



**Abschlussbericht**  
im Rahmen der finanziellen Unterstützung der  
**Konzeption und Umsetzung**  
**einer Wanderausstellung zum Thema**  
**Virtuelles Wasser**

(Aktenzeichen 31850)

eingereicht bei der

**Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)**

Durchgeführt durch: Mathematikum Gießen e.V.  
Liebigstraße 8  
35390 Gießen

Projektleitung: Prof. Dr. Albrecht Beutelspacher  
Projektzeitraum: 19.12.2013 – 18.11.2017  
Projektlaufzeit: 3 Jahre, 11 Monate



# Inhalt

Abbildungen .....	1
Projektkennblatt.....	2
Zusammenfassung.....	4
Bericht .....	5
1. Anlass und Zielsetzung des Projekts.....	5
1.1 Beschreibung der Themen und Inhalte .....	5
1.2 Zielgruppe.....	8
1.3 Didaktisches Konzept .....	9
1.4 Gestaltungs- und Raumkonzept .....	11
1.5 Dokumentation des Projekts .....	13
1.6 Evaluation .....	13
2. Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden.....	14
2.1 Schritt 1: Planung der Ausstellung .....	14
2.2 Schritt 2: Herstellung der Ausstellung.....	15
2.3 Schritt 3: Erstaussstellung im Mathematikum Gießen und Wanderausstellungen .....	16
2.4 Schritt 4: Evaluation .....	18
2.5 Schritt 5: Projektdokumentation.....	19
3. Ergebnisse.....	20
3.1 Die Ausstellung im Überblick – Detailkonzept der Ausstellung .....	20
3.2 Veröffentlichungen.....	27
3.3 Evaluationsergebnisse .....	27
4. Diskussion .....	35
5. Öffentlichkeitsarbeit.....	39
6. Fazit .....	47
Literaturangaben.....	48
Anhang: Liste der Exponate.....	50

## **Abbildungen**

Abbildung 1: Produktionskette .....	8
Abbildung 2: Ausstellungsraum des Mathematikums .....	11
Abbildung 3: Experimentiertisch .....	11
Abbildung 4: Informationswand.....	12
Abbildung 5: Beispielstation in der Ausstellung.....	12

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



Az	<b>31850</b>	Referat	<b>43/2</b>	Fördersumme	<b>117.750,00 €</b>
<b>Antragstitel</b>	<b>Entwicklung und Umsetzung einer Wanderausstellung zum Thema "Virtuelles Wasser"</b>				
<b>Stichworte</b>	Ausstellung Wasser				
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
<b>3 Jahre, 11 Monate</b>	<b>19.12.2013</b>	<b>18.11.2017</b>			
Zwischenberichte	19.06.2014, 19.12.2014, 19.06.2015, 19.12.2015, 19.06.2016, 19.12.2016, 19.06.2017				
<b>Bewilligungsempfänger</b>	Verein zur Förderung und Betreibung eines Mathematikums (Science Centers) in Gießen e. V.		Tel 0641/ 969 79 71 Fax 0641/ 972 69 420		
	Liebigstr. 8 35390 Gießen		Projektleitung Prof. Beutelspacher		
			Bearbeiterin Carola Kahlen		
<b>Kooperationspartner</b>					

### ***Zielsetzung und Anlass des Vorhabens***

Die Ausstellung soll Kindern und Jugendlichen die Thematik des virtuellen Wassers auf anschauliche und interaktive Weise verständlich und greifbar machen. Die vielfältige Art der Vermittlung (Methoden) des virtuellen Wasserkonsums bei den Stationen sensibilisiert die Kinder für die Problematik, schafft und fördert ein Nachhaltigkeitsbewusstsein auf regionaler und globaler Ebene und schärft ihr eigenes Konsumverhalten durch Begegnungen des Wasserverbrauchs bei der Produktion von alltagsnahen Konsumgegenständen.

### ***Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden***

Die Arbeitsschritte untergliedern sich chronologisch in vier Teile.

- 1) Während der Vorbereitung der Ausstellung (2014) galt es, das Forschungsfeld zu erkunden, Literaturrecherche zu betreiben und Daten für die einzelnen Stationen zu beschaffen. In dieser Projektphase wurde das Detailkonzept zur Ausstellung erstellt.
- 2) Der Bau der Ausstellung (2015, 1. Halbjahr) fand in enger Kooperation mit der Werkstatt des Mathematikums statt.
- 3) Die erste Station der Wanderausstellung (2015, 2. Halbjahr) war das Mathematikum in Gießen. Danach folgten Stationen in Mühlheim, Flensburg, Würzburg, Hamburg, Aachen und Aachen. Die Ausstellung ist über das Projektende hinaus ausleihbar.
- 4) Die Ausstellung wurde an den Standorten in Gießen, Flensburg und Hamburg durch Erhebungen evaluiert.

Aufgrund der Produktionsdauer der Projektdokumentation, die in Form einer Buchpublikation im Friedrich Verlag erschienen ist (siehe unten), wurde die Projektlaufzeit kostenneutral um elf Monate verlängert.

## ***Ergebnisse und Diskussion***

Die Ausstellung „Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen.“ wurde im geplanten zeitlichen Rahmen konzipiert und umgesetzt. An 11 Stationen mit insgesamt 21 Exponaten und 10 Informationstafeln können sich die Besucherinnen und Besucher über Themen zum virtuellen Wasser informieren. Die Ausstellung geht dabei sowohl auf Grundlagenthemen wie den Wasserkreislauf und den Wasserfußabdruck als auch auf spezifische Produkte und ihren Wasserfußabdruck ein. Exemplarisch thematisiert werden Baumwolle, Tomaten, Papier, Fleisch, Kaffee und Rosen. Darüber hinaus wird an zwei weiteren Stationen der Zusammenhang des Themas mit der eigenen Lebenswelt deutlich. Hierzu können Besucherinnen und Besucher sich an einer Station mit dem Virtuellen-Wasser-Gehalt im eigenen Frühstück beschäftigen und an einer anderen Station überlegen, wo sie selbst im Alltag virtuelles Wasser sparen können.

Die Rückmeldungen zu der Wanderausstellung waren sehr positiv. Dies zeigte sich in zahlreichen Gesprächen und schriftlichen Rückmeldungen. An drei Standorten, im Mathematikum in Gießen, in der Phänomenta Flensburg und im Internationalen Maritimen Museum wurden Erhebungen zur Ausstellung durchgeführt. Diese Evaluationen zeigten, dass das Thema größtenteils noch unbekannt ist, gleichzeitig aber viele Personen ehrliches Interesse zeigen und von den großen Zahlen und globalen Zusammenhängen fasziniert sind.

Die hohe Nachfrage nach Ausleihmöglichkeiten zeigt, dass die Ausstellung auch bei themennahen Institutionen wie Umweltzentren auf großes Interesse stößt. Neben den geplanten vier Wanderausstellungsorten konnten die Exponate im Projektzeitraum an zwei weiteren Orten gezeigt werden. Weitere Ausleihen sind bereits geplant.

## ***Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation***

Die Öffentlichkeitsarbeit an den Ausstellungsorten wurde von den einzelnen Ausstellern organisiert. Das Programm war sehr vielseitig und reichte von Eröffnungsveranstaltungen über Führungen, Workshops, Vortragsreihen und Konzerten bis hin zu einem Wasserfest.

Neben dem Begleitprogramm wurden an vielen Orten kurze und längere Artikel in den lokalen Zeitungen veröffentlicht und für Ankündigungen genutzt. Außerdem wurden von der Arbeitsgruppe des Projektes verschiedene Artikel und eine Publikation für Lehrkräfte entwickelt und veröffentlicht. Die Buchpublikation zur Ausstellung wurde im Februar 2018 im Friedrich Verlag veröffentlicht: Ich sehe Wasser, was du nicht siehst, ISBN: 978-3-7800-4857-8.

## ***Fazit***

Insgesamt war das Projekt in der Planung, der Durchführung und in der Erreichung der gesteckten Ziele überaus erfolgreich. Die entwickelte Ausstellung wird über das Projektende hinaus zur Ausleihe zur Verfügung stehen und mit ihren Inhalten hoffentlich viele weitere Personen erreichen und so weiterhin einen Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung leisten.

## Zusammenfassung

„Wir trinken jeden Tag ungefähr 3 Liter Wasser. Zum Waschen, Kochen und Zähneputzen brauchen wir ca. 120 Liter. Doch eigentlich benötigen wir insgesamt etwa 4.000 Liter pro Tag!“

Mit dieser Einleitung auf dem Flyer zu der Ausstellung *Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen*. werden beim Leser gleichzeitig Erstaunen, Fragen und vielleicht auch Unverständnis ausgelöst. Wie kann das sein – 4000 Liter Wasser pro Tag?

Das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderte Projekt zur Konzeption und Umsetzung einer Wanderausstellung zum Thema virtuelles Wasser hatte zum Ziel, an dieser Stelle Licht ins Dunkel zu bringen und über die globalen Zusammenhänge zwischen dem Konsum von Kleidung, Lebensmitteln und alltäglichen Gebrauchsgegenständen in Deutschland und starkem Wassermangel an Orten auf der Welt, die teilweise sehr weit von hier entfernt liegen, aufzuklären. Die Ausstellung für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I sollte dabei einladen, das Thema auf interaktive Weise zu erfahren und gleichzeitig zur Reflexion anzuregen.

Die vielen positiven Rückmeldungen zur Ausstellung zeigen, wie erfolgreich das Vorhaben umgesetzt wurde. Gleichzeitig weisen sie darauf hin, dass das Thema – wie vermutet – vielen Personen noch unbekannt war und es zu der Thematik weitere Aufklärung geben muss.

Im vorliegenden Bericht werden unter Punkt 1 zunächst der Anlass und die Zielsetzung des Projektes erläutert. Dabei wird sowohl in die inhaltliche Thematik eingeführt, als auch die didaktischen und gestalterischen Zielsetzungen erläutert und die Planungen zur Projektdokumentation und zur Evaluation der Ausstellung aufgezeigt.

Punkt 2 befasst sich mit den einzelnen Phasen, die im Verlauf des Projektes umgesetzt wurden. Von der Planung und Konzeption der Ausstellung über den Bau der Exponate hin zur Erstaussstellung werden die wichtigsten Punkte kurz erläutert. Darüber hinaus wird auch der Verlauf der Evaluation und der Entwicklung der Projektdokumentation beschrieben.

Unter Punkt 3 wird detailliert auf die Ergebnisse des Projekts eingegangen. Hier befindet sich u.a. das Detailkonzept der Ausstellung mit kurzen Beschreibungen der einzelnen Stationen und ihrer Elemente. Außerdem werden die während des Projektverlaufs erschienenen Publikationen aufgelistet und die Ergebnisse der Evaluationen der Standorte Mathematikum Gießen, Phänomenta Flensburg und Internationales Maritimes Museum Hamburg erläutert.

Die Diskussion und Reflexion des Projektes wird unter Punkt 4 vorgenommen. Insbesondere wird an dieser Stelle aufgezeigt, inwieweit die gesteckten Ziele eingehalten wurden, an welchen Stellen sich Änderungen ergeben haben und wie sich die Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern gestaltet hat.

Abschließend wird unter Punkt 5 vorgestellt, welche öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse, bzw. zur Bewerbung der Ausstellung und der Publikationen, vorgenommen wurden.

# Bericht

## 1. Anlass und Zielsetzung des Projekts

### 1.1 Beschreibung der Themen und Inhalte

Wasser ist für das Leben auf unserer Erde ein überlebensnotwendiger Stoff. Wasser fungiert als Lösungsmittel für zelluläre Stoffwechselprozesse und als Grundlage für Fortpflanzungsvorgänge. Mehr als 70 Prozent des Globus sind von Wasser bedeckt. Ozeane, Seen, Flüsse und Teiche bilden einen wichtigen Lebensraum für zahlreiche Mikroorganismen, Tiere und Pflanzen. Durch globale Klimaveränderungen ist aktuell die ausreichende Wasserversorgung für Mensch und Natur auf der Erde bedroht. Es ist somit bedeutsam, über Wasserverbrauch und Verschmutzung nachzudenken. Nach Aussage der Vereinten Nationen haben 884 Millionen Menschen auf der Welt keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser, 2,6 Milliarden haben keine sanitäre Versorgung. Ausreichende Wasserversorgung in einer intakten Umwelt stellt einen wichtigen Teil der Grundversorgung aller Menschen dar, der sichergestellt werden muss. Diese Herausforderung muss Umdenken und Innovation in Industrie und Politik bewirken, stellt aber nicht zuletzt auch neue Anforderungen der Beurteilung und Handlung an den Einzelnen in einer sich wandelnden Welt. Dem direkten Wasserverbrauch für beispielsweise Nahrung und Körperpflege, steht ein indirekter (virtueller) Wasserverbrauch gegenüber, der sich daraus ergibt, dass die landwirtschaftliche oder industrielle Produktion unserer alltäglichen Konsumgüter (Lebensmittel, Kleidung, Elektrogeräte) bereits mit erheblichem Wasserverbrauch verbunden ist. Dieser Wasserverbrauch ist dem Endverbraucher oft nicht bewusst, wenn er sich für das Produkt entscheidet (Hoekstra & Chapagain 2008). Es kommt hinzu, dass die Konsumgüter in aufwändigen Produktionsverfahren nicht nur regional, sondern auch an Orten auf der Welt produziert werden, die eine wirtschaftlich rentable Produktion gewährleisten. Auf diese Weise ist der Ort des Wasserverbrauchs für Landwirtschaft und Produktion meist nicht der Ort des Konsums. Aus diesem Grund wurden beispielsweise durch die UNESCO zahlreiche Initiativen begründet, die auf Bewusstseinschärfung, Forschung, Kooperation und Handlung ausgerichtet sind. Von zentraler Bedeutung ist die Aktionsdekade „Wasser für das Leben“ (2005-2015), in der das Thema Wasser stärker in den Fokus von Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit gebracht werden soll. Im Jahr 2010 erklärte die UN das Menschenrecht auf Wasser. Das Jahr 2013 wurde zum Internationalen Jahr der Zusammenarbeit zum Themenfeld Wasser deklariert.

Aufgrund der Bedeutsamkeit der globalen Wasserthematik und des daraus abzuleitenden Bildungsauftrags ist ein adäquater Ansatz notwendig, der eine mehrdimensionale Betrachtung des Themas Wasser ermöglicht. Hierzu eignet sich in besonderem Maße das Leitbild der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). Ein einheitliches Konzept für BNE liegt nicht vor, hier existieren verschiedene Konzeptionen, Dimensionen und Teilkompetenzen. Eine Konzeption, die auf Gestaltungskompetenz aufbaut, hat ihren Ursprung bei de Haan (u.a. de Haan 2008, de Haan & Gerhold 2008). Hier werden zwölf Teilkompetenzen genannt, die Schülerinnen und Schüler erlernen sollen. Alternative BNE-Konzepte finden sich im Orientierungsrahmen Globale Entwicklung (BMZ 2008) sowie bei Rost et al. (2003). In der Konzeption von Rost sollen Schülerinnen und Schüler drei zentrale Kompetenzen erwerben: (1) Systemkompetenz, (2) Bewertungskompetenz und (3) Gestaltungskompetenz (Rost et al. 2003) mit dieser Konzeption beziehen sich Rost et al. 2003 auf die Gestaltungskompetenz von de Haan (u.a. de Haan 2008), als eine von drei Teilkompetenzen. In der Ausstellung wurden die Gestaltungs- und Bewertungskompetenz berücksichtigt, die bei Rost et al. zu finden sind.

