 0,5$  im Vergleich zu  $m = 0,4$ ). Signifikante Unterschiede zwischen den beiden Klassenstufen zeigen sich bei allen beschriebenen Aufgaben nicht.

Im fünften Aufgabenbereich zu Erdöl/Erdgas lassen sich ebenso nur geringe Differenzen innerhalb der einzelnen Klassenstufen in den richtigen Ergebnissen der Dritt- und Viertklässler/innen erkennen. Interessant ist, dass die Probanden aus dem vierten Schuljahr nicht durchgängig besser abschneiden als die aus dem dritten Schuljahr. Die Frage „Wie sieht Erdöl aus?“ beantworten die Schüler/innen aus dem dritten Schuljahr im Mittel besser ( $m = 0,9$ ) als die Viertklässler ( $m = 0,8$ ). Bei den Aufgaben 17 und 18 zeigen sich ebenso kaum Unterschiede. Während die befragten Drittklässler/innen bei

Aufgabe 17 (Vorteile von Erdöl) einen Mittelwert von  $m = 2,2$  erreichten, liegt der Mittelwert für diese Aufgabe bei den Viertklässlerinnen bei  $m = 2,1$ . In ähnlicher Weise stellt sich der Unterschied bei Aufgabe 18 (Nachteile von Erdöl) dar. Hier erzielen die Probanden aus dem dritten Schuljahr einen Mittelwert von  $m = 2,2$  und die Viertklässler/innen erreichen einen Mittelwert von  $m = 2,1$ .

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich Schüler/innen aus dem 3. Schuljahr in Bezug auf ihre Kompetenzen zum Themenfeld „Energie“ kaum von denen aus dem 4. Schuljahr unterscheiden. Weiterhin zeigt der Vergleich der Mittelwerte (vgl. Tab. 4), dass die älteren Schüler/innen keinesfalls immer besser abschneiden als die jüngeren Probanden. Ganz im Gegenteil - bei einigen Aufgaben (z.B. Aufgabe 9, Aufgabe 14) zeigen die getesteten Drittklässler/innen bessere Ergebnisse.

Aufgabe	Maximale Punktzahl	3. Klasse	4. Klasse
1	4	3,1	3,0
2	4	3,8	4,0
3	3	1,7	1,3

Tab. 4: Mittelwerte (= m) im Vergleich Schüler/innen der 3./4. Klasse

4	4	3,4	2,5
5	4	1,9	1,8
6	6	2,2	2,4
7	3	1,7	1,8
8	4	1,7	1,8
9	7	5,4	4,9
10	1	0,8	0,9
11	1	0,5	0,3
12	1	0,3	0,3
13	1	0,4	0,5
14	6	2,3	2,0
15	1	0,9	0,8
16	1	0,4	0,3
17	4	2,2	2,1
18	4	2,2	2,1

### 4.3 Kompetenzmessung mit Raschanalyse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Kompetenzmodellierung, die mit dem eindimensionalen Rasch-Modell berechnet wurden, dargestellt.

Die Items (=Aufgaben) werden danach bestimmt, ob sie gelöst oder nicht gelöst wurden. Grundgedanke des Modells von Rasch (Rasch, 1960; Rost, 2004) ist, dass eine Person (=  $v$ ) mit einer spezifischen Fähigkeit (=  $\theta$ ) eine bestimmte Lösungswahrscheinlichkeit zum Lösen einer Aufgabe hat.

Das Rasch Modell bietet eine graphische Darstellung in Form einer Wright Map. Die beiden Modellparameter (Itemschwierigkeit, Personenfähigkeit) werden beim Rasch Modell auf einer Skala in Logit-Einheiten abgebildet (Wilson, 2005). Dabei sind die Antworten der Personen entsprechend ihrer Fähigkeit (=Personenfähigkeit) auf der linken Seite in Form des Buchstaben X abgebildet. Die Items werden, geordnet nach der Schwierigkeit (=Itemschwierigkeit), auf der rechten Seite der Wright Map dargestellt.

Aufgabe	Item	Text
1: Hast du diese Gegenstände schon mal gesehen?	2	„Hast du schon ein Windrad gesehen?“
5: Wozu dient ein Wasserkraftwerk mit Staudamm?	19	„... zum Züchten von Fischen.“
8: Wie kommt der elektrische Strom in die Steckdose?	30	„Der elektrische Strom kommt über die Luft in die Steckdose.“
8: Wie kommt der elektrische Strom in die Steckdose?	32	„Der elektrische Strom kommt über Leitungen in die Steckdose.“
9: Was stimmt? Kreuze die passende Antwort an!	36	„Wolken bestehen fast nur aus Wasser.“
9: Was stimmt? Kreuze die passende Antwort an!	37	„Eisberge bestehen fast nur aus Wasser.“
15: Wie sieht Erdöl aus? Kreuze die passende Antwort an!	50	„Erdöl sieht schwarz aus.“

Tab. 5: Aufgabe mit geringer Differenzierung der Schwierigkeit

Ist die Itemschwierigkeit gleich der Personenfähigkeit, dann kann eine Person ein Item mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % lösen. Liegt die Personenfähigkeit höher als die Schwierigkeit des Items, so wird die Lösungswahrscheinlichkeit des Probanden höher als 50 % sein (Wilson, 2005); liegt die Personenfähigkeit niedriger als die Schwierigkeit des Items, dann ist die Lösungswahrscheinlichkeit geringer als 50 % (Bond & Fox, 2007).

Der Item-Fit oder Mean Weighted Square (=MNSQ) zeigt, ob die empirischen Daten mit den geschätzten Werten übereinstimmen. Mit dem Programm Conquest (Wu, Adams & Wilson, 1998) wird die Lösungswahrscheinlichkeit für jedes Item und jede Person berechnet. Liegen die Werte für den MNSQ zwischen 0,8 und 1,2, befinden sie sich in einem akzeptablen Rahmen (Wu et al., 1998). Die MNSQ- Werte (weighted fit) des entwickelten Tests liegen im akzeptablen Bereich.

Nach dem ersten Durchlauf haben einige Teile von Aufgaben (=Items) sehr geringe Werte bei der Differenzierung der Schwierigkeit gezeigt. Das bedeutet, diese Items eignen sich nicht zur

---

Unterscheidung der Fähigkeiten der Probanden innerhalb der Stichprobe. Daher werden folgende sieben Items bei der Modellbildung aus der Berechnung entfernt (vgl. Tab. 5).

Durch das Herausnehmen der oben genannten Items wird die Modellbildung mit der Berechnung der Aufgabenschwierigkeit genauer. Durch die veränderte Abfolge der Items verschieben sich die Item-Nummerierungen jeweils. Die Aufgaben (=Items) am oberen Ende der Wright Map (vgl. Abb. 48) sind die schweren Items (Item 28, Item 30, Item 47). Dies sind folgende Aussagen „Elektrischer Strom wird jeweils in der Steckdose produziert“ (Item 28), „Bäume bestehen fast nur aus Wasser“ (Item 30), „Öl wird benötigt, weil damit Maschinen laufen können“(Item 47). Offensichtlich sind die genannten Aufgaben für das Alter der Acht- bis Neunjährigen noch schwer zu lösen. Am unteren Ende der Abbildung ist Item 33 („Schnee besteht fast nur aus Wasser“) und Item 1 („Hast du schon mal Solarzellen gesehen?“) zu erkennen. Diese Aufgaben sind sehr leicht zu lösen gewesen. Hier haben die Probanden sehr hohe Lösungshäufigkeiten erreicht.

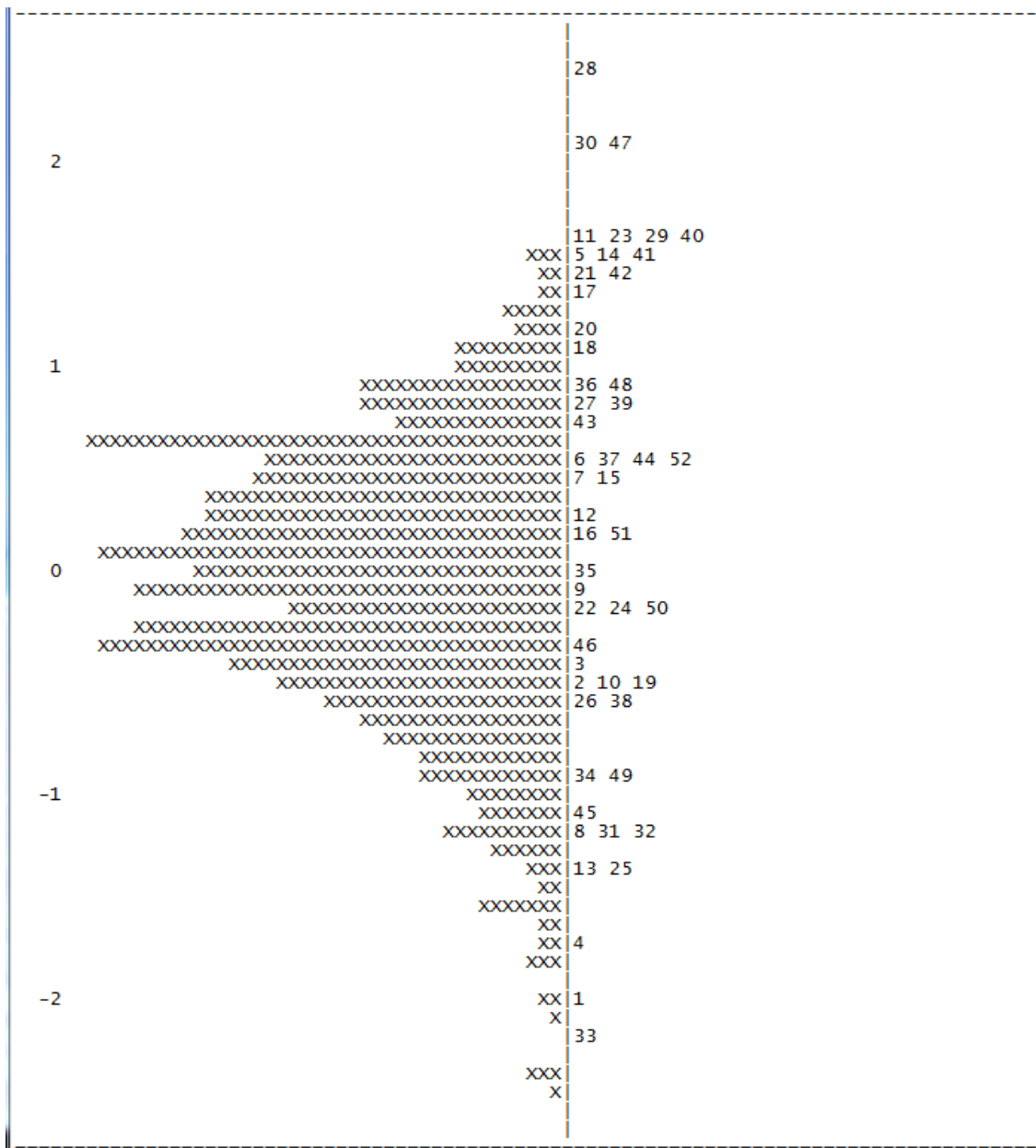


Abb. 48 : Verteilung der Aufgabe im Zusammenhang mit .ihrer Schwierigkeit in der Wright Map (nach Rasch, 1960)

#### 4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse der Hauptstudie

Die Ergebnisse der Befragung der Hauptstudie zeigen, dass Kinder im Grundschulalter bereits über einfaches Faktenwissen im Themenfeld „Energie“ verfügen. So antworten drei Viertel der Kinder (74 %) beispielsweise bei der dritten Aufgabe im zweiten Bereich (Vorwissen) richtig und geben an, dass Solarzellen Sonnenenergie in Strom umwandeln. Ebenso wissen über die Hälfte der Probanden, dass Solarzellen umweltfreundlich sind (vgl. Aufgabe 3, Abb. 33), und drei Viertel geben an, dass Erdöl nicht umweltfreundlich sei (vgl. Aufgabe 17, Abb. 46). Die Kenntnisse über die Bedeutung von Wasserkraft als Energieträger sind bei den Probanden hingegen weniger ausgeprägt. So antworten nur 27 % richtig, dass Wasserkraft eine Alternative zu Atomstrom sein kann (vgl. Abb. 36). Erstaunlicherweise wissen weniger als ein Drittel der Probanden, dass die „Energieerzeugung“ durch Wasserkraft umweltfreundlich ist. Bei der Frage „Braucht man elektrischen Strom, um diese Dinge zu benutzen?“ lässt sich die Hälfte der Kinder von ihren Präkonzepten leiten und gibt an, dass ein Gasherd Strom benötigt (vgl. Abb. 37). Die Antworten in Bezug auf die Nutzung eines Fotoapparates und eines Elektroautos sind dagegen bei jeweils über der Hälfte der Kinder richtig. Die Frage „Wie kommt der elektrische Strom in die Steckdose?“ können drei Viertel der Kinder (71 %) richtig beantworten (vgl. Abb. 38).

Im vierten Teilbereich (Wasser) zeigen die Befragten bei Aufgabe 9 (Vorkommen von Wasser) ausgeprägte Kenntnisse. So kreuzen sie richtig an, dass Regen (87 %), Eisberge (77 %) und Schnee aus Wasser (90 %) bestehen (vgl. Aufgabe 9, vgl. Abb. 39). Die Kenntnisse über die Bestandteile zu Wasser sind hoch im Vergleich zum Wissen im Hinblick auf die Bedeutung und den Nutzen von Wasserkraft (Aufgabe 6, vgl. Abb. 36).

Wenn Aufgaben gestellt werden, in denen die Probanden einen Sachverhalt im Zusammenhang mit einem verknüpften Inhalt erklären sollen, lassen sich Kinder in ihren Antworten von ihren Präkonzepten leiten. So vermuten knapp 20 % der Befragten einen Zusammenhang zwischen dem Fließen des Wassers im Bach und seiner länglichen Form (vgl. Aufgabe 10, Abb. 40). Die Schüler/innen aus dem vierten Schuljahr können einen Wasserkreislauf häufiger richtig aufzeichnen als die Befragten aus dem dritten Schuljahr. (vgl. Aufgabe 13). Im fünften Aufgabenbereich (Erdöl/Erdgas) antworten über die Hälfte (68 %) der Probanden richtig und kreuzen schwarz als Farbe von Erdöl an. Ebenso ist sich etwa ein Drittel (36 %) der Schüler/innen bewusst, welche Veränderungen der Bau einer Förderpumpe für eine Familie haben kann (vgl. Aufgabe 16, vgl. Abb. 45). Bei der Aufgabe, in der nach den Vorteilen von Erdöl gefragt wird, kreuzen über 74 % die richtige Antwort „Erdöl ist ein wichtiger Rohstoff“ an ; ebenso ist sich über die Hälfte der Befragten (59 %) bewusst, dass Erdöl zum Laufen von Maschinen benötigt wird (vgl. Abb. 46).

Der Vergleich der beiden Klassenstufen (3./4. Klasse) erbrachte in den Ergebnissen keine deutlichen Unterschiede in Bezug auf die Kenntnisse der Schüler/innen. Es zeigen sich einige kleinere Differenzen (vgl. Aufgabe 6, 7, 8). Weiterhin wird deutlich, dass der Zuwachs an Kenntnissen nicht linear mit der Klassenstufe verläuft (vgl. Frage. 4, 9). Im Gegenteil zeigen die Drittklässler/innen bei einigen Fragen häufiger richtige Antworten als die Viertklässler/innen. So antworteten Drittklässler/innen bei Aufgabe 11 („Wo ist der beste Ort für ein Wasserrad?“) deutlich häufiger richtig als Probanden aus dem vierten Schuljahr. Offensichtlich lassen sich die Unterschiede in den Kompetenzen der Befragten nicht vorrangig mit dem Alter erklären. Vermutlich spielen die Beschäftigung bzw. Vertrautheit der Probanden mit den Themenbereichen Energie, Strom sowie die Nutzung von fossilen bis hin zu erneuerbaren Energieträgern eine bedeutende Rolle für die dargestellten Ergebnisse.

Zudem nimmt die/der Klassenlehrer/in Einfluss auf die Schüler/innen, indem er die Bedeutsamkeit der Erhebung seinen/ihren Schüler/innen verdeutlicht oder nicht. Weiterhin gibt es Einflussfaktoren, die in der Erhebung nicht erfasst worden sind (wie z.B. sozioökonomischer Status, bereits behandelte Themenbereich im Sachunterricht etc.). Die genannten Faktoren können die Erhebung in den beiden Klassenstufen beeinflusst haben. Bei der Modellierung mit der Raschanalyse wurden sieben Items entfernt, da sie eine zu geringe Differenzierung der Fähigkeiten der Schüler/innen gezeigt haben.

#### **4.5 Konferenzen und Publikationen**

Eine Publikation für eine Fachzeitschrift, in denen die im Bericht vorgestellten Ergebnisse beschrieben werden, ist geplant. Frau Viehrig hat die Ergebnisse der Vorstudie auf einer nationalen Tagung in Bochum (2015) sowie auf einer internationalen Tagung in Moskau (2015) vorgestellt (Folien zur Präsentation im Anhang C und Anhang D) Das Konzept der Studie sowie die Ergebnisse der Hauptstudie stellte Frau Stephan-Gramberg auf der ESERA-Tagung in der Schweiz vom 20. bis 23. August 2016 im Rahmen eines Vortrages vor (Poster im Anhang E).



## 5 Fazit und Ausblick

Insgesamt stellt der Fragebogen ein valides und reliables Test- und Messinstrument für die Grundschule mit den fünf Teilbereichen („Über mich“, „Das kenne ich schon“, „elektrischer Strom“, „Wasser“, „Erdöl/Erdgas“) dar. Insgesamt zeigt die Befragung, dass die Probanden die Aufgaben jeweils mit mindestens 20 % korrekt beantwortet haben. Zudem gab es keine Deckeneffekte, das heißt die Aufgaben wurden immer maximal bis zu 92 % richtig von den Probanden beantwortet. Die Entwicklung des Fragebogens im Rahmen der beiden Vorstudien im Sommer und Herbst 2015 erfolgte in Zusammenarbeit mit einer Schule in Baden-Württemberg sowie einer Schule in Hessen. Die Datenerhebung der Hauptstudie erfolgte dann an zwei Privatschulen sowie an einer staatlichen Grundschule in Baden-Württemberg und an einer Grundschule in Hessen.

Die einzelnen Teilbereiche sind auch unabhängig voneinander einsetzbar. Die Aufgaben zu Teilbereich 2 „Das kenne ich schon“ könnten vor Beginn der Einheit „Energie“ den Schüler/innen zum Bearbeiten vorgelegt werden. Denkbar ist beispielsweise, dass eine Lehrkraft die Aufgaben zum Teilbereich 3 „Elektrischer Strom“ nach den Unterrichtsstunden, in denen Schüler/innen Experimente zum elektrischen Stromkreislauf durchgeführt haben, ausfüllen lässt. In gleicher Weise könnten Aufgaben zum Teilbereich 4 „Wasser“ nach der thematischen Beschäftigung mit dem Phänomen „Wasser“ bzw. den Nutzungsmöglichkeiten von Wasser zur Stromerzeugung eingesetzt werden. Abschließend könnte der Teilbereich 5 „Erdöl/Erdgas“ nach der intensiven Auseinandersetzung mit fossilen und regenerativen Energieträgern Anwendung finden. Das hätte den Vorteil, dass eine enge zeitliche Verknüpfung zwischen den thematischen Einheiten und einer Abfrage im Rahmen der Testeinheiten erfolgen würde. Die Schüler/innen hätten dadurch die einzelnen Bereiche „elektrischer Strom“, „Wasser“, „Erdöl/Erdgas“ im Gedächtnis.