Ein wesentliches Merkmal des Konzeptes der Nachhaltigkeit ist dessen Mehrdimensionalität, hier finden sich – je nach Autor – drei oder vier Dimensionen. Im Kern sind es die drei Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales, die z.B. im Brundtland Bericht genannt werden (Weltkommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen 1987). Im Orientierungsrahmen Globale Entwicklung ist noch eine vierte Dimension, die Politik, aufgeführt (BMZ 2008). In anderen Quellen kommt die vierte Dimension Kultur hinzu (z.B. Reuschenbach & Schockemöhle 2011). Unabhängig von der Anzahl der Dimensionen geht es immer darum, alle Dimensionen gleichermaßen (der Komplexität des Themas angemessen) zu berücksichtigen.

In diesem Zusammenhang ist die Verknüpfung von Mathematikvermittlung und Bildung für nachhaltige Entwicklung als innovativ einzustufen. Zur Zeit der Beantragung des Projektes fanden sich in der aktuellen fachdidaktischen Literatur sowie Projektlandschaft nahezu keine entsprechenden Projektideen, obwohl die Verknüpfung für die Vermittlung von nachhaltigen Handlungsmöglichkeiten und die Entwicklung von Zukunftsszenarien für eine nachhaltige Entwicklung als unmittelbar fruchtbar einzustufen war. Eines der wenigen Beispiele im internationalen Diskurs war die Initiative „Do the Math“ des Klimaaktivisten Bill Mc Kibben, die auch in Deutschland unterstützt durch den oekom e.V. Einzug hielt (Global° o.A.). Ziel dieses Projektes war es, den Menschen die Dringlichkeit des Klimawandels vor Augen zu führen. Dieses wurde umgesetzt durch die Vermittlung von Zahlen, Fakten und Beispielrechnungen. Am Beispiel der Effizienz der durch „Do the math“ initiierten öffentlichen Debatte wurde deutlich, wie erfolgreich eine direkte Anbindung einer Bildung für nachhaltige Entwicklung an die direkte faktenorientierte Vermittlung von mathematischen Beispielrechnungen als Gedankenexperiment oder Modellrechnung sein kann. Aus der oben geschilderten komplexen Situation ergibt sich ein direkter Bildungsauftrag der Wissensvermittlung, Bewusstseinserschaffung und Vermittlung von Bewertungsstrategien insbesondere für die heranwachsende Generation sowie für die gesamte Bevölkerung. Um diese breite Zielgruppe anzusprechen, wurde eine Wanderausstellung konzipiert, die als außerschulischer Lernort im Rahmen des Schulunterrichts oder auch von Familien oder der interessierten Öffentlichkeit besucht werden kann. Ein wesentlicher Problempunkt der Wissens- sowie Bewusstseinsvermittlung ist hier die Fähigkeit, Zahlenwerte, Verhältnisse und abstrakte Zusammenhänge (bspw. Graphiken, Modelle) im Zusammenhang mit der Thematik „Virtuelles Wasser und Konsum“ greifbar zu machen, zu vermitteln und zu verstehen. In diesem Zusammenhang wurde für das geplante Projekt eine Zusammenarbeit zwischen dem mathematischen Mitmachmuseum (Prof. Dr. Albrecht Beutelspacher, Justus-Liebig Universität Gießen und Mathematikum Gießen) und Vertreterinnen der Didaktik der Biologie (Prof. Dr. Kerstin Kremer, IPN Kiel) und der Didaktik der Geographie (Prof. Dr. Sandra Hof Universität Hamburg) initiiert (vgl. weiter unten).

Aus der oben geschilderten komplexen Problemlage ergibt sich die Behandlung der folgenden Themengebiete im Rahmen der einzelnen Stationen der Ausstellung:

### **1.1.1 Virtuelles Wasser und Wasserfußabdruck**

Inhaltlicher Kern ist das Konzept des virtuellen Wassers bzw. des Wasserfußabdruckes. Der Begriff des virtuellen Wassers wurde von Anthony Allen geprägt (u.a. Allan 1998a, 1998b, 2001) und bezog sich zunächst auf das Raumbispiel Mittlerer Osten. Ziel war es, mit dem Konzept des virtuellen Wassers (und dessen Import) einen Beitrag zur Verkleinerung der Wasserknappeitsprobleme im Mittleren Osten zu entwickeln. Das Konzept des virtuellen Wassers von Allan wurde in den Folgejahren vor allem von dem niederländischen Wissenschaftler Hoekstra und zahlreichen weiteren



Personen (z.B. Hoekstra 2013, 2010, 2008; Hoekstra & Chapagain 2008, Hoekstra & Hung 2002) weiter entwickelt, dabei entstand das Konzept des Wasserfußabdruckes.

Der Wasserfußabdruck gibt an, welche Frischwassermenge bei der Produktion von Lebensmitteln und Konsumgütern von den Einwohnern eines bestimmten Landes benötigt wird (Hoekstra & Chapagain 2008). Der Wasserfußabdruck bezieht somit auch die Menge an Wasser ein, die außerhalb des Landes für ein Produkt verwendet wird. Angegeben wird der Wasserfußabdruck in Wasservolumen pro Einheit, also z.B. Wasser (Liter) / Kilogramm hergestelltes Produkt. Dabei besteht der Wasserfußabdruck aus drei Komponenten (Hoekstra & Chapagain 2008): blauem, grauem und grünem Wasser.

### 1.1.1.1 Blauer, grauer und grüner Wasserfußabdruck

Diese drei Komponenten des Wasserfußabdruckes beziehen sich auf die Art des Wassers. Grünes Wasser steht für den Verbrauch von Regenwasser, blaues Wasser für Grund- oder Oberflächenwasser (Hoekstra & Chapagain 2008, Hoekstra et al. 2011). Die dritte Komponente, das graue Wasser, bezieht den Verschmutzungsgrad des Wassers ein. Es handelt sich dabei um die Wassermenge, die im Produktionsprozess eines Produktes verschmutzt wird und somit nicht mehr nutzbar wird. In der folgenden Tabelle (Tab. 1) sind beispielhaft die Wasservolumina (globaler Durchschnitt) aufgeführt, die für die Produktion einer Jeans bzw. eines T-Shirts aufgewendet werden müssen.

Wasserfußabdruck

Produkt	Gewicht (g)	blauer (l)	grüner (l)	grauer (l)	gesamt (l)
1 Jeans	1.000	4.900	4.450	2.400	11.750
1 T-Shirt	250	1.230	1.110	600	2.940

Wasservolumina (globaler Durchschnitt) für die Produktion

Quelle: Hoekstra & Chapagain 2008, S. 119

### 1.1.1.2 Wasserverbrauch regional und global (Wassermangel und Wasserexport)

In einer globalisierten Welt kann nun nicht mehr automatisch davon ausgegangen werden, dass das im Herstellungsprozess einer Ware verbrauchte Wasser auch im Herstellungsland konsumiert wird. Oftmals findet der Wasserverbrauch im Ausland statt, da große Teile der Produktionskette dort liegen (Hoekstra und Mekonnen 2012). Problematisch wird diese Verlagerung dadurch, dass vielfach wasserintensive Güter aus Ländern stammen, in denen zwar eine wirtschaftlich rentable Produktion gewährleistet ist, das Wasser jedoch nicht in dem Maße zur Verfügung steht wie in unseren Breiten. Dies ist vor allem bei Baumwolle der Fall. Der Wasserkonsum der industrialisierten und konsumstarken Staaten, die meist auch in eher gemäßigten, wasserreichen Klimaten liegen, übt somit Druck auf die Wasserressourcen der ausführenden Staaten und Regionen aus. Baumwolle wird vor allem in großen Mengen in Zentralasien (Usbekistan, Turkmenistan) angebaut, einer sehr ariden Region, in der nicht genug Wasser zur Verfügung steht. Das zur Produktion der Baumwolle benötigte Wasser wird aus den beiden Hauptzuflüssen des Aralsees abgeführt, der sich dadurch seit einigen Jahrzehnten in einem Verhandlungsprozess befindet (z.B. UNESCO 1998).

### 1.1.1.3 Wasserfußabdruck in der Produktionskette von tierischen Produkten (Beispiel Rindfleisch)

Bei der Herstellung von 1 Kilogramm Rindfleisch wird 15.500 Liter virtuelles Wasser verbraucht (Hoekstra 2010). Diese Wassermenge kommt folgendermaßen zustande: Betrachtet man den Produktionsprozess des Rindfleisches, so sind folgende Schritte in einer Produktionskette vorhanden, wobei bei jedem Schritt eine bestimmte Menge virtuelles Wasser verbraucht wird (Quelle: Hoekstra et al. 2011):



Abbildung 1: Produktionskette

Beispielhaft werden im Folgenden die ersten beiden Schritte für die Herstellung von Rindfleisch ausgeführt (Hoekstra 2010).

- Anbau Futterpflanzen: Während der Aufzucht des Rindes (ca. drei Jahre) frisst das Tier ca. 1.300 Kilogramm Getreide (z.B. Weizen, Hafer, Gerste, Sojabohnen) und ca. 7.200 Kilogramm Raufutter (z.B. Heu oder Silage).
- Aufzucht des Tieres: In der Regel dauert es drei Jahre, bis ein Rind schlachtreif ist, um etwa 200 Kilogramm knochenloses Fleisch zu liefern. Neben dem Bedarf an Futterpflanzen trinkt das Rind etwa 24 Kubikmeter Wasser. Daneben fallen weitere 7 Kubikmeter Wasser für die Reinigung der Ställe an.

Umgerechnet auf 1 Kilogramm Rindfleisch heißt dies, dass darin 6,5 Kilogramm Getreide, 36 Kilogramm Raufutter und 155 Liter direktes Wasser stecken. Dazu kommen alleine für den Anbau des Futters 15.300 Liter Wasser pro 1 Kilogramm Rindfleisch. Nicht eingerechnet ist dabei die verschmutzte Wassermenge, die im Produktionsprozess anfällt (graues Wasser) und die wieder gereinigt werden muss (Hoekstra 2010).

Neben diesen exemplarisch aufgezeigten Wasserfußabdrücken für Baumwolle (und deren Produkte) bzw. für Rindfleisch sollen in der Ausstellung weitere Produkte, die mit virtuellem Wasserverbrauch in besonderem Zusammenhang stehen, thematisiert werden. Diese Produkte entstammen vor allem aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler.

## 1.2 Zielgruppe

Die hauptsächliche Zielgruppe für das durchgeführte Projekt waren Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I. Trotz der umfangreichen Maßnahmen im Bildungsbereich, die von unterschiedlichen Institutionen in den vergangenen Jahren angestoßen wurden, herrschte zu Beginn des Projektes eine große Unwissenheit bezüglich des Themas „Virtuelles Wasser“. Etwas allgemeiner ging dies aus einer Studie des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2010 (BMU 2010) hervor. Dort wurde der Bekanntheitsgrad des Begriffes der Nachhaltigen Entwicklung erforscht. Hier zeigte sich in der Befragung, die mit 2008 Probanden über 18 Jahre durchgeführt wurde, dass zu dem Zeitpunkt 43% der Befragten den Begriff bereits gehört hatten. Anschließend an diese allgemeine Umfrage zur Nachhaltigen Entwicklung wurden in eigenen Vorarbeiten im Rahmen von Masterarbeiten und Vorstudien mehrere Aspekte konkret im Hinblick auf die Thematik des virtuellen Wassers und in Bezug zur Zielgruppe der intendierten Ausstellung erhoben. Durch eine vergleichende Betrachtung

eigener und aus der Literatur vorliegender Befunde konnte gesagt werden, dass der Wissensstand bzw. das Vorwissen der Zielgruppe zu virtuellem Wasser als gering zu bezeichnen war.

## **1.3 Didaktisches Konzept**

### **1.3.1 Allgemeine Ziele der Ausstellung**

Über dem Prozess der Ausstellungsentwicklung standen vier konkrete Ziele:

#### **Faktenorientiert Bewusstsein schaffen**

Bei den Besuchern sollte ein Bewusstsein für die Menge an indirektem (virtuellen) Wasser, das für die Herstellung von Konsumprodukten in unterschiedlichen Bereichen benötigt wird, geschaffen werden. Dabei sollten insbesondere zwei Punkte deutlich werden: a) einige Produkte haben einen besonders hohen Verbrauch an virtuellem Wasser, z.B. Fleischprodukte, Kaffee oder ein DIN A4 Blatt und b) ein Produkt kann sehr unterschiedliche Werte für den Verbrauch von virtuellem Wasser haben, z.B. Erdbeeren aus Deutschland im Juli im Gegensatz zu Erdbeeren aus Kalifornien im Dezember oder Tomaten aus den Niederlanden im Gegensatz zu Tomaten aus Spanien. Diese Zusammenhänge sollten auch im Hinblick auf regionale und saisonale Aspekte aufgegriffen werden.

#### **Durch Lebensweltbezug Aufmerksamkeit erzielen**

Die Zielgruppe von Kindern und Jugendlichen sollten lebensweltorientiert für die Problematik sensibilisiert werden. Die ausgewählten Produkte für die Ausstellung sollten daher aus den in ihrer Lebenswelt vorkommenden Produkten gewählt werden, z.B. Lebensmittel, Bekleidung oder Unterhaltungselektronik. Insbesondere die Entscheidungssituationen der Ausstellung sollten diese Produkte fokussieren, um die Auswirkungen des eigenen Konsums der Jugendlichen besser zu verdeutlichen und zum Reflektieren anzuregen.

#### **Globale und regionale Dimension der Thematik erfahren – Verantwortungsgefühl ausschärfen**

Global gesehen existieren Disparitäten hinsichtlich des virtuellen Wassers auf verschiedenen Ebenen: Hier ist zum einen die räumliche Ebene zu nennen: Es gibt eine Vielzahl von Ländern, in denen Wassermangel herrscht und andere Länder, in denen es weniger zu Wassermangel kommt. Zum anderen muss auch die Ebene des Konsums bzw. des damit verbundenen Handels betrachtet werden. Ziel der Ausstellung war es, aufzuzeigen, dass der Bevölkerung in den Ländern mit Wassermangel der Zugang zu Trinkwasser und die Erzeugung von Lebensmitteln erschwert werden. Dadurch wird der Konsum von Produkten in einem Industrieland aufgrund der komplexen Verflechtungen des Handels und der Produktionswege zu einem globalen Problem auf verschiedenen Ebenen.

#### **Eigenes Konsumverhalten und Lebensstil reflektieren**

Insbesondere beim eigenen Konsumverhalten können Jugendliche mit virtuellem Wasser konfrontiert werden. Hier geht es darum, zunächst den eigenen Lebensstil zu reflektieren und die Disparitäten im globalen Wasserverbrauch von Produkten hierzu in Beziehung zu setzen (Engelmann 2011). Da der Wasserverbrauch eines Produktes abhängig ist von klimatischen Bedingungen und der Wirtschaftsform (z.B. Bewässerungstechniken) spielen ökonomische, ökologische und soziale Probleme und Fragestellungen für einen reflektierten Umgang mit Konsum eine zentrale Rolle. Neben der Konfrontation mit diesen Zusammenhängen war es das Ziel, die Lernenden mit

Entscheidungssituationen bei konkreten Produktkäufen im Sinne des Leitbildes einer Nachhaltigen Entwicklung zu konfrontieren. Auch hier boten sich lebensweltnahe Produkte wie Jeans, T-Shirts oder Handys an. Das Ziel dieses reflektierten Konsumverhaltens stellt neben dem Bewusstsein das Überdenken bzw. die selbstregulierte Neubewertung des Lebensstils dar.