Weiterhin ist denkbar, dass der Fragebogen im Rahmen einer Schulevaluation bei einer Schule eingesetzt wird, die in diesem Themenbereich ihr Profil stärken möchte. Der Fragebogen kann in diesem Fall als ein Teil im Rahmen eines umfassenden Profils eingesetzt werden. Eine Grundschule in Nürnberg hat beispielsweise das Thema in ihrem Schulprogramm mit folgendem Titel „Bewusster Umgang mit Energie“ ([bauernfeind-schule.de/index.php/schulleben/14-keim/73-keim-2015-mit-dem-energiesheriff-durch-das-jahr](http://bauernfeind-schule.de/index.php/schulleben/14-keim/73-keim-2015-mit-dem-energiesheriff-durch-das-jahr)) aufgenommen. Verschiedene Aktivitäten jeder Klasse (z. B. Energiesparkalender, Energiespartipps) stehen im Schulprogramm dieser Schule. Während die Aktivitäten im schulischen Alltag die Kinder zum bewussten Umgang mit Energie erziehen, dient der Fragebogen zur Abfrage der fachlich gewonnenen Kompetenzen in diesem Bereich. Beide Facetten, sowohl Wissenskomponenten als auch Handlungsideen für den Alltag sind relevant für die Erziehung von Kindern zum bewussten Umgang mit den Ressourcen unserer Umwelt.

---

## Literatur

- bauernfeind-schule.de/index.php/schulleben/14-keim/73-keim-2015-mit-dem-energiesheriff-durch-das-jahr (Zugriff am 27.01.2017)
- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2005). Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560.
- Kauertz, A. (2008). Vom Kompetenzmodell zum Testheft. Grundprinzipien, Rahmenbedingungen und Möglichkeiten der Qualitätssicherung. Evaluation der Standards in den Fächern Biologie, Chemie und Physik für die Sekundarstufe I. ESNaS Zugriff am 02. 12. 2016 [http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/testung/ESNaS\\_Nov08-Kauertz.pdf](http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/testung/ESNaS_Nov08-Kauertz.pdf).
- Meier Kruker, V.,Rauh, J. (2005). *Arbeitsmethoden der Humangeographie*. Hemsbach. Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Ministerium für Kultus Jugend und Sport Baden-Württemberg. (2004). *Bildungsplan Grundschule*. Stuttgart.
- Ministerium für Kultus Jugend und Sport Baden-Württemberg. (2016). *Bildungsplan Grundschule*. Stuttgart.
- Rasch, G. (1960). *Studies in mathematical psychology: I. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Copenhagen: Danmarks Pädagogisches Institut.
- Rost, J. (2004). *Testtheorie-Testkonstruktion*. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Verlag Hans Huber.
- Warm, T. (1989) Weighted Likelihood Estimation of Ability in Item Response Theory. *Psychometrika*, 54, 3, S. 427-450.
- Wilson, M. (2005). *Constructing Measures: An Item Response Modeling Approach*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Wu, M. L., Adams, R. J., Wilson, M. R. (1998). *ACER Conquest: Generalized Item response Modelling Software*. Hill Road, Camper well, Melbourne: Australian Council for Educational Research.

# Anhang

## Anhang A Fragebogen der Erhebung vom April 2015

Vorerhebung 1 Sonne ist Leben

Bitte lesen Sie den Schüler/innen die Einführung vor.

Lieber Schüler, liebe Schülerin,

dieser Fragebogen ist Teil des Projektes der Pädagogischen Hochschule, dass sich „Sonne ist Leben – Kompetenz zum Thema erneuerbare Energien in der Grundschule interdisziplinär fördern“ nennt.



Die Abgabe des Fragebogens ist freiwillig – wenn jemand nicht abgibt, hat er keine Nachteile. Die Forscher würden sich aber sehr freuen, wenn möglichst Viele abgeben würden, damit Sie bessere Materialien für den Unterricht entwickeln können.

Der Fragebogen ist anonym, so dass man nach der Abgabe nicht mehr weiß, von wem der Fragebogen ist.

Wenn ihr ein Wort oder einen Satz bei den Aufgaben nicht versteht, unterstreicht es bitte farbig. Damit helft ihr den Forschern, die Aufgaben zu verbessern.

Bei vielen Aufgaben gibt es ein "Ich denke so", dort könnt ihr eure eigenen Ideen aufschreiben.

Die Forscher (Julia Mrazek, Dr. Kathrin Viehrig, Prof. Dr. Alexander Siegmund und das ganze Projektteam) bedanken sich für eure Hilfe.

Bitte tragen Sie ein:  
 Startzeit: \_\_\_\_\_ Uhr  
 Endzeit: \_\_\_\_\_ Uhr

Ggf. besondere Vorkommnisse/ Beobachtungen:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Bitte lesen Sie den Schüler/innen jeweils die Frage vor, so dass auch leseschwächere Schüler/innen den Bogen gut ausfüllen können.  
 Bei Aufgabe 4 zählen auch andere Medien (z.B. Grafiken, Zeitungen, Internet-Clip) in die Kategorie wie „Film“ und „Bild“  
 Bei Aufgabe 8 den Neigungswinkel mit den Armen andeuten.

Vorerhebung 1 Sonne ist Leben

### Teil 1: Über mich

1. Ich bin  ein Junge  ein Mädchen



2. Ich bin \_\_\_\_\_ Jahre alt

3. Ich gehe in die  3. Klasse  4. Klasse

### Teil 2: Das kenne ich schon

4. Hast du diese Sachen schon mal gesehen? Kreuze an.  
 Was machen Sie? Schreibe. Du kannst auch zusätzlich eine kleine Skizze machen.

Achtung: Es geht nicht darum, dass es genau das auf dem Bild war. Wenn auf ihr schon mal einen Hund gesehen habt, könnt ihr „Ja“ ankreuzen, egal ob auf dem Bild ein Schäferhund oder ein Dackel zu sehen ist.

	<p><b>Staudamm mit Wasserkraftwerk</b></p> <p>Hast du schon mal einen Staudamm mit Wasserkraftwerk gesehen?</p> <p><input type="radio"/> ja, in „echt“  <input type="radio"/> ja, z.B. auf einem Bild oder in einem Film  <input type="radio"/> nein  <input type="radio"/> Ich weiß nicht</p> <p>Wozu ist ein Staudamm mit Wasserkraftwerk da und wie funktioniert es?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
	<p><b>Solarzellen/ Photovoltaik</b></p> <p>Hast du schon mal Solarzellen gesehen?</p> <p><input type="radio"/> ja, in „echt“  <input type="radio"/> ja, z.B. auf einem Bild oder in einem Film  <input type="radio"/> nein  <input type="radio"/> Ich weiß nicht</p> <p>Wozu sind Solarzellen da und wie funktionieren sie?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

<b>Windrad</b>	<p>Hast du schon mal ein Windrad gesehen?</p> <p><input type="radio"/> ja, in „echt“  <input type="radio"/> ja, z.B. auf einem Bild oder in einem Film  <input type="radio"/> nein  <input type="radio"/> Ich weiß nicht</p> <p>Wozu ist ein Windrad da und wie funktioniert es?</p>
<b>Ölkraftwerk</b>	<p>Hast du schon mal ein Ölkraftwerk gesehen?</p> <p><input type="radio"/> ja, in „echt“  <input type="radio"/> ja, z.B. auf einem Bild oder in einem Film  <input type="radio"/> nein  <input type="radio"/> Ich weiß nicht</p> <p>Wozu ist ein Ölkraftwerk da und wie funktioniert es?</p>

**Teil 2: Elektrischer Strom**

5. Braucht man elektrischen Strom, um diese Dinge benutzen zu können?

<b>Grill</b>		<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein <input type="radio"/> Ich weiß nicht
<b>Taschenlampe</b>		<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein <input type="radio"/> Ich weiß nicht
<b>Computer</b>		<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein <input type="radio"/> Ich weiß nicht

6. Wie kommt der elektrische Strom in die Steckdose?

	richtig	falsch	Ich weiß nicht
Der elektrische Strom kommt über die Rohre in die Steckdose.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der elektrische Strom kommt über die Luft in die Steckdose.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der elektrische Strom kommt über Leitungen in die Steckdose.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der elektrische Strom wird direkt in der Steckdose produziert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>




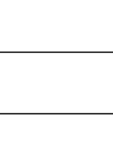
Ich denke, so:

**Teil 3: Wasser**

7. Was stimmt?

	richtig	falsch	Ich weiß nicht
Regen besteht fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bäume bestehen fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Öl besteht fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wolken bestehen fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eisberge bestehen fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schnee besteht fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unter der Erdoberfläche gibt es Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>




8. Ben und Rani haben eine Gummiente. Sie wollen, dass die Gummiente in der Rinne möglichst schnell mit dem Wasser in die Schüssel fließt. Was denkst du, sollten sie machen?

				
ganz wenig Wasser nehmen und die Rinne auf der einen Seite sehr hoch heben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ganz viel Wasser nehmen und die Rinne auf der einen Seite nur ein bisschen hoch heben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ganz viel Wasser nehmen und die Rinne auf der einen Seite sehr hoch heben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alles geht gleich schnell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ich denke, so:

Vorerhebung 1 Sonne ist Leben

11. Ben besucht Viktor, der ganz in der Nähe eines Flussufers wohnt. Etwas weiter unten am Fluss soll bald ein Staudamm gebaut werden. Was verändert sich dadurch für Viktor und seine Familie?




	Sie gucken von ihrem Haus auf die Mauer.	<input type="radio"/>
	Sie müssen umziehen, weil das Haus überflutet wird.	<input type="radio"/>
	Im Sommer ärgern sie sich weil, es mehr Mücken gibt.	<input type="radio"/>
	Es ändert sich nichts.	<input type="radio"/>
	Ich weiß nicht.	<input type="radio"/>
Ich denke, so:		
_____		
_____		

12. Zeichne den Weg eines Wassertropfens ein und beschrifte ihn.






Vorerhebung 1 Sonne ist Leben

9. Warum fließt eigentlich das Wasser im Bach, im Teich aber nicht?




	Der Bach fließt von den Bergen ins Meer, also nach unten.	<input type="radio"/>
	Beim Bach gibt es mehr Wind, und der macht, dass das Wasser fließt. Beim Teich gibt es nicht genug Wind.	<input type="radio"/>
	Der Bach ist länglich, deshalb fließt das Wasser. Der Teich ist rund, deshalb fließt das Wasser nicht.	<input type="radio"/>
	Wasser fließt im Bach und im Teich.	<input type="radio"/>
	Ich weiß nicht.	<input type="radio"/>
Ich denke, so:		
_____		
_____		

10. Ben und seine Freunde überlegen, wo man so ein großes Wasserrad am besten hin bauen könnte, damit es gut funktioniert. Ben würde es in den Teich bauen, Rani in den Bach und Ryo in das (Wasser-)Becken. Was denkst du?

	in den Teich	<input type="radio"/>
	in den Bach	<input type="radio"/>
	in das (Wasser-)Becken	<input type="radio"/>
	Alle sind gleich gut	<input type="radio"/>
	Ich weiß nicht.	<input type="radio"/>
Ich denke, so:		
_____		
_____		





Liebe Schülerin, lieber Schüler,

dieser Fragebogen ist Teil eines Projekts an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg. Die Abgabe des Fragebogens ist freiwillig. Wenn du nicht abgibst, hast du keinen Nachteil.

Deinen Namen musst du nicht auf den Fragebogen schreiben. Wir wissen also nicht, wer welche Antwort angekreuzt hat.

Vielen Dank für deine Hilfe.

*Bitte tragen Sie ein:*  
 Startzeit: \_\_\_\_\_ Uhr  
 Endzeit: \_\_\_\_\_ Uhr

**Teil 1: Über mich**

Ich bin  ein Junge  ein Mädchen  
 Ich bin \_\_\_\_\_ Jahre alt  
 Ich gehe in die  3. Klasse  4. Klasse  
 Welche Sprache spricht ihr am meisten zuhause?  
 deutsch  spanisch  
 türkisch  italienisch  
 englisch  sonstige Sprachen: \_\_\_\_\_

**Teil 2: Das kenne ich schon**

Kreuz die passenden Antworten an!

	Ja, in „echt“	Ja, z. B. in einem Film	nein
1. Hast du diese Gegenstände bzw. Bauwerke schon mal gesehen? Kreuz, was stimmt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hast du schon mal Solarzellen gesehen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hast du schon mal ein Windrad gesehen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hast du schon mal ein Molkefabrik gesehen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hast du schon mal einen Staudamm mit Wasserkraftwerk gesehen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Stimmt nicht	Stimmt	Ich weiß nicht
2. Wozu dienen Solarzellen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sie erzeugen Strom.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Häufig werden sie zur Erwärmung von Brauchwasser genutzt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Menschen, die Solarenergie nutzen, sparen Energie. Welche Brennstoffe zum Heizen im Winter.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sie speichern das Sonnenlicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Teil 3:**

**Elektrischer Strom**

7. Braucht man elektrischen Strom, um diese Dinge benutzen zu können?

7. Was stimmt? Treuse die richtige Antwort an!	Stimmt nicht	Ich weiß nicht
Ich brauche Strom, um einen Gasherd zu benutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wenn ich ein Elektroauto fahren möchte, brauche ich Strom.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wenn ich mit einem Fotoapparat fotografieren möchte, brauche ich Strom.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Gasherd      Elektroauto      Fotoapparat



8. Wie kommt der elektrische Strom in die Steckdose?	Stimmt nicht	Ich weiß nicht
Der elektrische Strom kommt über Rohre in die Steckdose.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der elektrische Strom kommt über die Luft in die Steckdose.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der elektrische Strom kommt über Leitungen in die Steckdose.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der elektrische Strom wird direkt in der Steckdose produziert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Wie funktionieren Solarzellen?	Stimmt nicht	Ich weiß nicht
Solarzellen wandeln Sonnenenergie direkt in Strom um.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Solarzellen können Sonnenenergie speichern, daher können wir im Winter mit Sonnenenergie heizen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Solarzellen geben keine umweltschädlichen Stoffe ab.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Wozu dient ein Windrad?	Stimmt nicht	Ich weiß nicht
Mit einem Windrad können Wellen im Meer erzeugt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein Windrad kann Wind erzeugen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mit einem Windrad kann Strom erzeugt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein Windrad kann als Aussichtsplattform genutzt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Wozu dient ein Wasserfallwerk mit Sautamm?	Stimmt nicht	Ich weiß nicht
zur Energiegewinnung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
als Schutz vor Überschwemmungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
zur Sicherung der Trinkwasserversorgung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
zum Züchten von Fischen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Was stimmt? Kreuze die richtige Antwort an!	Stimmt nicht	Ich weiß nicht
Wasserkraft ist eine Alternative zu Atomstrom.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wasserkraft ist umweltfreundlich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Wasser für die Stromproduktion bleibt immer im Kraftwerk.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Landschaft bleibt unverändert, wenn ein Stausee gebaut wird.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Durch den Bau von Wasserkraftwerken werden Tiere, wie zum Beispiel Fische gestört.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bei der Stromproduktion durch Wasserkraft werden Abgase freigesetzt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>









**Teil 4: Wasser**

9. Was stimmt? Kreuze die passende Antwort an!	Stimmt	Stimmt nicht
Regen besteht fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bäume bestehen fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wolken bestehen fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eisberge bestehen fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schnee besteht fast nur aus Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unter der Erdoberfläche gibt es Wasser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Warum fließt eigentlich das Wasser im Bach, im Teich aber nicht? Kreuze an!	Stimmt	Stimmt nicht
Der Bach fließt von den Bergen ins Meer, also nach unten. Der Teich ist hoch genug.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Beim Bach gibt es mehr Wind, und der macht, dass das Wasser fließt. Beim Teich gibt es nicht genug Wind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Bach ist länglich, deshalb fließt das Wasser. Der Teich ist rund, deshalb fließt das Wasser nicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wasser fließt im Bach und im Teich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich weiß es nicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Ben und seine Freunde überlegen, wo man ein großes Wasserrad am besten hin bauen könnte, damit es gut funktioniert. Was denkst du? Kreuze an.	
<input type="radio"/> In den Bach.	
<input type="radio"/> In das (Wasser-)Becken.	
<input type="radio"/> Alle Möglichkeiten sind gleich gut.	
<input type="radio"/> Ich weiß es nicht.	
12. Ben wohnt mit seiner Familie auf einem Berg. Im Tal unten soll am Fluss bald ein Staudamm gebaut werden. Was verändert sich dadurch für Ben und seine Familie? Sie schauen von ihrem Haus auf den Staudamm.	
<input type="radio"/> Sie müssen umziehen, weil das Haus überflutet wird.	
<input type="radio"/> Es bieten sich viele neue Freizeitmöglichkeiten.	
<input type="radio"/> Es ändert sich nichts.	
<input type="radio"/> Ich weiß es nicht.	

13. Zeichne den Weg eines Wassermoleküls im Wasserkreislauf und beschrifte ihn.






7

### Teil 5: Erdöl/ Erdgas

14. Wo gibt es überall Erdöl und Erdgas?	Stimmt	ich weiß nicht
Erdöl/ Erdgas gibt es in manchen Gebieten unter der Erdoberfläche.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erdöl/ Erdgas gibt es in manchen Gebieten unter dem Meeresboden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erdöl gibt es in Olfirüchten, z.B. Oliven.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erdöl/ Erdgas gibt es in manchen Gebieten in einem besonderen Sand.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erdöl und Erdgas gibt es häufig zusammen an einem Ort.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erdöl gibt es in Pflanzen, die auf der Erde wachsen, z.B. Sonnenblumen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>


15. Wie sieht Erdöl aus? Kreuze die passende Antwort an!


<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	
<input type="radio"/> Ich weiß es nicht.					

8

Die Ölförderung ist eingeschränkt, da in einigen Jahren die Ölorkommen aufgebraucht sein werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ist eine Pipeline undicht, kommt es zu gefährlichen Verschmutzungen und Gefahren für Mensch und Umwelt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. In der Nähe von Bens Haus wurde Erdöl gefunden, das bald gefördert werden soll. Was verändert sich dadurch für Bens Familie?  
 Sie ziehen von ihrem Haus auf die Förderpumpe.





Sie müssen umziehen, weil das Haus überflutet wird.

Sie ärgern sich, weil in ihrer Nähe zur Ölförderung schädliche Stoffe eingesetzt werden.

Es ändert sich nichts.  
 Ich weiß es nicht.

17. Welche Vorteile hat die Nutzung von Erdöl? Kreuze die passende Antwort an!	Stimmt	Stimmt nicht	Ich weiß nicht
Öl ist ein wichtiger Treibstoff (Benzin, Diesel...).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Öl wird benötigt, damit Maschinen laufen können.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Öl ist umweltfreundlich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Öl ist ein wichtiger Rohstoff. Er wird benutzt, um Medikamente, Kunststoffe, Reinigungsmittel oder Dünger herstellen zu können	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Welche Nachteile hat die Nutzung von Erdöl? Kreuze die passende Antwort an!	Stimmt	Stimmt nicht	Ich weiß nicht
Die Verbrennung von Öl wie z. B. beim Auto-Bus- oder Zugfahren ist umweltschädlich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bei Förderung und Transport von Öl wird die Umwelt verschmutzt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



# Basiskompetenzen im Umgang mit erneuerbarer Energie entwickeln

- Ein interdisziplinärer Zugang zu Wind, Wasser und Sonne für Vorschulkinder

Kathrin Viehrig, Alexander Siegmund

Der naturwissenschaftlichen Frühförderung bereits im Kindergarten wird eine große Bedeutung beigemessen. Um Bildungskonzepte und deren Umsetzung in Bezug auf ihre Wirksamkeit zu untersuchen ist die Entwicklung von entsprechenden Erhebungsverfahren notwendig, die in Hinblick auf die Anforderungen der Zielgruppe 4 bis 6-Jährige v.a. in konzeptioneller und psychometrischer Sicht eine besondere Herausforderung darstellt.

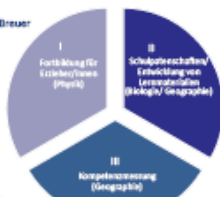
Im Teilprojekt „Evaluierung der Kompetenzentwicklung der KiTa-Kinder“ des interdisziplinären Projektes „Zukunft gestalten – Mit Kindern erneuerbare Energie entdecken“ soll ein Kompetenzmessinstrument für Vorschulkinder entwickelt und empirisch überprüft werden. Dazu wurden bereits mehrere empirische Erhebungen in Heidelberger Kindergärten durchgeführt.