### **1.3.2 Art der Vermittlung und Präsentationsformen**

Das Mathematikum ist das erste mathematische Mitmach-Museum der Welt. Die Vermittlung erfolgt nicht auf eine instruktive Art sondern vielmehr auf eine spielerische Weise, was einen niedrigschwelligen Zugang zu den Phänomenen ermöglicht. Mit Hilfe von interaktiven Experimenten werden die Inhalte erfahrbar gemacht, die Besucher involviert und geistig herausgefordert. Hierbei werden sowohl die Wissenschaft als auch die Besucher ernst genommen. Die Besucher experimentieren eigenständig und „konstruieren“ sich so selbständig ihr Wissen (Sparkassen-Kulturstiftung Hessen-Thüringen 2010). Die anschauliche Darstellung und Präsentation entspricht dabei aktuellen museumspädagogische Kenntnissen. Dieses Museums-Konzept sollte auch auf die Ausstellung zum virtuellen Wasser angewandt werden. Folgende Aspekte spielten dabei eine Rolle:

#### **Verständlichkeit**

Dies betraf zum einen die einzelnen Stationen der Wanderausstellung. Diese sollten so verständlich sein, dass die Lösung im Idealfall bzw. unter Verwendung kleinerer Hilfestellungen selbst erkennbar würde. Zum anderen betraf dies ggf. vorhandene Begleittexte, die in einer schülergerechten Weise (Länge, Satzbau, verwendete Wörter) geschrieben werden sollten.

#### **Anschaulichkeit**

Gerade das Thema virtuelles Wasser zeichnet sich durch einen hohen Abstraktionsgrad aus, der – wie die Vorarbeiten zeigten – zudem durch viele Fehlvorstellungen seitens der Schülerinnen und Schüler geprägt war. Daher war es ein zentraler Aspekt, den Besuchern diese abstrakten Themen möglichst anschaulich nahe zu bringen, was durch die Visualisierung von Wassermengen mit Größen aus dem Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler geschehen sollte.

#### **Eigenständigkeit**

Ziel war es, den Besuchern durch die Anordnung und Gestaltung der Stationen einen möglichst hohen Entscheidungsspielraum bei der Bearbeitung bzw. hinsichtlich der Reihenfolge der Stationen zu bereiten. Die Besucher sollten als autonom Handelnde die Stationen durchlaufen, ohne zu einer bestimmten Reihenfolge gezwungen zu werden.

#### **Mitmach-Museum/Stationen**

Im Vordergrund sollte nicht das Anschauen von Exponaten, sondern ein handlungsorientierter Umgang mit dem Material an den Stationen stehen. Die Besucher sollten die Elemente der Stationen (z.B. Lege-Plättchen, Lebensmittel, Kleidungsstücke) selbst in die Hand nehmen, anordnen, zuordnen, ausprobieren oder in einer anderen Weise aktiv werden.

#### **Medieneinsatz**

Oftmals überwiegen in viele Ausstellungen sehr lange Texte, die letztlich doch nur von einer sehr kleinen Besucherzahl vollständig durchgelesen werden. Um die Zielgruppe adäquat anzusprechen, waren für die Wanderausstellung vielfältige Medien intendiert. Diese reichten von klassischen Medien wie originalen Gegenständen oder einfachen kurzen Texten auf Täfelchen bis hin zu digitalen

Medien. Der Einsatz von Medien war breitgefächert angedacht, um möglichst viele Zugangswege und Lerntypen (visuelle, auditive und haptische) gleichermaßen anzusprechen.

## Interaktion und Kommunikation

Entsprechend der Philosophie des Mathematikums, wie in Verzahnung zu den bereits angeführten Punkten Mitmach-Museum und Medieneinsatz, stand auch in der geplanten Wanderausstellung die Interaktion und Kommunikation zwischen den Besuchern im Vordergrund, die durch die Exponate initiiert bzw. verstärkt werden sollte.

## Überwältigungsverbot

Ziel der Ausstellung sollte es sein, die Schülerinnen und Schüler sowie weitere Besucher zu informieren und zur eigenen Meinungsbildung anzuregen. Dies folgt dem Prinzip des Überwältigungsverbots, das es untersagt, Schülerinnen und Schülern eine Meinung aufzuzwingen und sie damit an einer freien Meinungsbildung zu hindern (Bundeszentrale für politische Bildung 2011). Die Texte und Experimente der Ausstellung sollten keine Meinung oder einen „richtigen Standpunkt“ vorgeben, sondern so konzipiert werden, dass sie ein Weiterdenken und Reflektieren zulassen.

### 1.3.3 Umweltpädagogische Maßnahmen

Ziel war es, die Ausstellung durch vielfältige museums- und umweltpädagogische Maßnahmen zu begleiten. Ideen hierfür waren z.B. Vortragsreihen, Workshops oder Führungen. Insbesondere für die Zielgruppe der Schülerinnen und Schüler sollten neben thematischen Einführungen und Führungen vor allem Workshops angeboten werden.

## 1.4 Gestaltungs- und Raumkonzept

### 1.4.1 Raumkonzept

Die Ausstellung sollte für eine Raumgröße von ca. 200m<sup>2</sup> gestaltet werden, den Rahmenbedingungen die das Mathematikum als Hersteller und erster Ausstellungsort bot. Da die Ausstellung als Wanderausstellung konzipiert werden sollte, bot auch das Prinzip der Praktikabilität einen Rahmen in der Entwicklung und Gestaltung, d.h. keine Exponate zur Befestigung an Wänden, leicht transportierbare Exponate etc. Darüber hinaus sollten die



Abbildung 2: Ausstellungsraum des Mathematikums

Stationen modular aufgebaut sein, sodass einzelne Elemente der Stationen bei Bedarf rausgelassen werden konnten.

Das Design der Ausstellung sollte sich der Thematik Wasser und virtuelles Wasser anpassen. Beispielsweise sollten die Tische der Ausstellung durch Wasserrohre gehalten werden und somit auf das Thema Wassertransport hindeuten. Darüber hinaus sollte ein Design erstellt werden, dass sich in Farbe, Form und Gestaltung durch die Ausstellung und alle mit ihr in

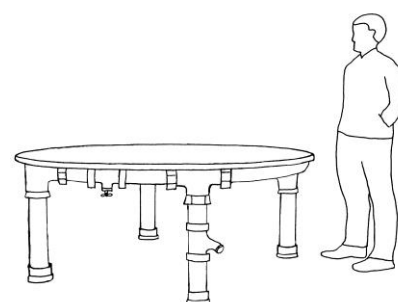


Abbildung 3: Experimentiertisch

Zusammenhang stehenden Dokumente, Flyer und Broschüren sowie den Internetauftritt hindurch zieht.

### 1.4.2 Gestaltungskonzept

Ziel für die Wanderausstellung war eine Anzahl von 10 Stationen für die jeweils folgende Elemente angedacht waren: Basiselemente, Elemente zur Wissensvermittlung/virtuelles Wasser und Elemente zu Entscheidungssituationen/virtuelles Wasser. Für die Basiselemente war geplant, die Bedeutung der Thematik Wasser interdisziplinär zu beleuchten. Thematisch sollten dabei jeweils schwerpunktmäßig die biologische (Wasser als Lebensraum und Lebensgrundlage), die physikalisch-chemische (Eigenschaften und Besonderheiten der Substanz) sowie die geographische (globale und regionale Vernetzung von Landwirtschaft und Klimawandel) Perspektive der Thematik beleuchtet werden. Die Elemente zur Wissensvermittlung und zu den Entscheidungssituationen zum virtuellen Wasser stellten dabei den eigentlichen Innovationsgehalt des Vorhabens dar. Die Elemente zum Wissen „Virtuelles Wasser“ sollten auf dem Konzept des „Wasser-Fußabdrucks“ basieren und mathematische Relationen und Hintergründe zur Einschätzung von Verhältnissen zum Wasserverbrauch bei Produktionswegen, bei unterschiedlichen Produkten oder auch im internationalen Vergleich präsentieren bzw. in Hands-on und Minds-on-Methoden reflektieren. Dies sollte vor allem auch dadurch geschehen, dass die dahinter stehenden mathematischen Operationen aufgeschlüsselt werden. Die Elemente zu Entscheidungssituationen zum virtuellen Wasser sollten schließlich die Themenkomplexe des schülernahen Konsumverhaltens aufgreifen und die Ausstellungsbesucher vor eine fiktive Entscheidungssituation stellen, die die Komplexität des interdisziplinären Zusammenhangs verdeutlicht.

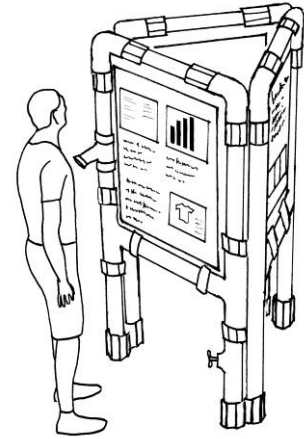


Abbildung 4: Informationswand

Die unterschiedlichen Elemente sollten in der Ausstellung im Rahmen von Exponat-Stationen miteinander in Zusammenhang gesetzt werden. Eine Station sollte dabei mit Bezug auf das Element zur Wissensvermittlung die Einschätzung eines konkreten Zahlenwerts in Hinblick auf den Wasserverbrauch integrieren. Dabei sollte Entscheidungssituation gleichzeitig offen gehalten werden. Ziel war es, deutlich zu machen, dass es keine einfache Lösung gibt und die weitergehende selbstgesteuerte Reflexion im eigenen Alltag anzuregen.

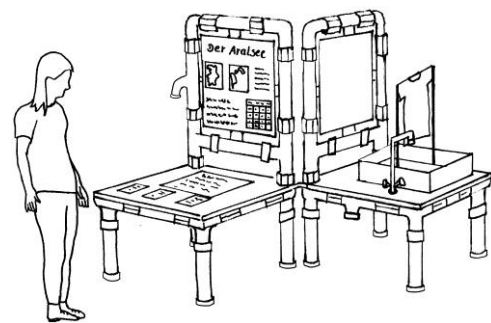


Abbildung 5: Beispielstation in der Ausstellung

### 1.4.3 Materialauswahl

Für die Materialauswahl wurden zwei Hauptkriterien getroffen: Zum einen wurde die Ausstellung als Wanderausstellung konzipiert, d.h. die verwendeten Materialien mussten sehr robust und beanspruchbar und im Falle eines Defekts leicht reparierbar und einfach zu ersetzen sein. Zum zweiten stand die Materialauswahl im Fokus der Nachhaltigkeit und des möglichst geringen Verbrauchs an virtuellem Wasser. Die verwendeten Materialien, Farben und Lacke sollten daher unter diesem Gesichtspunkt zertifiziert sein, z.B. durch das FSC®-Siegel.

## **1.5 Dokumentation des Projekts**

Für die Dokumentation des Projektes wurde ein von der Projektgruppe herausgegebenes Buch geplant. Hierfür wurde vor dem Hintergrund des innovativen Charakters der Ausstellung als kooperatives Vermittlungsprojekt zwischen Mathematik und Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) eine Buchpublikation angestrebt. Inhaltliches Ziel hierfür war u.a. die Vermittlung des Grundkonzepts der Ausstellung am Beispiel einer bildlichen und konzeptionellen Dokumentation der Ausstellung.

## **1.6 Evaluation**

Mit Bezug zu den didaktischen Zielsetzungen der Ausstellung nimmt die begleitende Evaluation im Sinne einer forschungsbasierten Weiterentwicklung von Bildungsmaßnahmen im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung einen zentralen Stellenwert ein. Vor allem da eine Ausstellung unter dem Gesichtspunkt der Autonomie und der Handlungsorientierung im konstruktivistischen Sinn implizit wirkt, war es Ziel und für die Weiterentwicklung von großem Nutzen, die Wirkung der Exponate in Hinblick auf die angestrebten Bildungsziele abzugleichen. Es war geplant, die Evaluation des Projekts in zwei Schritten vorzunehmen, die sich je nach wissenschaftlicher Fragestellung unterschiedlicher (qualitativer, quantitativer) Methoden der empirischen Sozialforschung bedienen sollte. Darüber hinaus sollte die Evaluation durch ein Dissertationsprojekt begleitet werden.

## **2. Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden**

Die Arbeitsschritte des Projektes untergliedern sich in vier Teile, die chronologisch aufeinander folgten. Im ersten Schritt wurde die Ausstellung vorbereitet. Während dieser Zeit (Projektbeginn bis Herbst 2014) galt es das Forschungsfeld zu erkunden, Literaturrecherche zu betreiben und Daten in Kooperation mit Waterfootprint Network in Enschede und Anderen für die einzelnen Stationen zu beschaffen. Im zweiten Schritt (Herbst 2014 bis September 2015) wurde die Ausstellung in enger Kooperation mit der Werkstatt des Mathematikums gebaut. Im dritten Schritt wurde die Ausstellung in Gießen als erstem Ausstellungsort eröffnet und in der folgenden Projektlaufzeit an sieben weiteren Orten gezeigt. Parallel dazu wurde die Ausstellung in einem vierten Schritt an verschiedenen Orten evaluiert (Herbst 2015 bis Projektende).

### **2.1 Schritt 1: Planung der Ausstellung**

Mit Projektbeginn im Dezember 2013 begann die Recherche und Ideensammlung für die Ausstellung. Auf der wissenschaftlichen Ebene begann die Sichtung von Literatur. Dabei wurden die Ergebnisse des Waterfootprint Network, insbesondere die Forschungen von Hoekstra von der Universität Twente, als Grundlage für die Ausstellungsinhalte verwendet. Ein Treffen mit einem Mitarbeiter von Herrn Hoekstra war dabei sehr aufschlussreich.

Für die Überlegungen zu Exponaten boten Ausstellungsbesuche und eigene Erfahrungen in der Entwicklung interaktiver Experimente eine breite Grundlage. In größeren Abständen stattgefundenen Projektteamtreffen dienten dem Austausch von wissenschaftlichen Erkenntnissen und praktischen Umsetzungsmöglichkeiten und dem Brainstorming neuer Ideen.

Bis Juni 2014 entstand die erste Version des Detailkonzeptes der Ausstellung, das die Grundlage für die weitere Entwicklung bot. Im Detailkonzept wurden Inhaltsbereiche und einzelne Exponate mit konkreten Ideen genannt. Es wurde festgelegt, dass die Ausstellung in drei Inhaltsbereiche eingeteilt werden soll: in Basisstationen, Wissensstationen und Querschnittsstationen. An den Basisstationen sollten die Besucher grundlegende Informationen zum virtuellen Wasser, zum Wasserkreislauf und zur Wasserreinigung erhalten. An drei Stationen sollten jeweils schwerpunktmäßig die biologische (Wasser als Lebensraum und Lebensgrundlage), die physikalisch-chemische (Eigenschaften und Besonderheiten der Substanz) sowie die geographische Perspektive (globale und regionale Vernetzung von Landwirtschaft und Klimawandel) der Thematik behandelt werden. Die Wissensstationen sollten den Besuchern durch die „Hands-on, Minds-on, Hearts-on“-Methode Relationen und Hintergründe verschiedener Alltagsprodukte erfahrbar machen und sie durch Entscheidungssituationen dazu auffordern, ihr eigenes Handeln zu reflektieren. Gleichzeitig sollten die Stationen genügend Informationen liefern, um die Problematiken zu den einzelnen Produkten zu verstehen. Folgende sechs Produktbereiche standen dabei im Mittelpunkt: Obst und Gemüse, Rindfleisch, Rosen bzw. Schnittblumen, Computer bzw. Speicherchip oder IT-Gerät, Baumwolle und deren Produkte und Papier. Abschließende Querschnittsstationen sollten die Ausstellung abrunden und die Inhalte und Themen der zuvor genannten Stationen zusammenführen. Neben einem Exponat, bei dem die Besucher ihr eigenes Frühstück zusammenstellen und dabei herausfinden, wie viel virtuelles Wasser für dessen Herstellung benötigt wird, sollte ein Simulationsspiel zum globalen Wasserverbrauch entwickelt werden. Darüber hinaus sollte ein Exponat den Wasserkonsum auf dem Längengrad zeigen und die Besucher sollten an einer Station ein eigenes individuelles Resümee zu ihrem Besuch der Ausstellung ziehen können.