## Projektüberblick (2010 - 2015)

Prof. Dr. Marusella Weibel-Breuer  
Ivo Hülke



Abb. 2: Erzieher/innen beim Experimentieren im Rahmen der Fortbildung



Prof. Dr. Alexander Siegmund  
Julia Schenker, Janine Handrick  
Kathrin Viehrig

Prof. Dr. Jürgen Storrer/  
Prof. Dr. Alexander Siegmund  
Lisa Behrendes, Dorothea van Aken



Abb. 2: Fortbesuch von Sek. I Schöler/innen im Kindergarten

Im Teilprojekt I werden Fortbildungen für Erzieher/innen im Themenfeld erneuerbare Energie durchgeführt und wissenschaftlich begleitet (Abb. 1). Im Teilprojekt II werden Lernmaterialien (z.B. Lernkästen u.a. mit Experimenten und Modellen) und eine Lehrerhandreichung entwickelt.

Außerdem werden Schul-Kindergarten-Partnerschaften aufgebaut und begleitet (Abb. 2). Im Teilprojekt III werden ein Kompetenzmodell sowie ein Messinstrument entwickelt und empirisch überprüft. Das Messinstrument soll auch für Erzieher/innen einsetzbar sein.

## Beispiel: Quantitative Studie 2 – Kompetenzmodell, Erhebungsinstrument und ausgewählte Ergebnisse

Die Modell(welter)entwicklung erfolgte sowohl basierend auf Literatur (z.B. aus den Bereichen Systemdenken, Naturwissenschaftskompetenzen und Entwicklungspsychologie) als auch auf den Ergebnissen der vorherigen

Studien (s. z.B. Siegmund & Schenker 2012, 2013, Siegmund & Handrick 2014, Abb. 3). Beispielsweise bestehen Ähnlichkeiten zu den ersten Stufen des Modells des systemischen Denkens von Ben-Zvi Assaraf & Orion (2005).

Niveau	Beschreibung
I	„wahrnehmen und erkennen“ Naturphänomene (z.B. Wasser, Wind und Sonne) in einzelnen Fakten erkennen und beschreiben
II	„verstehen“ Komplexere Informationen und einfache Zusammenhänge von Naturphänomenen (zwei Fakten) verstehen und beschreiben
III	„deuten“ Komplexere Zusammenhänge zwischen Naturphänomenen (drei Fakten) deuten und einfache Ursache-Wirkungszusammenhänge beschreiben

Abb. 3: Kompetenzmodell (aus Siegmund & Handrick 2014, S. 3, grafisch angepasst)

Das Erhebungsinstrument besteht aus einer Reihe von Items und umfasst die Bereiche Strom, Wasser, Wind und Sonne. Dabei gibt es sowohl offene Fragen als auch Bild-gestützte (Abb. 5) und Versuchs-gestützte (Abb. 4) Fragen. Das Erhebungsinstrument ist für Kurz-Interviews (ca. 25 min) konzipiert, wobei die Antworten der Kinder auf einem Bogen protokolliert wurden. Die Kinder können in Bezug auf die Reihenfolge der Bereiche wählen. Einige Items mussten bei der Neuauswertung ausgeschlossen werden. Die Auswertung der Daten der 130 Kinder (4-7 Jahre, M=5,65, SD=0,51; 46,2% w, 47,7% m, 6,2% o.A.) kann sowohl auf der Ebene von individuellen Items (z.B. in Bezug auf Prä-Konzepte, Bsp. Abb. 6) als auch in Bezug auf einen Bereich oder alle Bereiche (z.B. zur Überprüfung des Kompetenzmodells, Bsp. Abb. 7) erfolgen.

Ein versuchtesches wird den teilnehmenden Kindern über einen Zeitraum von 10 Minuten zu einem Thema... Sie gestalten die Aufgaben mit dem System, wenn sie die Items aus auf einer Seite nicht verstehen?

Abb. 4: Beispiel für ein Versuchs-gestütztes Item

1.1 Man hat mehrere Blöcke eines bestimmten Holzsortenplanke. Man verbindet die Blöcke aneinander... (Bild einer Holzplanke)

1.2 Man hat mehrere Blöcke eines bestimmten Holzsortenplanke. Man verbindet die Blöcke aneinander... (Bild einer Holzplanke)

Abb. 5: Beispiel für ein Bild-gestütztes Item

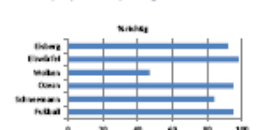


Abb. 6: Ausgewählte Lösungshäufigkeiten  
"Wasser kann ganz unterschiedlich aussehen. Schau dir einmal diese Bilder an und zeige mir alles, was aus Wasser besteht" (n=118)

1.3 Man hat mehrere Blöcke eines bestimmten Holzsortenplanke. Man verbindet die Blöcke aneinander... (Bild einer Holzplanke)



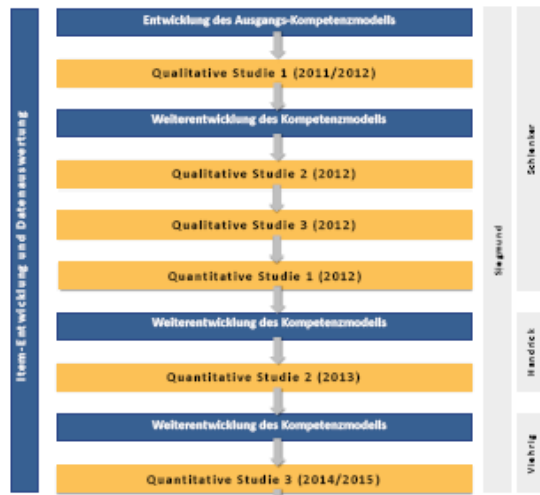
Abb. 7: Item Map ausgewählter Items des Wasser-Bereichs (n=118)

## Nächste Schritte

Neben der geplanten Fertigstellung der Datenauswertung der bisherigen Erhebungen sowie ggf. der Verbesserung des Messinstruments basierend auf den Ergebnissen der quantitativen Studie 3 wäre ein Einsatz durch eine/n Erzieher/in zumindest eines Bereichs für

eine Prä-Post-Messung wünschenswert. In einem Folgeprojekt („Sonne ist Leben“) soll das Erhebungsinstrument für die Grundschule weiterentwickelt werden.

## Überblick: bisherige Erhebungen im Teilprojekt III





## Assessing systemic thinking in kindergarten and primary school using the topic '(renewable) energy' – empirical results and issues for the future

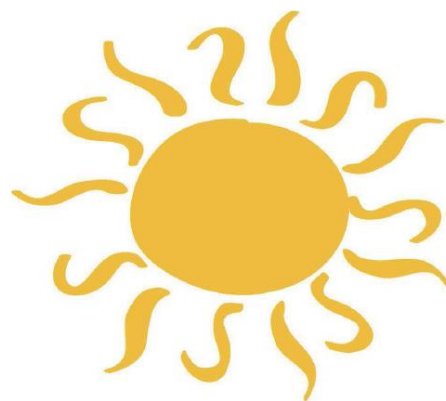


Dr. Kathrin Viehrig, Institute for Secondary Education, School of Education FHNW, Switzerland

Prof. Dr. Alexander Siegmund, Department of Geography, Research Group for Earth Observation ('rgeo)  
Heidelberg University of Education, Germany

### Outline

- Background
- Project overview
- Kindergarten study
  - Methods
  - Selected Results (Water module)
  - Issues and conclusions
- Primary school study
- Outlook



## Background

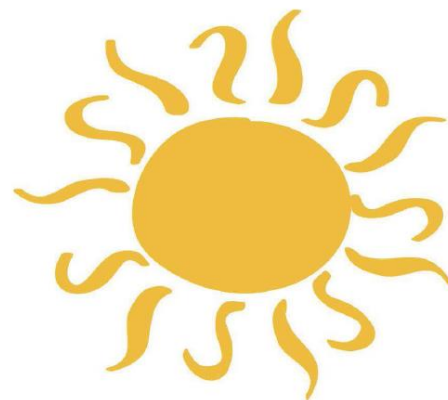
- Germany's so called "energy turn around" important in societal debate
- Kindergarten curriculum (2011) in Baden-Württemberg includes basic topics such as observing natural phenomena (e.g. wind, water) and sustainable resource use
- Primary school curriculum (2004) in Baden-Württemberg includes (renewable) energy and related topics



<https://pixabay.com/de/energie/wende-%C3%B9kologie-stromerzeugung-49558/>, PD

## Outline

- Background
- Project overview
- Kindergarten study
  - Methods
  - Selected Results
  - Issues and conclusions
- Primary school study
- Outlook



**Project overview**

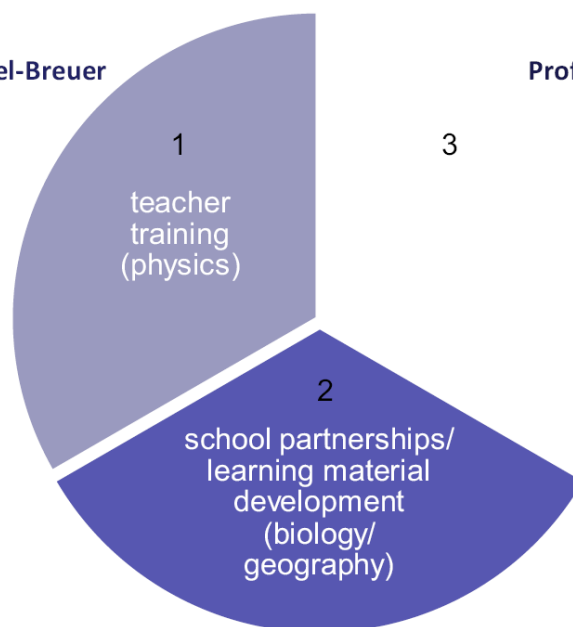
- “Shaping the future”: focus on kindergarten funded by the VRD foundation (2010-2015), supported by city of Heidelberg
- “Sun is life”: focus on primary school funded by the VRD foundation and DBU foundation (2014-2016)
- Interdisciplinary early science education projects in the context of (renewable) energy




**Project overview**

**Prof. Dr. Manuela Welzel-Breuer**  
Ivo Häusle  
Tanja Attree



**Prof. Dr. Alexander Siegmund**  
Julia Schlenker  
Janine Handrick  
Dr. Kathrin Viehrig  
Simone  
Stephan-Gramberg



**Prof. Dr. Jürgen Storrer, Lena Behrendes, Dorothee van Aken, Julia Mrazek, Prof. Dr. Alexander Siegmund**



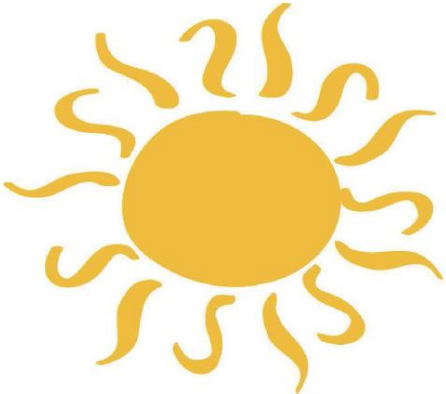
Fachhochschule Nordwestschweiz  
Pädagogische Hochschule


### Outline

- Background
- Project overview
- Kindergarten study
  - Methods
  - Selected Results
  - Issues and conclusions
- Primary school study
- Outlook





---

Viehrig, Siegmund
IGU Conference Moscow
7



Fachhochschule Nordwestschweiz  
Pädagogische Hochschule

### Kindergarten studies - methods

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8

qualitative study 1 (2011/2012)

qualitative study 2 (2012)

qualitative study 3 (2012)

quantitative study 1 (2012)

quantitative study 2 (2013)

quantitative study 3 (2014/2015)

Siegmund

Schlenker

Handrick

Viehrig

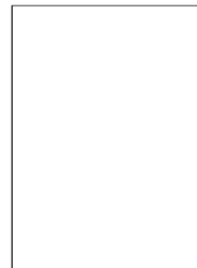
---

Viehrig, Siegmund
IGU Conference Moscow
8



### Kindergarten study - methods

- study at the end of 2014/ beginning of 2015
- kindergartens in Heidelberg and surroundings ( $n=100$ )
- age 3 to 6 ( $M=4.58$ ,  $SD=0.70$ ,  $n=99$ ), 48 % female, 52 % male
- short interviews ( $M=12.08$  min,  $SD=0.20$ ,  $n=93$ ) by trained interviewers using pictures
- modular: personal data, electric current, water, sun, wind



### Kindergarten study - methods

pre-experience	basic systemic thinking	
	in the environment	in experimental situations
having seen x before (general)	recognizing things in the environment	
having seen x before (energy specific)	recognizing simple relationships between two things in the environment	recognizing simple relationships between two things in experimental situations
	recognizing simple relationships between three or four things in the environment	recognizing simple relationships between three or four things in experimental situations

Based on Siegmund & Schlenker and Siegmund & Handrick, see also e.g. Ben-Zvi Assaraf & Orion 2005, Kauertz 2008

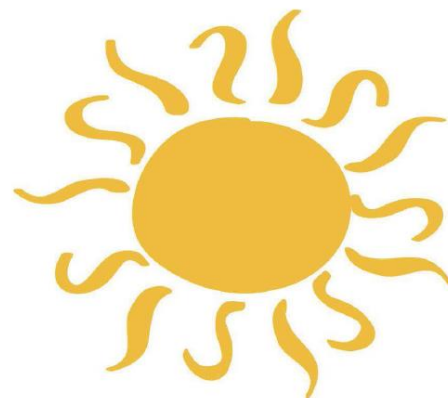
**Kindergarten study – methods: example "water module"**

pre-experience	basic systemic thinking	
	in the environment	in experimental situations
having seen x before (general) <b>2 items</b>	recognizing things in the environment <b>3 items</b>	
having seen x before (energy specific) <b>2 items</b>	recognizing simple relationships between two things in the environment <b>2 items</b>	recognizing simple relationships between two things in experimental situations <b>2 items</b>
	recognizing simple relationships between three or four things in the environment <b>2 items</b>	recognizing simple relationships between three or four things in experimental situations <b>1 item</b>

Based on Siegmund & Schlenker and Siegmund & Handrick, see also e.g. Ben-Zvi Assaraf & Orion 2005, Kauertz 2008

**Outline**

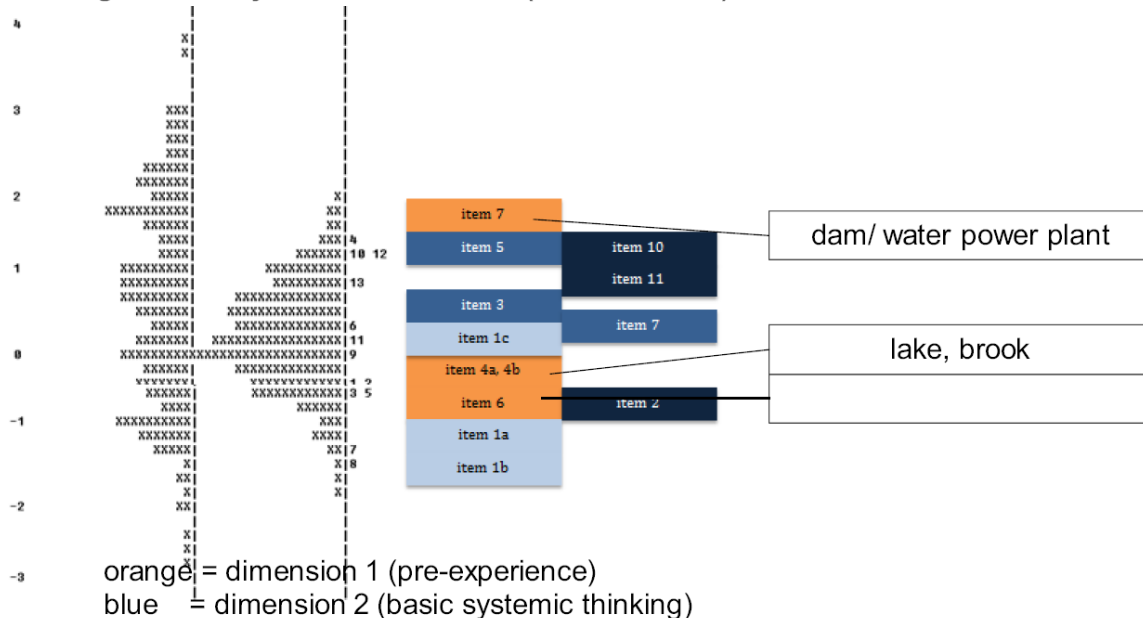
- Background
- Project overview
- Kindergarten study
  - Methods
  - Selected Results
  - Issues and conclusions
- Primary school study
- Outlook

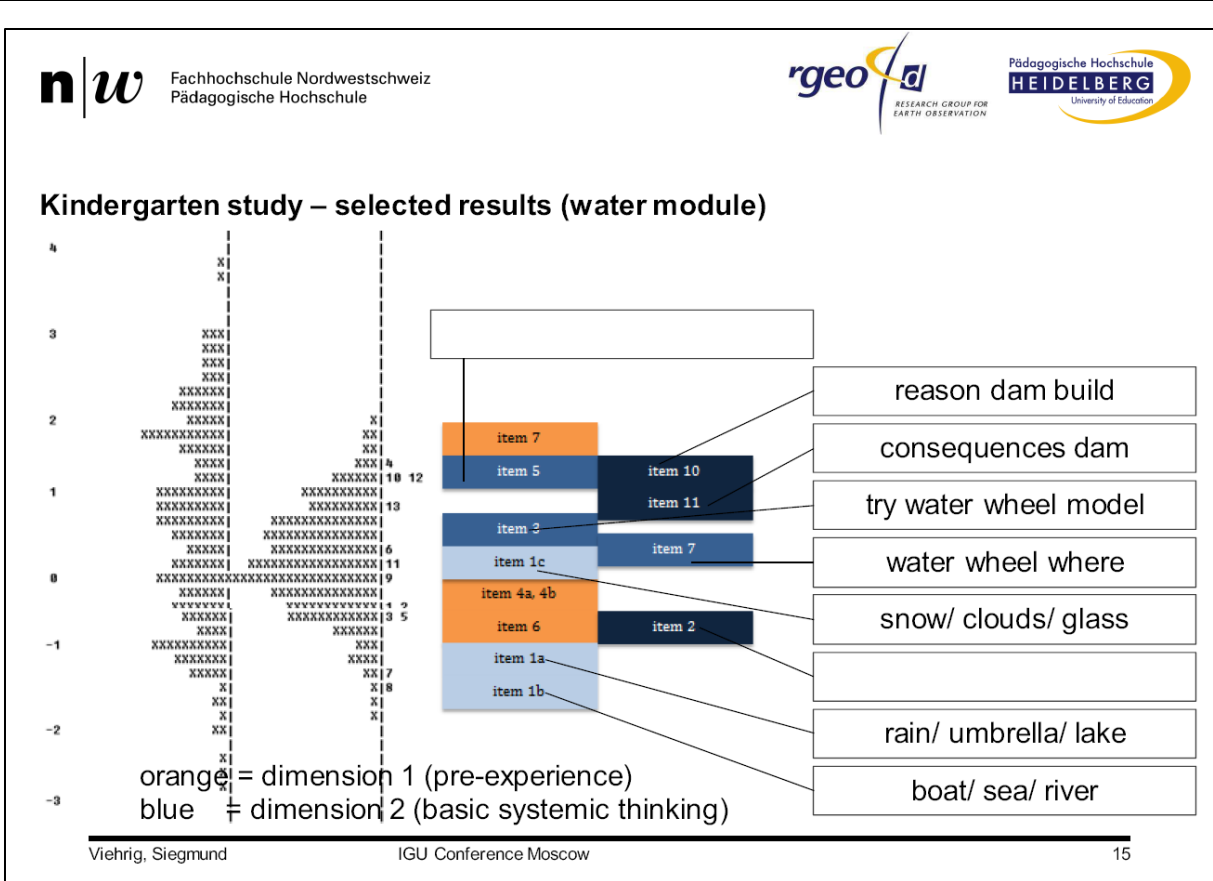


**Kindergarten study – selected results (water module)**

- IRT – individual models for all three areas fit (MNSQ/ t-values + discrimination)
- testing different models (1-/2-/3-dimensional)
  - both two and three dimensional significantly better than one dimensional ( $p < 0.001$ )
  - no significant difference between two and three dimensional ➡ parsimony
- two dimensional model
  - item 8 to be excluded due to low item discrimination
  - low latent correlation (0.12)
  - no significant difference between boys and girls (both dimensions)
  - no significant difference by age in dimension 1 but in dimension 2