Jede Station sollte aus drei Teilen bestehen: einem interaktiven Exponat, an dem die Besucher das Phänomen be-greifen können, einem Objekt, das einen Aspekt der Thematik verdeutlicht und einer



Informationstafel, die übergreifender in den Themenbereich einführt und die damit zusammenhängende Problematik erläutert. Über Entscheidungssituationen sollten die Besucher aufgefordert werden, ihr eigenes Verhalten zu reflektieren.

Die Überlegungen des Detailkonzepts wurden im weiteren Verlauf des Projektes vertieft und weiterentwickelt, sodass bis Ende 2014 erste konkrete Exponatideen standen, die in den nächsten Schritt der Entwicklung übergehen konnten. Dieser Übergang war fließend, für einige Exponate wurden zu diesem Zeitpunkt bereits Prototypen gebaut, für andere waren die Ideen noch sehr vage. Dieser Zustand zwischen Konkretheit und Vagheit begleitete den Bau der Ausstellung und dauerte bis kurz vor der Ersteröffnung im September 2015 an.

## **2.2 Schritt 2: Herstellung der Ausstellung**

Anfang 2015 begann der Bau von Prototypen der interaktiven Exponate, der im Entwicklungsprozess einen wichtigen Dreh- und Angelpunkt darstellt. Durch den Prototypen eines Experiments konnten bereits in einem frühen Entwicklungsstadium Konstruktionsfehler behoben und Materialfragen geklärt werden. Bereits hier zeigte sich, ob eine Idee funktioniert oder nicht. Hierdurch wurden einige ursprüngliche Ideen verworfen oder weiterentwickelt. Andere konnten direkt umgesetzt werden.

Die Mitarbeiter der Werkstatt des Mathematikers trugen maßgeblich zu der Prototypen- und Exponatentwicklung bei. In zahlreichen Gesprächen wurden Möglichkeiten erläutert und Ideen verworfen. Der Fokus lag dabei zunächst auf der Entwicklung und dem Bau der interaktiven Exponate, da diese am zeitintensivsten und kompliziertesten waren. Die Objekte, die an den Stationen gezeigt werden sollten, waren in der Entwicklung meist einfacher und leichter umzusetzen. Gleichzeitig wurde dennoch die inhaltliche, textliche Komponente der Stationen mitberücksichtigt und parallel weitergedacht. Texte und Labels wurden erst gegen Ende dieser Projektphase erstellt, da sie inhaltlich auf die Exponate Bezug nehmen.

Die Gestaltung der Informationstafeln hat sich in diesem Zeitraum stark weiterentwickelt. Es entstand die Idee, die Tafeln in Form eines dem jeweiligen Thema entsprechendes Produktes zu gestalten. Das Thema „Tomaten“ sollte beispielsweise auf einer riesigen Tomate präsentiert werden. Diese Darstellung sollte neben der Informationsgebung auch der Übersicht und Strukturierung dienen und das an sich schwere Thema der Ausstellung durch leichte comicartig gezeichnete Informationstafeln erleichtern.

Während einige Ideen weiterentwickelt wurden und die Prototypen erfolgreich waren, kristallisierte sich heraus, dass andere Ideen für eine Ausstellung weniger geeignet waren. So zeigte sich, dass die Thematisierung von Handys oder IT-Chips zwar für die Zielgruppe äußerst interessant war, die wissenschaftlichen Daten jedoch keine passende Grundlage für die Entwicklung eines Exponates bot. Ebenso wurden das Simulationsspiel und die Thematisierung des Wasserkonsums auf dem Längengrad verworfen.

Der Bau der fertig entwickelten Exponate begann im April 2015 und dauerte bis Anfang September an.

## **2.3 Schritt 3: Erstaussstellung im Mathematikum Gießen und Wanderausstellungen**

### **Erstaussstellung**

Die Ausstellung *Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen.* wurde am 11. September 2015 durch die Schirmherrin Priska Hinz, Hessische Ministerin für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, im Mathematikum Gießen eröffnet. Die Eröffnung war mit etwa 150 Gästen sehr gut besucht.

Im Mathematikum war die Ausstellung bis zum 15. November 2015 zu sehen. In der Ausstellungszeit wurden eine Lehrerfortbildung, spezielle Führungen, eine Kindervorlesung zum Thema (virtuelles) Wasser und auf Anfrage auch Klasseneinführungen in die Ausstellung angeboten. Darüber hinaus wurde die Ausstellung in besondere Veranstaltungen im Mathematikum (Familientag am 11.10.2015, Lange Nacht der Wissenschaft am 06.11.2015) eingebunden.

Die Rückmeldungen der Besucher haben zum einen ein sehr großes Interesse und einen Wissensdurst bezüglich des Themas gezeigt, zum anderen waren viele begeistert von der praktischen und leichten Aufbereitung des wissenschaftlichen Begriffs „Virtuelles Wasser“ und des dahinterstehenden komplexen Konzepts. Besonders gut kam das Exponat „Erpumpe dir deine Tomate“ bei den Besuchern an. Bei diesem Exponat muss der Besucher eine Pumpe betätigen, die Wasser in einen Acrylglaszylinder befördert. Bei Erreichen verschiedener Wasserstände im Zylinder wird dem Besucher über einen Bildschirm mitgeteilt, wie viel Wasser sich im Zylinder befindet und in welchem Land der Anbau einer Tomate diese Menge an Wasser benötigt.

Der erste Ausstellungsdurchgang im Mathematikum ermöglichte die Beobachtung der Exponate in der alltäglichen Nutzung. So konnten kleine Mängel gut behoben und bei den weiteren Ausstellungsorten verhindert werden

### **Wanderausstellungen**

#### Aquarius Wassermuseum – Mülheim, 05.12.2015 – 21.02.2016

Der zweite Ausstellungsort ist das Aquarius Wassermuseum in Mülheim a. d. Ruhr. Die Ausstellung wurde am 4. Dezember 2015 durch den RWW-Geschäftsführer Dr. Franz-Josef Schulte eröffnet und war dort bis zum 21. Februar 2016 zu sehen. An diesem Standort war aus Platzgründen nur eine Auswahl an Exponaten zu sehen. Thematisch fügten sich die Exponate zum virtuellen Wasser sehr gut in das Ausstellungskonzept des Hauses ein und ergänzten die bereits zum selben Thema vorhandenen Bestandteile der Ausstellung. Gleichzeitig hob sich die Optik der Exponate gut von den hausinternen ab und bildete eine gelungene Ergänzung zu Vorhandenem. Auch hier war die Rückmeldung zur Ausstellung sehr positiv.

#### Phänomena – Flensburg, 28.05. – 23.07.2016

Am 27. Mai 2016 wurde die Ausstellung mit allen Exponaten durch den Vorstandsvorsitzenden der Phänomena, Herrn Dr. Michael Kiupel, eröffnet. Die Veranstaltung in der Phänomena war mit etwa 70 Personen gut besucht. Schirmherr der Ausstellung ist Herr Dr. Robert Habeck, stellvertretender Ministerpräsident und Minister für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein. Bereits vor Ausstellungsbeginn hat am 9. Mai eine Fortbildung für Lehrkräfte zur Ausstellung stattgefunden, die laut Veranstalter mit 15 Personen sehr gut besucht war.

### M!ND-Center – Würzburg, 17.09. – 30.10.2016

Die Eröffnung im M!ND-Center am 15.09.2016 war mit etwa 50 Personen gut besucht. Nach den Grußworten von Herrn Prof. Dr. Trefzger, dem Sprecher des M!ND-Centers, Herrn Al Ghuasain, dem Schirmherrn der Ausstellung und Kulturreferenten der Stadt Würzburg, Herrn Prof. Beutelspacher, Frau Prof. Sprenger und Frau Prof. Kremer, gab es für die Besucher die Möglichkeit, bei gemütlicher Atmosphäre die Ausstellung anzusehen und Fragen zu stellen.

Die Ausstellung war laut Herrn Elsholz, dem Geschäftsführer des M!ND-Centers, sehr erfolgreich. Insgesamt wurde sie von 365 Besucherinnen und Besuchern zu den regulären Öffnungszeiten und zusätzlich von fast 30 Schulklassen mit insgesamt 739 Schülerinnen und Schülern besucht. Somit haben über 1000 Personen die Ausstellung in Würzburg angesehen, was für die Lage und die Größe des M!ND-Centers und den kurzen Ausstellungszeitraum ein gutes Ergebnis ist.

### Internationales Maritimes Museum – Hamburg, 18.11.2016 – 15.02.2017

Am 17. November 2016 wurde die Ausstellung in feierlicher Atmosphäre im Internationalen Maritimen Museum in Hamburg eröffnet. Zu diesem Anlass kamen etwa 60 Personen, die sich im Anschluss an die Grußworte und Eröffnungsreden lange über das virtuelle Wasser informierten und begeistert die Experimente ausprobierten. Eine Reportage über das Museum am Montag nach der Eröffnung ermöglichte auch einen Beitrag über die Ausstellung im Fernsehen (Mein Nachmittag, NDR).

Aus den Anmeldedaten der Gruppen für einen Besuch der Ausstellung *Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst* des Internationalen Maritimen Museums geht hervor, dass 22 Schülergruppen eine Führung gebucht haben. Insgesamt waren dies etwa 500 Personen. Aus mündlichen Berichten geht hervor, dass darüber hinaus weitere Lehrkräfte mit Ihren Schülerinnen und Schülern die Ausstellung besucht haben. Außerdem besichtigten ca. 150 Studierende der Universität Hamburg, 20 Referendare und die Lehrkräfte, die an der Fortbildung teilgenommen haben, die Ausstellung. Es wird davon ausgegangen, dass hierdurch ca. 750 Personen die Ausstellung besucht haben, zu denen weitere Privatbesucher und nicht angemeldete Gruppen hinzukommen.

Die Rückmeldung von Lehrkräften war insgesamt sehr positiv und die Nachfrage nach Materialien für den Unterricht war groß.

### MNU-Kongress – Ausstellung in der Sparkasse Aachen, 22.03. – 11.04.2017

Anlässlich des jährlich stattfindenden Kongresses der MNU (Bundesverband zur Förderung des MINT-Unterrichts) wurde die Ausstellung nach Aachen ausgeliehen. Der Standort der Ausstellung ergab sich durch eine Kooperation mit der Sparkasse am Elisenbrunnen in Aachen, sodass die Ausstellung zentral und sowohl für Kongressteilnehmer wie auch für Privatbesucher gezeigt werden konnte.

In kleinem Rahmen wurde die Ausstellung am 22. März in der Hauptfiliale der Sparkasse in Aachen eröffnet. Neben zwei Pressevertretern waren Herr Dr. Burmester, Herr Plaum und Frau Meyer von der Sparkasse Aachen, Frau Prof. Heitzer und Herr Pohlkamp von der Universität Aachen und aus dem Projektteam Frau Prof. Kremer vom IPN in Kiel und Frau Kahlen vom Mathematikum anwesend. Darüber hinaus nahmen einige Privatbesucher an der Eröffnungsfeier teil.

Eingebunden wurde die Ausstellung in den Hauptvortrag von Frau Prof. Kremer auf der MNU Tagung. Der Vortrag zum Thema „Interdisziplinarität als Herausforderung bei der Vermittlung von Nachhaltigkeit – Das Thema Virtuelles Wasser“ ging direkt auf die Thematik der Ausstellung ein und

wurde von den Zuhörern sehr gut aufgenommen, was sich durch viele Rückmeldungen von Lehrkräften zeigte.

#### Waldhaus – Freiburg, 26.04. – 24.10.2017

Am 5. Mai 2017 wurde die Ausstellung in feierlichem Rahmen im Waldhaus in Freiburg eröffnet. Insgesamt waren etwa 60 Personen anwesend, darunter Frau Stuchlik, Umweltbürgermeisterin der Stadt Freiburg, Herr Müller und Frau Dr. Hansen, Leiter und stellvertretende Leiterin des Waldhauses, und Frau Kahlen vom Mathematikum als Vertreterin des Projektteams.

Nach kurzen Grußworten und einer Führung durch die Ausstellung zeigten Gäste und Mitarbeiter des Waldhauses sehr großes Interesse, das sich in vielen und z.T. sehr detailreichen Fragen äußerte.

Rund um die Ausstellung in Freiburg organisierte das Waldhaus ein umfangreiches Begleitprogramm, u.a. eine Vortragsreihe, Führungen für Privatbesucher und Schulklassen, Workshops, Konzerte, ein Wasserfest, Exkursionen und Bootstouren.

#### Mathematikum – Gießen, 07.10.2017 – 14.01.2018

Anlässlich des 15-jährigen Bestehens des Mathematikums wurde am 06.10.2017 die Sonderausstellung „Best of 15“ im Mathematikum eröffnet. In dieser Ausstellung werden jeweils zwischen ein und vier Exponate aus den 15 Sonderausstellungen gezeigt, die in diesen 15 Jahren vom Mathematikum entwickelt wurden. Die Ausstellung *Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen*. ist durch vier Exponate vertreten, die teilweise extra für diese Ausstellung angefertigt wurden.

#### Weitere Ausstellungsorte

Zum Zeitpunkt des Projektabschlusses bestehen weitere Anfragen für die Ausleihe der Ausstellung. Die StollVita-Stiftung in Waldshut-Tiengen zeigt die Ausstellung von Oktober 2017 bis Februar 2018. Von März bis April 2018 ist sie in der Experimenta in Frankfurt zu sehen. Darüber hinaus bestehen bereits weitere formlose Anfragen für 2018. Der aktuelle Ausstellungsort kann beim Mathematikum erfragt werden.

## **2.4 Schritt 4: Evaluation**

Die Ausstellung *Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen*. wurde an drei Ausstellungsorten durch Erhebungen evaluiert. Eine erste Voruntersuchung wurde im Mathematikum in Gießen erhoben. Zwei weitere Befragungen fanden in der Phänomena Flensburg und im Internationalen Maritimen Museum in Hamburg statt.

Während der Ausstellung im Mathematikum Gießen wurde eine kleine Erhebung mit einer Stichprobe von 34 Teilnehmerinnen und Teilnehmern durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Ausstellung im Gesamten gut bei den Besucherinnen und Besuchern angekommen ist und die Thematik des virtuellen Wassers Alltagsrelevanz besitzt. Da die Stichprobe jedoch nicht repräsentativ ist, bildete diese Voruntersuchung lediglich die Grundlage für weitere Erhebungen während der Ausstellungszeiten in Flensburg und Hamburg.

Auch in der Phänomena in Flensburg wurde eine Erhebung durchgeführt, die im Rahmen einer Abschlussarbeit an der Universität Kiel ausgewertet worden ist (Betreuung durch Frau Prof. Kremer, IPN Kiel). In dieser Erhebung wurde der Frage nachgegangen, auf Grundlage welcher Motive die Besucherinnen und Besucher der Ausstellung *Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen*. ihre Ansichten und ihr Handeln im Kontext des virtuellen Wassers begründen.

Dabei wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu folgenden Themen befragt: Verständnis des Konzepts des virtuellen Wassers, Zusammenhänge auf globaler und regionaler Ebene und Reflexion des eigenen Konsumverhaltens und Lebensstils. Insgesamt haben 124 Personen an der Umfrage teilgenommen. Die Analyse beinhaltet sowohl einen quantitativen wie auch einen qualitativen Teil. Insgesamt bestätigt diese Untersuchung, dass sich der Besuch der Ausstellung positiv auf die Umwelteinstellungen und das Umweltwissen der Ausstellungsbesucher auswirkt.

Die dritte Erhebung wurde im Internationalen Maritimen Museum in Hamburg in Form eines Fragebogens mit Fragen zum Inhalt der Ausstellung und zur Selbstreflektion vorgenommen. Auch hier wurden dabei sowohl qualitative wie quantitative Untersuchungsmethoden angewandt. Insgesamt nahmen 110 Besucher an der Befragung teil. Die Ergebnisse der quantitativen Befragung zeigen, dass es den Befragten sehr wichtig ist, in ihrem Alltag Wasser zu sparen. Der Wasserverbrauch durch die Nutzung und der Konsum von Produkten und ihr Einfluss auf die Wasserknappheit der Welt sind den Befragten bewusst.

Auf die detaillierten Ergebnisse der Erhebungen wird unter Punkt 3.3 näher eingegangen.

Neben den genannten Erhebungen zur Ausstellung wurden zu folgenden Themen Abschlussarbeiten zum Themenbereich virtuelles Wasser angefertigt, die durch Frau Prof. Sprenger (Universität Hamburg) und Frau Prof. Kremer (Universität Kiel) betreut wurden:

- Schülervorstellungen zur Nachhaltigkeit - das Beispiel des Wasserfußabdrucks
- Vorstellung brasilianischer Schüler zum Thema virtuelles Wasser im Kontext Nachhaltigkeit
- Intendierte Verhaltensänderung von Schülerinnen und Schülern im nachhaltigen Umgang mit Wasser - Eine empirische Untersuchung zum Thema virtuelles Wasser
- Vom Erkennen zum Handeln – Intendierte Handlungsveränderungen durch den Besuch einer Ausstellung zum nachhaltigen Wasserkonsum
- Einfluss des Nachhaltigkeitsbewusstseins auf den Konsum von virtuellem Wasser - dargestellt am Beispiel der Ausstellung „Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst“

## **2.5 Schritt 5: Projektdokumentation**

Die Dokumentation des Projekts ist Form einer Buchpublikation veröffentlicht. Dabei werden die Themen der Ausstellung in Unterrichtsprojekte für die Mittel- und Oberstufe eingebettet, sodass Lehrkräfte die behandelten Themen direkt in ihren Unterricht integrieren können. Im Rahmen der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) gehen die einzelnen Kapitel vertiefend auf den fachlichen und wissenschaftlichen Rahmen der Themen ein und bauen durch die Projektvorschläge eine direkte Brücke von der Ausstellung in den Klassenraum. Darüber hinaus sind die Unterrichtsvorschläge interdisziplinär angelegt und richten sich am Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung (BMZ 2008) aus. Die Veröffentlichung ist im Februar 2018 im Friedrich Verlag unter dem Titel „Ich sehe Wasser, was du nicht siehst“ erschienen und zu finden unter der ISBN 978-3-7800-4857-8.

## **3. Ergebnisse**

### **3.1 Die Ausstellung im Überblick – Detailkonzept der Ausstellung**

Die Ausstellung *Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen* zeigt elf Stationen, die auf unterschiedliche Aspekte der Thematik des virtuellen Wassers eingehen. Die Stationen haben jeweils eine Informationstafel und ein bis zwei Exponate, die das jeweilige Thema experimentell und anschaulich verdeutlichen.

Inhaltlich gibt es Grundlagenstationen (Wasserkreislauf und den Wasserfußabdruck), Stationen, die ausgewählte Produkte und deren Bezug zur Thematik aufgreifen (Papier, Tomaten, Rosen, Baumwolle, Kaffee und Fleisch) und abschließende Stationen, die einen Transfer zum Alltag der Besucher schaffen (Frühstück und Wassersparen im Alltag).

Im Anhang befindet sich die Liste der Exponate zur Ausstellung, in der Bilder der einzelnen Exponate und Informationstafeln eingebettet sind.

#### **3.1.1. Titel der Ausstellung**

Die Entwicklung des Titels hat bereits sehr früh begonnen und sich über einen langen Zeitraum erstreckt. Er lautet: *Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen*. Der Titel soll analog zu dem Spiel „Ich sehe was, was du nicht siehst“ neugierig machen und zum genauen Hinschauen auffordern. Der Untertitel „Virtuelles Wasser begreifen.“ macht auf die wissenschaftliche Grundlage des Themas aufmerksam. Die Verbindung aus dem spielerischen Beginn des Titels und dem Hinweis auf die Wissenschaft als seriöse Disziplin soll die Verbindung aus beidem in der Ausstellung widerspiegeln. Das ursprünglich ernste Thema „Virtuelles Wasser“ wird auf spielerische und sanfte Weise vermittelt.

#### **3.1.2. Eyecatcher im Raum**

Die Ausstellung zeigt eine Vielzahl an Blickfängen. Sowohl die Objekte und Exponate der einzelnen Stationen als auch die Tischgestelle, die aus Wasserrohren gestaltet sind, besitzen ein hohes Maß an Attraktivität und laden die Besucher zum Hinschauen und Ausprobieren ein. Daneben geben großformatige Wasserbilder an den Wänden und die Informationstafeln zu den einzelnen Stationen der Ausstellung ihren besonderen Charme.

##### **3.1.2.1 Informationstafeln**

Für zehn der elf Stationen gibt es jeweils eine große Informationstafel, die dem Besucher durch ihre Gestaltung schon von weitem das Thema verrät. Das Thema „Fleisch“ wird beispielsweise durch einen etwa 1,5 Quadratmeter großen Hamburger dargestellt und das Thema „Tomate“ durch eine ebenso große Tomate.

Die Vorderseite zeigt jeweils einen Informationstext zum Thema, dessen Inhalt durch ansprechende Bilder unterstützt wird. Auf der Rückseite können die Besucher kurze, interessante Fakten zur Thematik lesen.

##### **3.1.2.2 Großformatige Wasserbilder**

Als Wandgestaltung dienen vier 1,20 Meter x 1,20 Meter große Bilder, auf denen Wasser in unterschiedlichen Situationen dargestellt ist. Die Bilder sind bewusst nicht im Comic-Stil der Informationstafeln gewählt, um das Thema Wasser auf eine weitere Weise darzustellen.

### **3.1.3. Basisstationen**

Im ersten inhaltlichen Teil der Ausstellung geht es um die Vermittlung von grundlegenden Informationen wie der Klärung des Begriffs „Virtuelles Wasser“, dem Wasserkreislauf und dem Wasserfußabdruck.

#### **3.1.3.1 Was ist virtuelles Wasser?**

Die Station „Was ist virtuelles Wasser?“ bringt den Besuchern mit Hilfe von drei Komponenten den Begriff und die Thematik des „virtuellen Wassers“ näher. Die erste Komponente ist ein Film, der auf einfache und anschauliche Weise den Begriff „Virtuelles Wasser“ erklärt. Die zweite Komponente ist ein 1m<sup>3</sup> großer Würfel, der die Menge von 1000 Liter Wasser verdeutlicht und Produkte zeigt, die aus dieser Menge Wasser hergestellt werden können. Die dritte Komponente ist eine Litfaßsäule, auf der 4000 Flaschen abgebildet sind. Jeder Besucher darf eine Flasche individuell gestalten und auf die Säule aufkleben.

Der Aufbau dieser Station unterscheidet sich stark von dem der anderen zehn Stationen. Zum einen gibt es hier keine Informationstafel, zum anderen fallen die Litfaßsäule und der 1 Kubikmeter-Wasser-Würfel durch ihre Größe aus der Gestaltungsform der anderen Stationen heraus. Durch ihre attraktive Darstellung gelten diese beiden Elemente auch als Eyecatcher der Ausstellung.

Einführungsfilm „Was ist Virtuelles Wasser?“

Der einführende Film holt den Besucher in einer Alltagssituation ab und erklärt anhand von Frühstücksprodukten und Kleidung einfach und anschaulich, wie die großen Zahlen in der Berechnung des virtuellen Wassers entstehen. Der Film ist unter folgendem Link abrufbar: <http://www.mathematikum.de/sonderausstellungen/bisherige-ausstellungen/eigene-sonderausstellungen/ich-sehe-wasser.html> Wasserwürfel

Wasserwürfel

Der Wasserwürfel repräsentiert die Menge von 1000 Liter Wasser und zeigt wie viel von einem Produkt für 1000 Liter Wasser hergestellt werden kann. Insgesamt werden fast 50 Produkte auf den Seiten des Würfels gezeigt. Beispielsweise kann für 1000 Liter Wasser 5,1 Kilogramm Möhren oder 550g Weizen angebaut werden. Durch Vergleiche der einzelnen Produkte können die Besucher erkennen, dass Produkte ohne tierische Anteile weniger Wasser im Anbau benötigen als Produkte, die von lebenden Tieren kommen, z.B. Milchprodukte oder Eier, und dass Produkte von lebenden Tieren weniger Wasser in der Herstellung benötigen als tierische Produkte, die mit dem Lebensende der Tiere verbunden sind, z.B. Fleisch oder Leder. Die Besucher können hierdurch Vergleiche anstellen – für 1000 Liter Milch kann man beispielsweise 3,4 Liter Bier trinken oder 200 Milliliter Milch.

Litfaßsäule – Du benötigst 4000 Liter Wasser am Tag

Die Litfaßsäule ist mit 4000 Flaschen bedruckt, die jeweils einen Liter Wasser repräsentieren. Das ist die Menge an Wasser, die eine in Deutschland lebende Person am Tag benötigt. Die Besucher können kleine Flaschenaufkleber individuell gestalten und auf die Litfaßsäule kleben. Dies verdeutlicht, dass 4000 Liter Wasser eine sehr große Menge Wasser ist und es lange dauert, bis alle Flaschen beklebt sind, wenn jeder Besucher eine Flasche aufklebt.

### **3.1.3.2 Wasserkreislauf und -reinigung**

Die zweite Grundlagenstation behandelt die Themen Wasserkreislauf und Wasserreinigung. Auf der Informationstafel werden der kleine und der große Wasserkreislauf thematisiert und die Einteilung in blaues, grünes und graues Wasser erklärt. Darüber hinaus zeigt eine Weltkarte die Wasserverteilung auf der Erde.

#### Flaschengarten

Der Flaschengarten zeigt, wie der Wasserkreislauf im Kleinen funktioniert. In einem Gärballon ist ein Garten mit fünf verschiedenen Pflanzen angelegt. Der Ballon ist fest durch einen Korken verschlossen. Die Wassermenge in der Flasche wird beim Bau austariert und danach nicht mehr verändert. Das Wasser verdunstet, kondensiert am Glas der Flasche und regnet wieder auf die Pflanzen herab. Durch diesen Kreislauf entsteht ein eindrucksvoller Garten.

#### Wasserverdünnung

Das Exponat veranschaulicht einen Wasserverdünnungsprozess. Wasser und Verschmutzung werden hierbei durch kleine Kügelchen repräsentiert. Die Kügelchen befinden sich in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen in fünf verschiedenen Plexiglaszylindern. Die Verschmutzung wird jeweils durch ein schwarzes Kügelchen und das Wasser durch eine entsprechend große Menge an blauen Kügelchen repräsentiert. Folgende Mischungsverhältnisse werden gezeigt:

1 (Verschmutzung); 1:99; 1:999; 1:9.999; 1:99.999

Die Kügelchen befinden sich in Zylindern, die über Kugellager am Tisch befestigt und dadurch drehbar sind. Die Besucher können die Behälter mit den Mischungen drehen und schauen, ob sie die Verschmutzungskugel finden. Dies wird mit zunehmender Menge an Wasserkügelchen im Behälter schwieriger, dennoch ist es erstaunlich, wie schnell man eine andersfarbige Kugel in einer Gesamtmenge von 100.000 Kügelchen findet. Hierbei kann der Besucher spüren, wie sehr auch kleine Mengen an Verschmutzung im Wasser bemerkbar sind.

### **3.1.3.3 Deutschlands Wasserfußabdruck**

Der Wasserfußabdruck ist eine Weiterführung des Konzepts des virtuellen Wassers. Die Informationstafel in Form eines Fußabdrucks erklärt die Bestimmung des deutschen Wasserfußabdrucks und zeigt auf, wie wir in Deutschland Wasserressourcen in anderen Ländern beeinflussen. Unterstützt wird dies durch das Spiel „Weltweiter Handel“ und die Weltkarte „Wasserimport nach Deutschland“.

#### Weltweiter Handel

Bei dem Spiel „Weltweiter Handel“ versuchen die Spieler Produkte, die ihnen in Form von Plättchen zur Verfügung stehen, auf verschiedenen Kontinenten anzubauen.

#### Wasserimport nach Deutschland

Diese Weltkarte zeigt den Import von Wasser über verschiedene Produkte aus vielen Ländern der Welt nach Deutschland. Auf der Karte angebrachte Pfeile und Stäbe in verschiedenen Größen verdeutlichen dabei die Menge des Wassers über die angegebenen Produkte.



### **3.1.4. Produktstationen**

Den zweiten großen inhaltlichen Teil bilden neben den Basisstationen die folgenden Stationen zu Produktbeispielen aus dem Alltag.

#### **3.1.4.1 Tomaten**

Die Station thematisiert den virtuellen Wasserverbrauch von Tomaten. Die Informationstafel „Tomate ist nicht gleich Tomate“ zeigt die Problematik des Obst- und Gemüseanbaus in der Anbauregion El Ejido in Südspanien auf und geht auf Regionalität und Saisonalität von Obst und Gemüse in Deutschland ein. Das Experiment „Erpumpe dir deine Tomate“ und das Objekt „Tröpfchenbewässerung“ greifen den Aspekt des überregionalen Anbaus und der Bewässerungsart im Tomatenanbau auf.

##### Erpumpe dir deine Tomate

Als interaktives Exponat ist eine Pumpe geplant, mit der die Besucher Wasser in eine Plexiglasröhre pumpen können. Tomaten aus den Niederlanden benötigen pro Kilogramm 10 Liter, Tomaten aus Deutschland 36 Liter, aus Spanien 83 Liter, aus Italien 109 Liter und aus Ägypten 230 Liter Wasser. Durch Pumpen befördern die Besucher die Menge an Wasser in eine Plexiglasröhre, die in den verschiedenen Ländern für den Anbau von 100 Gramm Tomaten benötigt wird. Das Wasser steigt graduell von unten an. Bei einem Wasserstand von 1 Liter, 4 Liter, 9 Liter, 11 Liter und 23 Liter bekommt der Besucher über einen Bildschirm eine Rückmeldung, wie viel Wasser er erpumpt hat und in welchem Land man die entsprechende Menge an Wasser für 100 Gramm Tomaten benötigt (Niederlande 1 Liter, Deutschland 4 Liter, Spanien 9 Liter, Italien 11 Liter, Ägypten 23 Liter).

##### Tröpfchenbewässerung

Tomaten aus unterschiedlichen Ländern benötigen unterschiedlich viel Wasser. Der Grund hierfür liegt u. a. in der Bewässerungsart. Diese unterschiedlichen Arten sollen den Besuchern durch die Demonstration von technischen Elementen der Tröpfchenbewässerung sowie der Bewässerung durch Besprengung aufgezeigt werden. Der Infotisch zeigt eine Heimanlage zur tröpfchenweisen Bewässerung von acht Pflanzen über dünne Schläuche. Diese Bewässerungsart wird im Tomatenanbau bevorzugt verwendet. Bilder und Erklärungen zeigen darüber hinaus zwei weitere Bewässerungsarten auf und gehen auf die Vor- und Nachteile ein.

#### **3.1.4.2 Fleisch**

Die Station zum Thema Fleisch konzentriert sich im Wesentlichen auf die Erklärung des Multiplikationseffektes, durch den bei der Herstellung von Fleisch die große Menge an virtuellem Wasser entsteht. Die Infotafel „Weniger ist mehr“ in Form eines Hamburgers geht darauf ein, dass für die Tiere Futter angebaut werden muss und das Futter im Anbau Wasser benötigt.