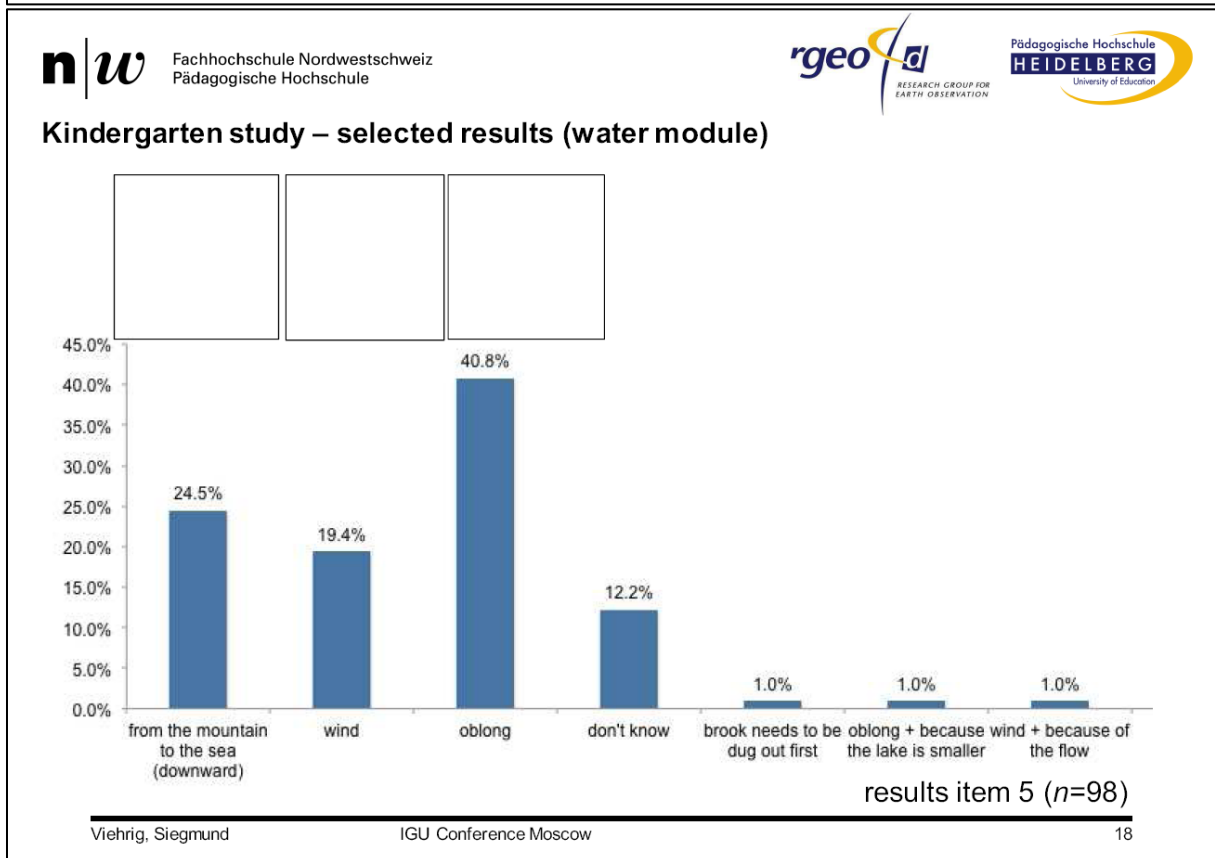
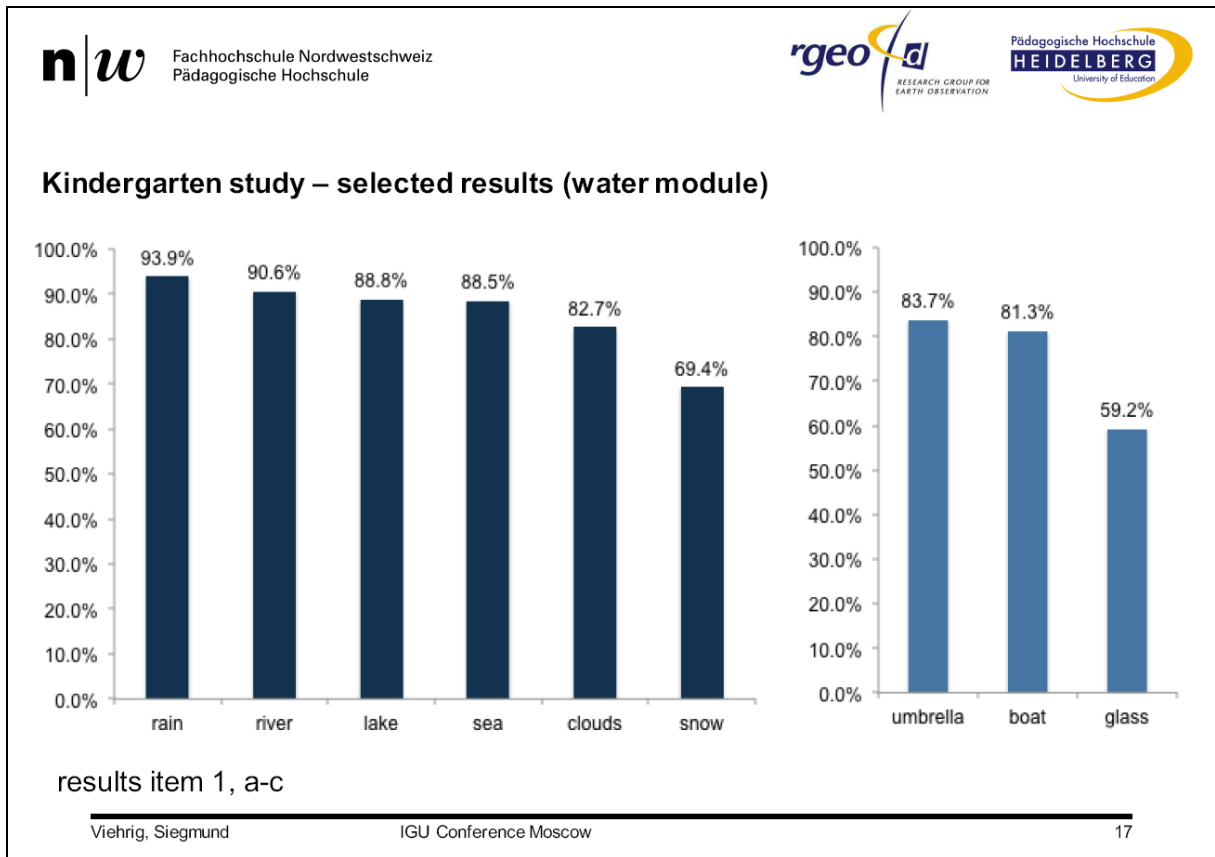
**Kindergarten study – selected results (water module)**





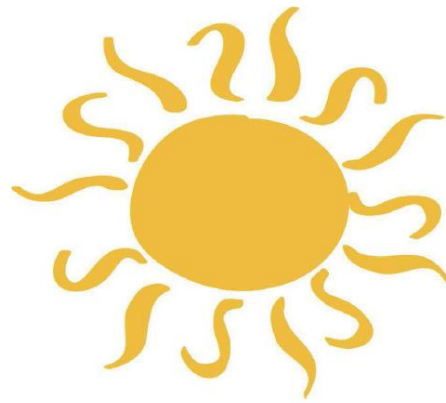
**Kindergarten study – methods: example „water module“**

pre-experience	basic systemic thinking
having seen x before (general + energy specific) <b>4 items</b>	recognizing things in the environment <b>3 items</b>
	recognizing simple relationships between two things in the environment <b>2 items</b> or in experimental situations <b>1 items</b>
	recognizing simple relationships between three or four things in the environment; <b>2 items</b> or in experimental situations <b>1 items</b>
<b>1 item</b> item difficulty not as expected	<b>2 items</b> item difficulty not as expected; <b>1</b> if level 3 added – or providing reasons –



## Outline

- Background
- Project overview
- Kindergarten study
  - Methods
  - Selected Results
  - Issues and conclusions
- Primary school study
- Outlook

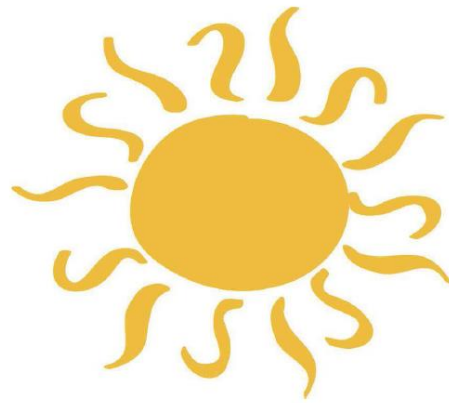


## Kindergarten study – issues and conclusions (water module)

- children's language competence
- children's generalization ability (e.g. teacher feedback pre-experience)
- positive feedback: pictures
- "duck" item too easy
- some statements regarding pre-concepts can be made but not as much as qualitative
- same results for other modules?