##### So viel Wasser frisst das Rind

Ein Rind frisst pro Kilogramm Fleisch, das es liefert, etwa 60 Kilogramm Futter. Dieses Futter besteht aus vier Hauptkomponenten: Gras, Getreide, Futterpflanzen und Ernterückständen. Diese benötigen in der Herstellung unterschiedlich viel Wasser. Das 3D-Diagramm zeigt in der Fläche den prozentualen Anteil, den die jeweilige Futterkomponente ausmacht. Das Volumen gibt die Menge des Wassers für den jeweiligen Anteil an. Das Diagramm zeigt somit einen Vergleich zwischen den einzelnen Futterkomponenten und deren „Wassergehalt“. So benötigt beispielsweise das Getreide

im Vergleich am meisten Wasser, gefolgt von Futterpflanzen und Gras. Den Ernterückständen wird kein virtuelles Wasser zugerechnet, da es sich bei den Rückständen um den Abfall von Getreide handelt. Das virtuelle Wasser wird hier lediglich dem Getreide zugerechnet.

Wie viel Wasser wiegt das Tier?

Bei diesem Experiment können die Besucher Tiere (als Repräsentanten für ein Kilogramm des jeweiligen Fleisches) gegen Wassersäulen (als Repräsentanten für die jeweilige Wassermenge) aufwiegen und herausfinden, wie viel Wasser in der Herstellung von Rind- Schweine- Hühner- und Lammfleisch benötigt wird. Beim Rind gibt es zusätzlich die Möglichkeit, zwischen einem Rind aus Weidehaltung und einem Rind aus industrieller Haltung zu unterscheiden.

Die Wassersäulen sind in den Farben Grün, Grau und Blau lackiert, um so die Menge an grauem, blauem und grünem Wasser in der Herstellung sichtbar zu machen.

### **3.1.4.3 Rosen**

Die Informationstafel zum Thema „Wie weit muss eine Rose reisen“ klärt über die Situation am Naivasha-See auf, aus dem die in den umliegenden Blumenzuchtanlagen angebauten Rosen bewässert werden. Die Rosen werden in sehr großen Mengen nach Europa und häufig über die Niederlande auch nach Deutschland exportiert, wo sie sehr günstig verkauft werden. Der Weg, den die Rose dabei zurücklegt, können die Besucher an dem Experiment „Der Weg einer Rose“ herausfinden. Das Spiel „Statt Rosen...“ regt die Besucher dazu an, über Alternativen zum Verschenken von Rosen nachzudenken.

Der Weg einer Rose

Am Naivashasee, an dem u.a. Giraffen und Nilpferde leben, werden die Rosen geerntet und ihre Stacheln entfernt. Daraufhin werden sie mit dem Flugzeug nach Europa transportiert, wobei die Temperatur des Umfeldes der Rosen auf 3 Grad Celsius heruntergekühlt wird, um den Reifungsprozess zu verlangsamen. In den Niederlanden angekommen werden sie über große Blumenauktionen an Zwischenhändler für etwa 20 Cent pro Rose weiterverkauft, die die Rosen mit LKWs weitertransportieren, z.B. nach Deutschland. Hier werden sie von Blumenmärkten oder Discountern – häufig in Eimern stehend – zum Verkauf an die Verbraucher angeboten. Möglicherweise werden die Rosen dann in einer Vase zur Dekoration genutzt.

Dieser Weg der Rose, in ähnlicher Weise auf dem Label erklärt ist, kann von den Besuchern durch das Sortieren von acht Gegenständen, die der Rose auf ihrem Weg nach Deutschland begegnen, nachvollzogen werden. Die Gegenstände sind eine Spielzeuggiraffe, ein Dornenentferner, ein Miniaturflugzeug, ein Thermometer, ein 20 Cent-Stück, ein Miniatur-LKW, ein Eimer und eine Vase. Durch die Visualisierung der Gegenstände sollen die Besucher angeregt werden, darüber nachzudenken, wie es sein kann, dass es beispielsweise günstiger ist, eine Rose aus Kenia zu importieren als sie in Deutschland anzubauen und dass sie darüber hinaus im Einkauf nur 20 Cent kostet.

Statt Rosen...

Bei diesem Partnerspiel geht es darum, mit dem eigenen Partner Alternativen für das Verschenken von Rosen herauszufinden. Eine Person ist diejenige, die etwas verschenken möchte und die andere Person ist diejenige, die etwas geschenkt bekommt. Beide beantworten für sich die Frage, ob die im Spiel präsentierten Alternativen zum Verschenken bzw. zum Geschenkbekommen, für sie eine

Option wäre. Sind alle Fragen beantwortet, wird die Wand in der Mitte entfernt und die Antworten der beiden Spieler miteinander verglichen. Je mehr Übereinstimmungen ein Paar hat, desto besser.

#### **3.1.4.4 Baumwolle**

Die Informationstafel thematisiert den Baumwollanbau in Usbekistan und die daraus resultierenden Umweltschäden am Aralsee. Dies wird mit Hilfe von Satellitenbildern realisiert. Vor der Abzweigung des Wassers für den Anbau war der Aralsee das weltweit viertgrößte Binnenmeer, mittlerweile ist seine Größe auf einen geringen Anteil seiner Ursprungsgröße geschrumpft. An diesem Beispiel wird die direkte Auswirkung des Baumwollanbaus auf die Umwelt deutlich: Die Schrumpfung des Aralsees bedeutet u.a. eine sehr hohe Salzkonzentration im Wasser, Einbrüche bzw. das Ende des regionalen Fischfangs und eine hochgradige Kontamination der Umgebung.

Der Fokus hierbei liegt auf der Thematisierung des blauen Wassers, d.h. des stehenden und Fließgewässers sowie des Grundwassers und dessen Rolle bei der Bewässerung von Pflanzen. Die Nutzung des blauen Wassers des Aralsees dient hier als negatives Beispiel. Das Objekt (Tropf, tropf, tropf...) und das Experiment (Wie viele T-Shirts?) verdeutlichen, wie viel Wasser in einem T-Shirt steckt und gehen auf den Konsum von T-Shirts in Deutschland ein.

Tropf, tropf, tropf...

An einem Kleiderbügel über einem Tisch ist ein T-Shirt befestigt, auf das permanent Wasser aus einem Wasserhahn tropft. Die Menge des Wassers aus dem Wasserhahn entspricht der Menge Wasser, die man jeden Tag verbraucht, wenn man ein T-Shirt trägt. Ein T-Shirt benötigt ca. 2700 Liter Wasser für die Herstellung. Geht man davon aus, dass jeder Deutsche vier T-Shirts im Jahr kauft und jeden Tag ein T-Shirt trägt, ergibt sich ein Wasserverbrauch von 2 Liter pro Stunde. Diese Berechnung ist sehr konservativ. Ginge man davon aus, dass ein Deutscher nur jeden zweiten Tag ein T-Shirt tragen würde, erhöhte sich die Wassermenge pro Stunde auf 4 Liter. In die Berechnung sind nur klassische Baumwoll-T-Shirts mit mind. 51 Prozent Baumwollanteil einbezogen, keine sonstigen Baumwolloberteile wie z.B. Tops, Blusen/Hemden oder Pullover.

Wie viele T-Shirts?

Dieses Computereponat ist eine Besucherbefragung, die die Besucher dazu anregt, über ihr Kaufverhalten von T-Shirts nachzudenken. Die Auswertung der Frage „Wann hast du dein letztes T-Shirt gekauft?“ zeigt dem Besucher auf, wie viele Personen vor bzw. nach ihm ihr letztes T-Shirt gekauft haben. Durchschnittlich kauft eine deutsche Person im Jahr drei T-Shirts. Durch den Vergleich mit sich selbst, können die Besucher ihre eigenen Schlüsse ziehen, wie viel virtuelles Wasser sie durch den Kauf bzw. Verbrauch von T-Shirts nutzen.

#### **3.1.4.5 Papier**

Für die Herstellung von Papier wird eine große Menge Wasser benötigt und verschmutzt. Die Informationstafel dieser Station mit dem Titel „Brauchen wir so viel Papier?“ erklärt den Herstellungsprozess von Frischfaserpapier. Das Experiment präsentiert Möglichkeiten des Papiersparens, die der Besucher in die Kategorien „das würde ich tun“ und „das würde ich nicht tun“ einordnet. Das dritte Element der Station thematisiert das Recyclingpapier.

Ich spare Papier, indem ich...

Papier wird im Alltag häufig unbewusst benutzt. Wir benötigen in sehr vielen Situationen unseres Alltags Papier, z.B. im Büro, beim Einkaufen, beim Lesen oder Naseputzen. Daher sind die Möglichkeiten, Papier zu sparen, auch sehr vielfältig. An diesem Exponat werden den Besuchern auf Plättchen etwa 30 Möglichkeiten dargeboten, Papier zu sparen. Sie überlegen sich als Reaktion auf die Aussage „Wenn ich Papier sparen möchte, würde ich folgendes tun / nicht tun“, ob sie die Aussagen bejahen oder verneinen würden und ordnen die Plättchen der Kategorie zu.

Recyclingpapier

Als Alternative zu Frischfaserpapier werden den Besuchern verschiedene Arten von Recyclingpapier präsentiert. Mit einem Tintenroller können sie drei Sorten Recyclingpapier und eine Sorte Frischfaserpapier zum Vergleich hinsichtlich ihrer Unterschiede in der Farbe, der Papierbeschaffenheit und die Qualität beim Schreiben testen.

#### **3.1.4.6 Kaffee**

An dieser Station wird Kaffee als „Wohlfühlprodukt“ präsentiert. Sie besteht aus den beiden Komponenten Informationstafel und Hörstation. Auf der Informationstafel wird erläutert, warum Kaffee hinsichtlich der Betrachtung des virtuellen Wassers kein problematisches Produkt ist. Dennoch benötigt Kaffee in der Herstellung etwa 18.900 Liter Wasser pro Kilogramm. In welchen Produktionsschritten wie viel Wasser benötigt wird, wird von einer Kaffeebohne an der Hörstation berichtet. Die Hörstation ist in einen Tisch eingebunden, an dem zwei gemütliche Hocker stehen, die den Besucher einladen, Platz zu nehmen. Auf dem Tisch befindet sich eine kleine Vitrine, in der rohe (grüne) und geröstete (braune) Kaffeebohnen zu sehen sind. Außerdem kleben auf dem Tisch vier Folien in Form von Kaffeebohnen, die auf insgesamt drei Aspekte eingehen, die neben dem virtuellen Wasser als Bewertungsinstanz für Produkte genannt werden können: Fairer Handel, Abfall und Umweltverschmutzung und die Abholzung des Regenwaldes.

#### **3.1.5. Querschnittsstationen**

Die Querschnittsstationen bilden einen Transfer von den in der Ausstellung dargebotenen Themen zum Alltagsleben der Besucher. Diese Verbindung wird anhand von zwei Themen, dem eigenen Frühstück und der Reflexion über den eigenen Wasserbedarf bzw. -gebrauch, hergestellt. Beide Stationen bestehen jeweils aus einer Informationstafel und einem zugehörigen Exponat.

##### **3.1.5.1 Mein Frühstück**

An diesem Computereponat können die Besucher aus verschiedenen Komponenten ihr Frühstück zusammenstellen. Auf dem Bildschirm werden 21 Produkte präsentiert, die der Besucher jeweils bis zu dreimal anklicken kann um die entsprechende Menge des Produktes zu wählen. Hat er alle Elemente seines Frühstücks gewählt, drückt er auf „Start“ und erhält eine Berechnung der Menge an Wasser, die für die Herstellung seines Frühstücks benötigt wurde. Auf Wunsch kann er ergänzende Informationen über die Verwendung im Herstellungsprozess einblenden. Zur Veranschaulichung befinden sich auf dem Tisch die auf dem Bildschirm abgebildeten Produkte aus Holz.

Neben dem Exponat werden auf der Informationstafel traditionelle Frühstücksmenüs aus der ganzen Welt mit ihrem Wassergebrauch dargestellt, z.B. aus Amerika, China, der Türkei, Frankreich, England und Bayern und zusätzlich ein typisches Trucker-Frühstück.

### **3.1.5.3 Individuelles Resümee: „Auch kleine Schritte zählen!“**

An dieser letzten Station werden die Ausstellungsthemen noch einmal aufgegriffen und kurz zusammengefasst. Außerdem werden hier Anregungen gegeben, wie jeder Einzelne virtuelles Wasser sparen kann. Jeder Besucher kann hier für sich selbst eine Botschaft mitnehmen. Mit Hilfe von „Treuekärtchen“, auf denen passend zu den Produktstationen sechs Möglichkeiten zum eigenen Wassersparen abgedruckt sind (6x Wassersparen im Alltag), können sich die Besucher im Alltag daran erinnern, dass hinter jedem Produkt ein Herstellungsprozess steht, der große Mengen an Wasser fordern kann.

## **3.2 Veröffentlichungen**

### Buchpublikation

Beutelspacher, A., Kahlen, C. Kremer, K., Sprenger S. (2018): Ich sehe Wasser, was du nicht siehst. Seelze. Friedrich Verlag.

### Artikel

Sprenger, S., Kremer, K., Kahlen, C. & Beutelspacher, A. (2016). Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen. Nachhaltigkeit vermitteln im Mitmach-Museum. MNU Journal, 4 (2016), 257-262.

Kremer, K., Sprenger, S., Kahlen, C. & Beutelspacher, A. (2016). Wie weit muss eine Rose reisen? Globale Herausforderungen nachhaltiger Entwicklung im fächerverbindenden Unterricht. Praxis der Naturwissenschaften – Biologie in der Schule, 65, 6, 36-42.

Kremer, K. (2016). Bildung für nachhaltige Entwicklung – Multiplikatoren entwickeln Kompetenzen für die Gestaltung effektiver Lernprozesse. IPN Blätter, 4 / 2016, 33, 4.

## **3.3 Evaluationsergebnisse**

Insgesamt wurden an drei Ausstellungsorten Erhebungen durchgeführt, im Mathematikum Gießen, in der Phänomenta Flensburg und im Internationalen Maritimen Museum in Hamburg. Diese werden im Folgenden erläutert. Da der Umfang der einzelnen Erhebungen sehr unterschiedlich ist, wird an dieser Stelle nur auf die wichtigsten Ergebnisse eingegangen. Weitere Ergebnisse können bei Frau Prof. Kerstin Kremer (IPN Kiel) und bei Frau Prof. Sandra Sprenger (Universität Hamburg) erfragt werden.

### **3.3.1 Erhebung im Mathematikum Gießen (12. September bis 15. November 2015)**

Die Erhebung im Mathematikum Gießen wurde von der Arbeitsgruppe um Prof. Sandra Sprenger an der Universität Hamburg durchgeführt. Insgesamt haben 34 Personen im Alter von 8 – 79 Jahren daran teilgenommen (44,1% männlich, 55,9% weiblich). Insgesamt wurden 5 Fragen erhoben.

#### **Frage 1: Was hat dir in der Ausstellung am besten gefallen?**

Die Antworten auf diese Frage zeigen, dass „Erpumpe dir deine Tomate“ das mit Abstand beliebteste Exponat ist (16 Nennungen). Weiterhin wurde die Interaktivität der Exponate sehr geschätzt (7 Nennungen). Die Exponate „Würfel“, „Mein Frühstück“ und „Tropf, tropf, tropf...“ sowie das Thema der Ausstellung wurden jeweils viermal genannt. Weniger Nennungen bekamen das Hörspiel zur Kaffeebohne, das Einführungsvideo, die Station zum Thema Fleisch, die Kärtchen zum Mitnehmen (6x Wassersparen im Alltag), die Litfaßsäule, das Partnerspiel zur Rose, das Exponat zur

Wasserverdünnung, der Flaschengarten, die Station zum Thema Papier, die einfachen und verständlichen Erklärungen und das Design der Ausstellung.

**Frage 2: Kannst du einen Zusammenhang herstellen zwischen deinen Einkäufen und daraus resultierenden Auswirkungen?**

Acht der befragten Personen geben auf diese Frage die Antwort, dass der allgemeine Zusammenhang deutlich geworden ist. Ebenso ist vielen Befragten deutlich geworden, dass bestimmte Produkte eine enorme Wassermenge verbrauchen und dass dieses Wissen Auswirkungen auf das persönliche Konsumverhalten hat (jeweils 7 Nennungen). Sechs Personen sahen einen Zusammenhang zwischen ihren Einkäufen und der Beeinträchtigung der Herstellungsländer und fünf Personen erkannten Auswirkungen auf Lebensbedingungen von Menschen, z.B. soziale Ungleichheit. Weiter wurden ökologische Auswirkungen (z.B. Wassermangel, Degradation von Umwelt; 5 Nennungen) und ökonomische Aspekte (z.B. Importkosten; 4 Nennungen) genannt. Die Berücksichtigung von Saisonalität und/oder Regionalität wurde zweimal angegeben.

**Frage 3: Wie wichtig findest du es, bei deinen Einkäufen auf Umwelt, Menschen und wirtschaftliche Aspekte zu achten?**

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass den Befragten die drei Aspekte allgemein wichtig sind (15 Nennungen), gefolgt von der Bedeutung der Umwelt (8 Nennungen), der Finanzierbarkeit, der Gerechtigkeit (z.B. durch Fair Trade Produkte) und allgemeinen sozialen Aspekten (jeweils 4 Nennungen). Jeweils dreimal genannt wurden die Reduzierung von Verpackungen und Plastik und der Einkauf von regionalen und/oder saisonalen Produkten. Die Relevanz einer bewussten Konsumentenscheidung und die Berücksichtigung des Herkunftsorts von Produkten wurden jeweils zweimal genannt und die Berücksichtigung von Langlebigkeit/Wiederverwendbarkeit, die eigene Gesundheit und das Verhältnis von Preis und Qualität bekamen jeweils eine Nennung.

**Frage 4a: Bei welchen der gezeigten Produkte wirst du deine Auswahl überdenken oder verändern?**

Die häufigsten Antworten auf diese Frage betrafen Fleisch und Tomaten (jeweils 6 Nennungen). Kleidung wurde viermal genannt und Rosen dreimal. Ebenso häufig wurde eine allgemeine Änderungsabsicht bei Lebensmitteln genannt. Lediglich zweimal wurde Kaffee angegeben und einmal Obst und Gemüse. Bezeichnend ist, dass sechsmal keine Änderungsabsicht angegeben wurde.

**Frage 4b: Ich möchte mein Konsumverhalten verändern durch...**

Hier wurden insgesamt fünfmal der Einbezug des Herkunftslandes und viermal die Berücksichtigung von Regionalität angegeben. Die Vermeidung von Produkten, die Beachtung der enormen Größe des Wasserfußabdrucks und das Hinterfragen und Reduzieren des eigenen Konsums wurden jeweils dreimal genannt. Weniger häufig genannt wurden die Berücksichtigung von Saisonalität (zweimal), das Beachten von Siegeln, die Bedeutung des Geschmacks und die Reduzierung von Verpackungen (jeweils einmal).

**Frage 5: Feedback und Verbesserungsvorschläge**

Dieser letzte Punkt ermöglichte den Besuchern eine positive oder negative Rückmeldung zur Ausstellung. Als positives Feedback fallen der viermal genannte (sehr) positive Gesamteindruck und der Mehrwert für einen bewussten Umgang mit der Ressource Wasser (2 Nennungen). Verbesserungsvorschläge wurden im Hinblick auf die Struktur der Ausstellung, die Reduktion der Komplexität und bezüglich des Nennens von alternativen Produkten genannt (jeweils 3 Nennungen).

Darüber hinaus wurde angemerkt, dass die Zielgruppe erweitert werden sollte und der Zusammenhang der Themen unklar war (jeweils 1 Nennung).

### **Fazit zur Erhebung im Mathematikum**

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Befragung zur Ausstellung in Gießen zeigt, dass die Befragten durch die Ausstellung zum Nachdenken und zur Reflexion angeregt wurden. Bei den Antworten der Fragen 1 und 4 (a und b) werden die Themen der Ausstellung direkt angesprochen, was bedeutet, dass von einem Einfluss der Ausstellung auf die Befragten ausgegangen werden kann. Die Antworten zu den Fragen 2 und 3 weisen neben Ausstellungsthemen weitere Aspekte auf. Hier muss davon ausgegangen werden, dass sich die Antworten nicht nur auf den Ausstellungskontext beziehen. Da es sich bei der Erhebung nicht um eine Evaluationsstudie mit zwei Messzeitpunkten handelt (vor und nach dem Besuch der Ausstellung), kann der Einfluss der Ausstellung an dieser Stelle nicht genau bestimmt werden.

Darüber hinaus sollte beachtet werden, dass es sich um eine relativ kleine Stichprobe ( $n=34$ ) handelt und die Deutlichkeit und Übertragbarkeit der Ergebnisse bei höherer Stichprobenzahl verstärkt würde.

### **3.3.2 Erhebung in der Phänomenta Flensburg (28. Mai bis 23. Juli 2016)**

#### **Forschungsfragen und -design**

Die Erhebung in der Phänomenta Flensburg wurde im Rahmen einer Masterarbeit (Gude 2017) unter Betreuung von Prof. Kerstin Kremer am IPN in Kiel durchgeführt. Insgesamt wurden 124 Personen befragt, davon 77 Schülerinnen und Schüler und 47 erwachsene Personen. 71 Befragte waren weiblich 53 männlich.

In der Erhebung wurde folgenden Forschungsfragen nachgegangen

1. Welche Einstellungen und welches selbstberichtete Umweltwissen zeigen Schüler und Erwachsene nach dem Ausstellungsbesuch?
2. Wie unterscheiden sich die Einstellungen und das selbstberichtete Umweltwissen von Schülern und Erwachsenen?
3. Auf Grundlage welcher Motive begründen Schüler und erwachsene Besucher der Ausstellung ihre Einstellungen und ihr selbstberichtetes Umweltwissen im Kontext des virtuellen Wassers?

Dabei wurde als Erhebungsinstrument ein Fragebogen mit 12 Items eingesetzt. Die Befragten sollten auf einer fünf-stufigen Likert-Skala ihre Zustimmung bzw. ihre Ablehnung der Aussagen ankreuzen (trifft zu, trifft eher zu, teils-teils, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu). Zusätzlich bot der Fragebogen die Möglichkeit, die Antworten frei zu begründen. Mit den Items wurden Einstellungen und Umweltwissen abgefragt. Folgende 12 Aussagen sollten bewertet werden:

#### **Einstellungen**

1. Ich hätte nicht gedacht, dass durch meinen Konsum so viel Wasserverbraucht wird.
2. Mein Handeln hat einen Einfluss auf die Wasserknappheit in der Welt.
3. Wasserknappheit betrifft auch mich.
4. Wasserknappheit in der Welt finde ich schlimm.
5. Ich traue mir zu, dass ich Wasser sparen kann, wenn ich es will.
6. Im Alltag Wasser zu sparen ist mir wichtig.

8. Die Wasserknappheit in der Welt zu reduzieren ist mir wichtig.
12. Ich möchte künftig meinen Wasserverbrauch reduzieren.

#### Umweltwissen

7. Wenn ich meinen Wasserkonsum reduziere, dann hat das einen Einfluss auf die Wasserknappheit in der Welt.
9. Ich weiß, wie mein Konsum und die Wasserknappheit in der Welt zusammenhängen.
10. Ich weiß, wie ich Wasser sparen kann.
11. Ich weiß, wie mein Wassersparen dazu beitragen kann, die Wasserknappheit in der Welt zu reduzieren.

Die Auswertung des Fragebogens erfolgte auf zwei Stufen. Die Auswertungen für die Forschungsfragen 1 und 2 erfolgten quantitativ und die Auswertung der Frage 3 qualitativ.

### **Ergebnisse**

#### Ergebnisse der quantitativen Erhebung

An dieser Stelle wird nur auf die wichtigsten der durch die Evaluation erhaltenen Ergebnisse eingegangen.

Die Ergebnisse der quantitativen Evaluation zeigen, dass ca. die Hälfte der erwachsenen Teilnehmer der Erhebung sowie ein Großteil der Schülerinnen und Schüler vor dem Besuch der Ausstellung wenn überhaupt nur ungefähre Vorstellungen von dem Zusammenhang zwischen dem eigenen Ge- und Verbrauch von Lebensmitteln und Konsumgütern und dem virtuellen Wasser hatten. Der Begriff und die Thematik rund um das virtuelle Wasser scheinen daher noch recht unbekannt. Laut den Ergebnissen waren die Einstellungen der Befragten zum Thema überwiegend positiv, was sich an den Angaben zur emotionalen Betroffenheit über die Wasserknappheit in der Welt und dem Willen zur Eingrenzung der Wasserknappheit in anderen Ländern und dem eigenen Wasserkonsum zeigt.

Des Weiteren weisen die Ergebnisse darauf hin, dass eine Diskrepanz zwischen der eigenen Haltung und dem Handeln besteht. So findet die Mehrheit der Befragten, dass die Wasserknappheit auf der Erde schlimm ist, jedoch ist die Anzahl der Personen, die ihren eigenen Wasserverbrauch reduzieren möchte deutlich geringer. Der kausale Zusammenhang zwischen Wasserknappheit auf der Welt und dem eigenen Handeln scheint nicht oft gegeben zu sein.

Die Untersuchung der unterschiedlichen Altersgruppen, Schülerinnen und Schüler und Erwachsene, ergab nur geringe Unterschiede in den Einstellungen und im Umweltwissen. Daraus wird geschlossen, dass die Ausstellung nicht nur für die Zielgruppe der Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I, sondern auch für Erwachsene neue Informationen und Reflexionsanregungen bietet.

Da die Beantwortungsrate der Fragebogen-Items sehr hoch war, wurden die Ergebnisse als repräsentativ für die Einstellungen und das Umweltwissen der Ausstellungsbesucher eingestuft.

#### Ergebnisse der qualitativen Erhebung

Für die Beantwortung der dritten Forschungsfrage wurden die freien Begründungen der gegebenen Antworten qualitativ untersucht. Dabei ging es darum, die Gründe für und gegen wassersparendes Handeln herauszufiltern, die für die Ausstellungsbesucher von Bedeutung sind.

Die Anzahl an abgegebenen Begründungen war im Vergleich zu den quantitativen Daten gering, weshalb die Begründungen nicht als repräsentativ angesehen werden. An dieser Stelle wird ein



Überblick der Ergebnisse zusammengefasst, da sie auch ohne gegebene Repräsentativität als Anreize für zukünftige Forschungsvorhaben dienen.

Die fehlenden Vorstellungen vom Thema wurden mit zu wenig Vorwissen zur Thematik begründet. Nur wenige Schüler gaben an, bereits von virtuellem Wasser gehört zu haben und begründeten dies mit eigenem Umweltwissen oder Informationen aus der Schule oder den Medien. Bei Erwachsenen wurden berufliche Gründe und privates Interesse an der Thematik als Grund für Vorwissen angegeben. Unter ihnen war vergleichsweise viel Vorwissen vorhanden.

Die hohe emotionale Betroffenheit, die hohe Bedeutung bei den Befragten, die Wasserknappheit in der Welt reduzieren zu wollen und die Zuversicht, den eigenen Konsum einschränken zu können, wird von den Schülern, weniger von den Erwachsenen, mit altruistischen oder egoistischen Motiven begründet. Zudem wird für die Begründung bei beiden untersuchten Gruppen Systemwissen hinzugezogen, z.B. die Begründung, das Wasser für alle Menschen da ist, und auch der Gerechtigkeitsaspekt wird angesprochen.

Als Begründung für den Einfluss des eigenen Handelns auf die Wasserknappheit in anderen Ländern werden nachhaltigkeitsbezogene Motive genannt (z.B. Zusammenhang zwischen eigenem Konsum und der Wasserknappheit). Außerdem spielen für einige Erwachsene der Aspekt der Verschwendung sowie die Verantwortung für die Umwelt eine Rolle.

Zusammenfassend kann über die Motive zu den Einstellungen der Ausstellungsbesucher gesagt werden, dass die genannten Handlungsoptionen u.a. einen direkten Bezug zur Ausstellung aufweisen. Dies äußert sich beispielsweise darin, dass Produkte, die in der Ausstellung vorgestellt werden (wie Kaffee, Kleidung oder Fleisch) weniger konsumiert werden können. Darüber hinaus werden die eigene Verantwortung für die Folge des intensiven Wasserverbrauchs und die Bedeutung von sauberem Trinkwasser erkannt und der nachhaltige Umgang mit Wasser als Beitrag für den Umweltschutz betrachtet. Aus den Ergebnissen lässt sich schließen, dass soziale und umweltschützende Motive für einen Großteil der Erwachsenen als Grundlage für ihre Einstellungen dienen.

Darüber hinaus wurden auch andere Faktoren erhoben, die das Umwelthandeln beeinflussen und den persönlichen Nutzen der Befragten in den Mittelpunkt stellen. Hierzu gehören die Abwägung finanzieller Kosten, die Verfügbarkeit saisonaler Produkte, der zu betreibende Aufwand und die Selbstdisziplin.

Aus den Ergebnissen zu der Betroffenheit an Wasserknappheit geht hervor, dass sich die Mehrheit der Schüler und die Hälfte der Erwachsenen nicht davon betroffen fühlen. Diejenigen Erwachsenen, die sich betroffen fühlen, geben an, dass die Wasserknappheit in Deutschland durch steigende Kosten oder die sinkende Verfügbarkeit von Produkten bemerkbar sein können. Das Problem wird als globales Problem angesehen, das alle Menschen betrifft und es wird auf politische Entscheidungen und deren Auswirkungen auf die Wasserproblematik in anderen Ländern hingewiesen. Die Schüler und Erwachsenen, die sich von der Knappheit des Wassers auf der Erde nicht betroffen fühlen nennen egoistische Motive (Deutschland hat ausreichend Wasser, deshalb leidet hier niemand unter Wassermangel). Zudem will man nicht auf den eigenen Lebensstandard verzichten. Weiter wird angegeben, Wasser aus Kostengründen zu sparen oder erst mit dem Sparen anfangen zu wollen, wenn man selbst von der Wasserknappheit betroffen ist. Eine weitere Begründung zeigt sich in Machtlosigkeit, dem Gefühl als Einzelner keinen Einfluss auf die globale Problematik zu haben.

Wie bereits oben erwähnt sind die Begründungen zu Einstellungen und Umweltwissen als nicht repräsentativ einzustufen. Sie bieten jedoch eine Grundlage für mögliche zukünftige Forschungsvorhaben.

### **3.3.3 Erhebung im Internationalen Maritimen Museum Hamburg (18. November 2016 – 15. Februar 2017)**

#### **Forschungsfragen und -design**

Im Internationalen Maritimen Museum in Hamburg wurde von der Arbeitsgruppe um Prof. Sandra Sprenger eine Erhebung im Mixed-Methods-Design durchgeführt. Dabei wurden sowohl qualitative wie auch quantitative Daten erhoben. Insgesamt nahmen 110 Personen an der Befragung teil. Das Durchschnittsalter lag bei 33 Jahren. Die überwiegende Personenanzahl besuchte die Ausstellung im Rahmen eines Seminars der Universität Hamburg. Außerdem wurde die Ausstellung mit der Familie oder im Rahmen eines Schulbesuches angeschaut. Die durchschnittliche Besuchsdauer der Ausstellung betrug eine Stunde.