## Outline

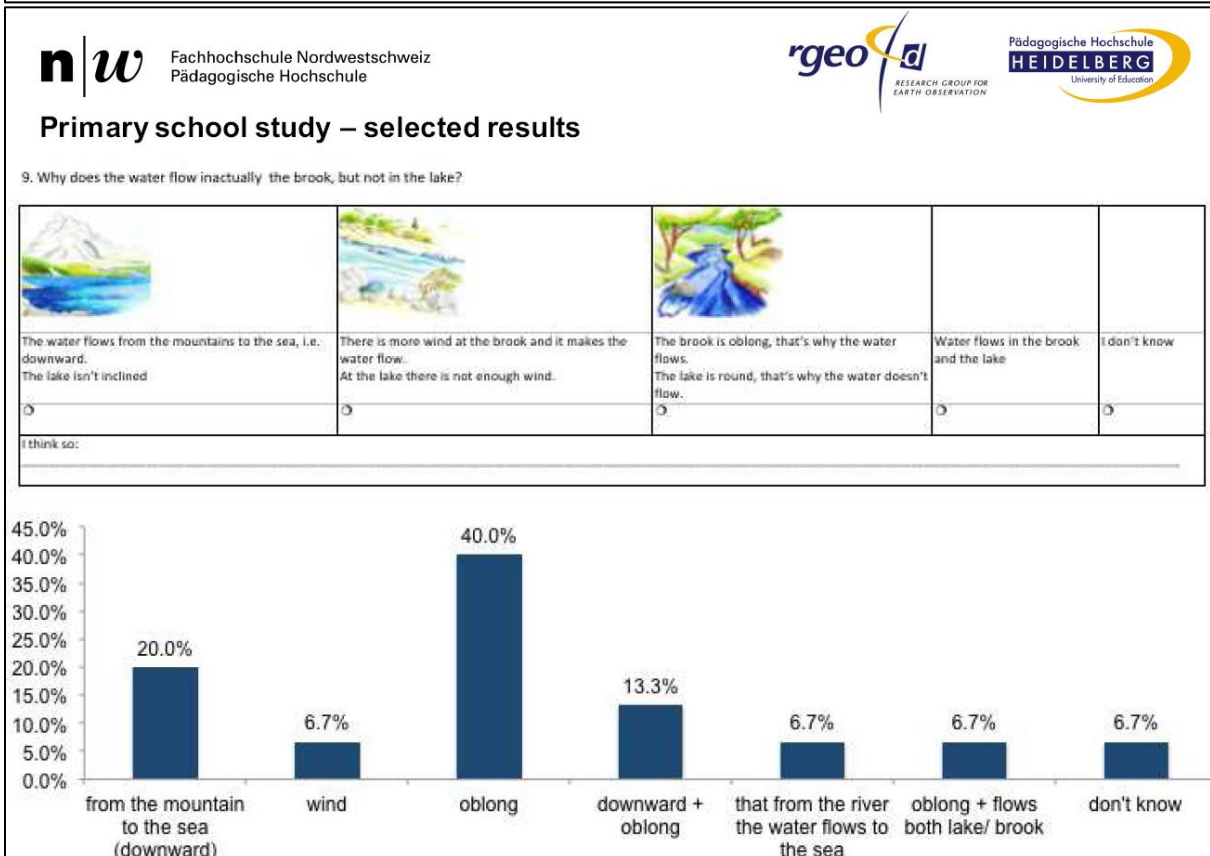
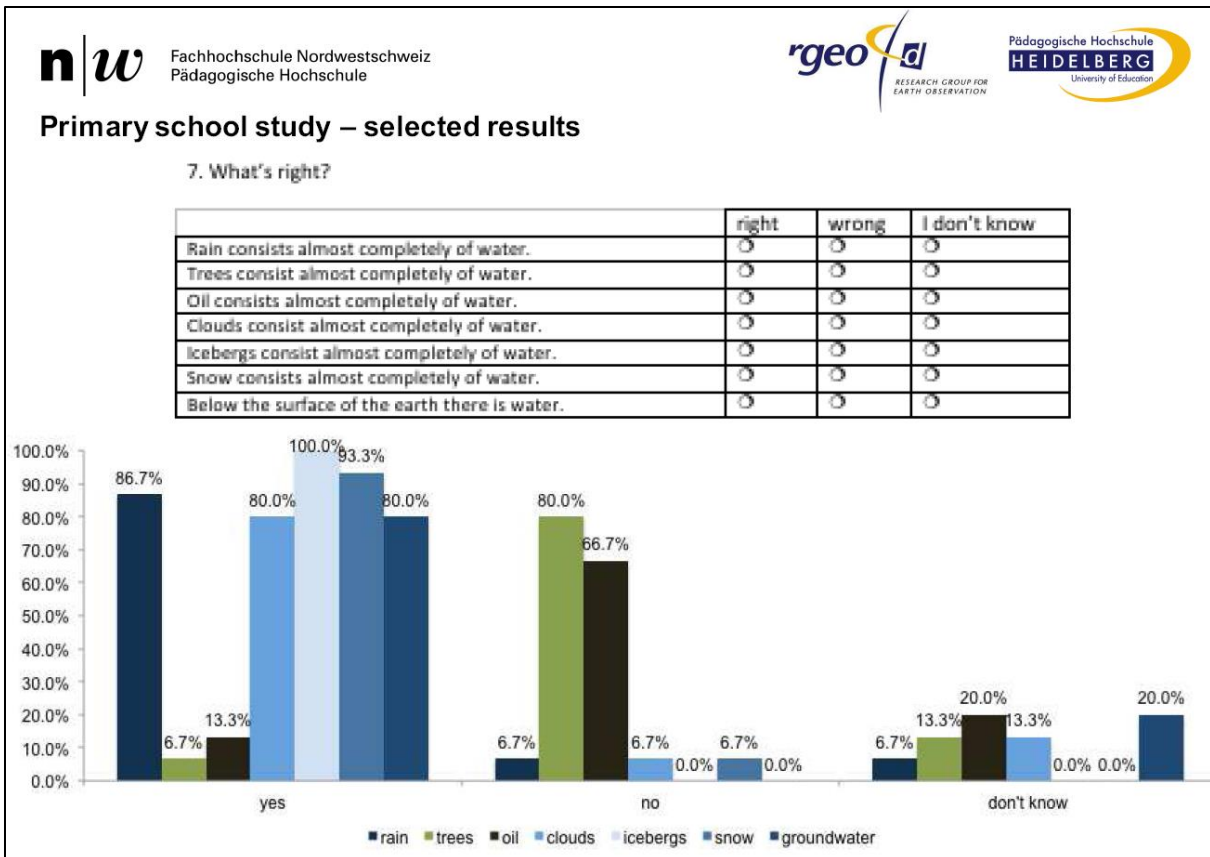
- Background
- Project overview
- Kindergarten study
  - Methods
  - Selected Results
  - Issues and conclusions
- Primary school study
- Outlook



## Primary school study

- study at summer 2015
- one 4th grade class in Heidelberg ( $n=15$ )
- age 9 to 10 ( $M=9.73$ ,  $SD=0.46$ ,  $n=15$ ), 33 % female, 67 % male
- written questionnaire, read out loud in class
- too long (app. 40 min)
- modular: personal data, module pre-experience/ electricity generation, electric current, water, natural oil/gas
- partly adapted items from kindergarten study, partly new items





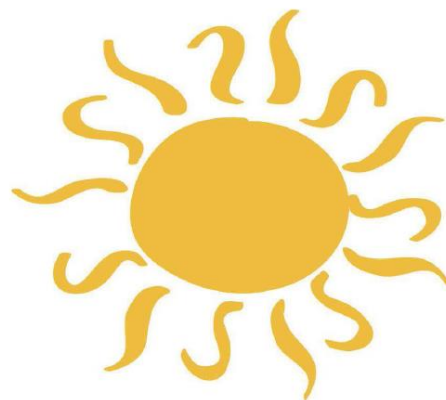


### Primary school study – issues and conclusions (water module)

- children's language competence
- test time too long
- open items as limited foundation for closed items

### Outline

- Background
- Project overview
- Kindergarten study
  - Methods
  - Selected Results
  - Issues and conclusions
- Primary school study
- Outlook



## Outlook


- further analyses of both data sets
- kindergarten project: dissemination of final version to kindergarten teachers
- primary school project:
  - further development of instrument (Simone Stephan-Gramberg, working group III)
  - dissertation about conceptual change in the area of water power using experiments (Julia Mrazek, working group II)

## Assessing systemic thinking in kindergarten and primary school using the topic ‘(renewable) energy’ – empirical results and issues for the future



Dr. Kathrin Viehrig, Institute for Secondary Education, School of Education FHNW, Switzerland

Prof. Dr. Alexander Siegmund, Department of Geography, Research Group for Earth Observation ('geo')  
Heidelberg University of Education, Germany



## Assessing systemic thinking in primary school renewable energy empirical results

Dr. des. Simone Stephan-Gramberg, Prof. Dr. Alexander Siegmund

### Theoretical background

- Germany's energy transition is important in social debate
- primary school curriculum (2016) includes basic topics such as observing natural phenomena (e.g. wind, water, use of energy) and sustainable resource use

### Aim

- Study examines how competencies develop in childhood

### Sample

- primary school children (n = 111), female = 60, male = 51
- average age = 8,7 years

### Design

- questionnaire with five parts (personal information, previous knowledge, electricity, water, advantages/disadvantages of conventional energy)
- development of questionnaire based on systemic thinking (Siegmund & Schlenker, 2012; Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005; Kauertz, 2008)
- questions on three different levels

### Interesting results

**Example 1: What do you think is correct?  
Where do you find water?**

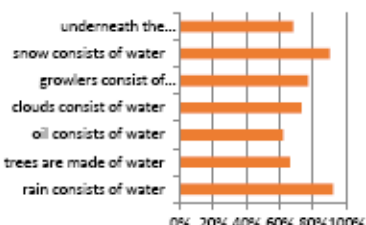


figure 3: children's answers (own figure)

More than half of the children answered each question correctly (level I)

### Level of Systemic Thinking

Level	Explanation
I	<b>noticing and recognising:</b> describing natural phenomena (e.g. water, sun and wind) with typical features
II	<b>understanding:</b> comprehending of more complicated information, describing simple relations of two facts
III	<b>interpretation:</b> describing complicated relations between three natural phenomena, explaining interrelation between cause and effect

figure 1: Kompetenzmodell aus Siegmund & Handrick 2014, S. 3; adapted

### One question from questionnaire: water

**Why does water flow in a stream, but not in a pond? Please mark the correct answer**

A stream flows down the hill to the sea. A pond has no inclination.

Near by a stream there is more wind in the air than near a pond. Therefore water flows.

A stream is elongated; that is why water flows. A pond is round, therefore water does not flow.

Water flows in a stream as well as in a pond.

I don't know it.




figure 2: question from questionnaire (adapted from Viehig & Siegmund, 2015)

**Example 2: Why does water flow in a stream, but not in a pond?**

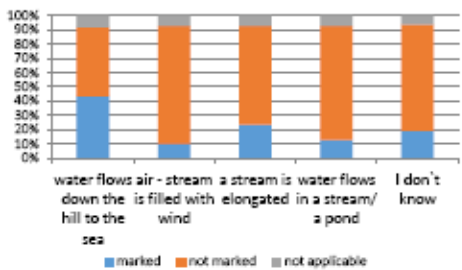


figure 4: children's answers (own figure)

45 % of children answered the question correctly (level II)

HEIDELBERG UNIVERSITY OF EDUCATION  
DEPARTMENT OF GEOGRAPHY  
RESEARCH GROUP FOR EARTH OBSERVATION - rgeo  
CZERNYING 22/11-12  
D-69115 HEIDELBERG