Der eingesetzte Fragebogen ist identisch mit dem Erhebungsinstrument der Untersuchung in der Phänomena Flensburg. Es wurden dieselben 12 Items und Begründungen für die Antworten erhoben. Zusätzlich wurden folgende Informationen abgefragt, die frei beantwortet werden sollten:

- Hier ist mein Wasserfußabdruck besonders hoch
- So möchte ich künftig meinen Wasserverbrauch reduzieren
- Das hat mir an der Ausstellung besonders gut gefallen
- Das hat mir an der Ausstellung weniger gefallen
- Das möchte ich außerdem noch sagen

Die Ergebnisse der quantitativen Befragung wurden statistisch und die Ergebnisse der qualitativen Befragung über die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring ausgewertet.

#### **Ergebnisse**

##### **Ergebnisse der quantitativen Erhebung**

Für die Ergebnisinterpretation wurden die Mittelwerte der Antworten (in Klammern) auf der fünf-stufigen Likert-Skala ermittelt (5= trifft zu, 4= trifft eher zu, 3= teils-teils, 2= trifft eher nicht zu, 1= trifft nicht zu).

- Ich hätte nicht gedacht, dass durch meinen Konsum so viel Wasser verbraucht wird. (3,39)
- Mein Handeln hat einen Einfluss auf die Wasserknappheit in der Welt. (4,28)
- Wasserknappheit betrifft auch mich. (3,65)
- Wasserknappheit in der Welt finde ich schlimm. (4,88)
- Ich traue mir zu, dass ich Wasser sparen kann, wenn ich es will. (4,55)
- Im Alltag Wasser zu sparen ist mir wichtig. (4,07)
- Wenn ich meinen Wasserkonsum reduziere, dann hat das einen Einfluss auf die Wasserknappheit in der Welt. (3,78)
- Die Wasserknappheit in der Welt zu reduzieren ist mir wichtig. (4,33)
- Ich weiß, wie mein Konsum und die Wasserknappheit in der Welt zusammenhängen. (4,11)
- Ich weiß, wie ich Wasser sparen kann. (4,47)
- Ich weiß, wie mein Wassersparen dazu beitragen kann, die Wasserknappheit in der Welt zu reduzieren. (3,99)

- Ich möchte künftig meinen Wasserverbrauch reduzieren. (4,23)

Den Ergebnissen zufolge finden die Teilnehmer der Befragung die Wasserknappheit auf der Erde schlimm und auch die Aussage, dass Wassersparen möglich ist, wenn man es möchte, wird als zutreffend angesehen (beide Ergebnisse >4,5). Eher zutreffende Aussagen beziehen sich auf das eigene Wassersparen (Wissen wie und die Absicht Wasser zu sparen) und die Wasserknappheit auf der Welt. Die Befragten können den Zusammenhang zwischen dem eigenen Handeln und der Wasserknappheit herstellen und es ist ihnen wichtig, sie zu reduzieren (Ergebnisse 4,5>x>4). Teils zutreffende Aussagen beziehen sich auf die Betroffenheit der Befragten. Dazu gehört das Wissen über den eigenen Einfluss zur Verringerung der Wasserknappheit in der Welt und das Bewusstsein darüber, dass der eigene Konsum viel Wasser benötigt (Ergebnisse <4).

### Ergebnisse der qualitativen Erhebung

Bei der qualitativen Auswertung der Erhebung wurden die Begründungen der Antworten auf der Saka nicht berücksichtigt. Untersucht wurden an dieser Stelle die Antworten zu folgenden vier Aufforderungen zur Stellungnahme, von denen zwei die Ausstellung allgemein betrafen und zwei weitere die Reflexion bei den Befragten anregen sollten.

1. Das hat mir an der Ausstellung besonders gut gefallen (86 Nennungen, Mehrfachnennungen möglich)

Sehr häufig wurde an dieser Stelle genannt, dass die Ausstellung abwechslungsreiche Interaktionsmöglichkeiten und vielfältige Exponate bietet und damit alle Sinne aktiviert und verschiedene Lerntypen angesprochen werden. An zweiter Stelle wurde die gute Anschaulichkeit genannt, gefolgt von der positiven Bewertung, dass die Ausstellung zum „Anfassen“ ist und spielerisch gelernt werden kann. Auch wurden das Design der Ausstellung, ein hoher Informationsgehalt und eine gute Zugänglichkeit zum Thema genannt. Besonders beliebte Exponate waren die Berechnung des eigenen Frühstücks, die Waage zum Thema Fleisch und das Exponat, an dem man den Wassergehalt einer Tomate in verschiedenen Ländern ermpumpen kann.

2. Das hat mir an der Ausstellung weniger gefallen (insgesamt 20 Nennungen, Mehrfachnennungen möglich)

Am häufigsten wurde an dieser Stelle kritisiert, dass die Exponate für jüngere Schülerinnen und Schüler zu textlastig waren. Außerdem war das Spiel „Weltweiter Handel“ schwer verständlich. Darüber hinaus wurde angemerkt, dass die Beispiele der Frühstücke aus aller Welt sehr stereotyp waren, dass Handlungsalternativen zur Nutzung von Baumwolle fehlten und der moralische Anspruch der Exponate teilweise zu hoch gewesen sei.

3. Reflexion: Hier ist mein Wasserfußabdruck besonders hoch (71 Nennungen, Mehrfachnennungen möglich)

Hier stuften die Teilnehmenden ihren Wasserfußabdruck bei dem Konsum von Kleidung, insbesondere Baumwolle, als am höchsten ein. In absteigender Reihenfolge folgten darauf der Konsum von Fleisch, Lebensmitteln allgemein, Kaffee, der Wasserverbrauch im Haushalt, der Konsum von Schnittblumen (Rosen), Obst und Gemüse, das eigene Frühstück, Papier, Schokolade und Tee.

4. Reflexion: So möchte ich künftig meinen Wasserverbrauch verringern (76 Nennungen, Mehrfachnennungen möglich)

Die meisten Teilnehmenden der Befragung gaben an, ihren Wasserverbrauch künftig durch den Konsum regionaler und/oder saisonaler Produkte verringern zu wollen. Darauf folgten die Reduzierung des Fleischkonsums (vor allem Rindfleisch) und die Reduzierung durch das Überdenken des Kleidungskonsums und des generellen Konsums. Wenige Nennungen bekamen die Punkte Konsum von FairTrade-Produkten, Vegetarische Lebensweise, Bewusster Obst- und Gemüsekonsum, Beachtung des Herkunftslandes, Beachtung des Papierverbrauchs, Reduzierung des Kaffeekonsums, Einsparung von Wasser im Haushalt und Alternativen zu Rosen.

### **3.3.4 Fazit: Evaluation der Ausstellung**

Die drei Erhebungen im Mathematikum Gießen, in der Phänomenta Flensburg und im Internationalen Maritimen Museum in Hamburg zeigen, dass das Thema „Virtuelles Wasser“ sowohl für Schülerinnen und Schüler als auch für Erwachsene häufig unbekannt ist, gleichzeitig aber ein großes Interesse besteht, sich über die Thematik und die globalen Zusammenhänge zu informieren. Weiter zeigen die Erhebungen, dass die Ausstellung zum Nachdenken und Reflektieren einlädt und durch einfache Sprache und interaktive Exponate bei den Besucherinnen und Besuchern Gefallen findet.

Bei den Erhebungen im Mathematikum Gießen und im Internationalen Maritimen Museum wurde neben Einstellungen und Wissen auch eine Rückmeldung zur Ausstellung selbst erfragt. Dabei wurde zurückgemeldet, dass insbesondere die Exponate „Erpumpe dir deine Tomate“ und „Mein Frühstück“ die Highlights der Ausstellung waren. Außerdem wurden die Interaktivität und die Vielseitigkeit der Exponate geschätzt. Die gute Zugänglichkeit zur Thematik, der Informationsgehalt und das Design sorgten für einen insgesamt positiven Gesamteindruck der Ausstellung.

Als Verbesserungsvorschläge wurde zurückgemeldet, dass die Ausstellung für jüngere Schülerinnen und Schüler zu komplex ist und zu viel Text beinhaltet. Außerdem sind Thematik und Exponate teilweise nicht leicht zu verstehen und es wurde angemerkt, dass der moralische Anspruch der Exponate teilweise zu hoch ist. Darüber hinaus wurde das Nennen von weiteren alternativen Produkten und Handlungsmöglichkeiten gewünscht.

Bei den Ergebnissen muss jedoch berücksichtigt werden, dass in beiden Erhebungen, erheblich mehr positive Rückmeldungen als Verbesserungsvorschläge gegeben wurden. Die Ergebnisse sind daher nur teilweise repräsentativ.

Besonders erfreulich ist das Ergebnis der Erhebung in der Phänomenta, das zeigt, dass die Ausstellung sowohl für die geplante Zielgruppe der Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I wie auch für Erwachsene geeignet ist und für beide Besuchergruppen neue Informationen und Reflexionsanregungen bietet.

## 4. Diskussion

### 4.1 Inwieweit wurden die verfolgten Ziele erreicht?

Das Hauptziel des Projektes, der Bau einer Wanderausstellung zum Thema virtuelles Wasser, wurde erreicht. Der Zeitplan des Projektes sah vor, eineinhalb Jahre nach Beginn des Projektes die Ausstellung zu eröffnen und sie nach der Ersteröffnung im Mathematikum in Gießen an vier weiteren Orten zu zeigen. Dieser zeitliche Rahmen wurde wie geplant realisiert. Auch konnten Wanderausstellungen an den zu Beginn geplanten Orten Aachen, Mülheim, Flensburg und Hamburg realisiert werden. Darüber hinaus konnte die Ausstellung sogar an weitere Institutionen in Würzburg und Freiburg verliehen werden.

Die einzelnen Stationen der Ausstellung greifen neben **wissenschaftlich fundiertem Datenmaterial** gleichzeitig den **Lebensweltbezug** der Zielgruppe auf, stellen **globale und regionale Dimensionen** der Thematik dar (Beispiel Tomate) und bieten durch Handlungsvorschläge Möglichkeiten zur **Reflexion des eigenen Konsumverhaltens**. Die Wahl der Produkte stellt eine Schnittmenge aus alltäglichen Produkten und vorhandenen Daten dar, da sich beide Bereiche gegenseitig beeinflussen. Exponate konnten nur für die Produkte entwickelt werden, für die eine entsprechende Datengrundlage geboten war. Ideen für Produkte, zu denen kein gutes Datenmaterial vorlag, mussten verworfen werden (z.B. IT-Chip). Aufgrund dieser Passung veränderten sich die Ideen für Exponate während der Entwicklungszeit mehrfach, worauf an dieser Stelle jedoch nicht im Einzelnen eingegangen wird.

Hinsichtlich der **Vermittlung und Präsentationsformen** wurde in der Ausstellung bei der Texterstellung darauf geachtet, kurze und prägnante, aber gleichzeitig einfache Texte zu entwickeln, die den Kern der Thematik gut **verständlich** darstellen. Diese Aufgabe war besonders schwierig, da die geplante Zielgruppe und die reale Besucherschaft nicht in allen Fällen identisch waren. Unter diesem Aspekt sind auch Rückmeldungen zur Ausstellung zu betrachten, die die Texte hinsichtlich ihrer Länge und Ausführlichkeit kritisieren. In Verbindung mit den interaktiven Experimenten und den Objekten bieten die einzelnen Stationen eine gute Mischung aus Text und **Medien**, die sich gegenseitig ergänzen und so durch verschiedene Kanäle (durch Ausprobieren, lesen, sehen und hören) das Verständnis ermöglichen.

Ebenso wie auf die Verständlichkeit der Texte, wurde auch auf die **Anschaulichkeit** der Exponate großen Wert gelegt. Die Ausstellung arbeitet auf verschiedene Art und Weise mit der Visualisierung von Wassermengen, um das Verstehen bei den Besuchern zu erleichtern. Besonders gut zeigen dies die Exponate 1-Kubikmeter-Würfel, Wasserverdünnung, der Einführungsfilm und die Tomatenpumpstation.

Die Ausstellung wurde absichtlich so konzipiert, dass es keine feste Reihenfolge der Stationen gibt, sodass sich die Besucher frei und **eigenständig** in der Ausstellung bewegen können. Aufgrund der Thematik bietet es sich jedoch an, Stationen zu grundlegenden Informationen, z.B. zum Wasserfußabdruck und zum Wasserkreislauf, zu betrachten, bevor man sich den einzelnen Produkten widmet. So beinhaltet die erste Station beispielsweise einen einführenden Erklärfilm, der das Phänomen „Virtuelles Wasser“ erläutert und die Wissensgrundlage für die weiteren, vertiefenden Stationen gibt. Die Stationen zum Frühstück und zur eigenen Reflexion bieten sich zum Schluss der Ausstellungsbesichtigung an. Die Betrachtung der Stationen in dieser Reihenfolge leitet gut durch die Ausstellung, in dem sie ein gutes Verstehen des Themas ermöglicht. Diese leichte Form der Besucherführung wurde an den verschiedenen Ausstellungsorten durch das gezielte Platzieren der Exponate umgesetzt.

Das Konzept der Ausstellung wurde nach der Science Center Methode „Hands-on, Minds-on, Hearts-on“ erstellt. Die Ergebnisse der Erhebungen und weitere Rückmeldungen zur Ausstellung haben gezeigt, dass die Interaktivität von den Besuchern als äußerst positiv bewertet wurde. Diese Rückmeldung zeigt, dass auch das Ziel der **Interaktivität** erreicht wurde.

Alle Ausstellungsorte konnten neben dem einfachen eigenständigen Ausstellungsbesuch ein begleitendes pädagogisches Programm für die Zielgruppe und andere Besucher ermöglichen. Darunter zählen Führungen, Vorträge, Workshops und andere Veranstaltungen (siehe 5.1).

Ein großer Faktor für den Charme der Ausstellung liegt in dem **Design** der Exponate und der Informationstafeln. Um die Thematik nicht nur in Texten und Exponaten zu verankern, wurde sie auch in Gestaltung und Design der Ausstellungstische mitbedacht. Für die in der Ausstellung verwendeten Tische wurde ein Unterbau entwickelt, der aus Wasserrohren und kleinen Gimmicks wie Wasserhähnen und Stellschrauben besteht. Diese Wasserrohroptik durch Kupferrohre wurde in der Ausstellung vielfach gelobt. Nachteil hierbei ist jedoch, dass die Tischbeine nicht abmontiert werden können und auch kein Gelenk zum Einknicken der Beine vorhanden ist. Dies wurde bei der Konzeption zwar bedacht, konnte aber nicht umgesetzt werden. Daraus folgt, dass der Transport der Tische sperrig ist und viel Platz erfordert, was für eine Wanderausstellung weniger praktikabel ist. Die Transportkosten für die Ausstellung sind in Folge höher als bei anderen Ausstellungen.

Die Themen der einzelnen Stationen werden schon beim Eintreten in den Ausstellungsraum durch die Informationstafeln der jeweiligen Stationen angezeigt. Die großen etwa 1,5 m<sup>2</sup> großen Tafeln zeigen durch ihre Form und Farbe an, worum es an der jeweiligen Station geht. Die Tafel zum Thema Fleisch hat beispielsweise die Form eines Burgers und die zum Thema Obst und Gemüse die einer großen Tomate. Durch die comicartig gezeichneten Tafeln und weitere im gleichen Stil gezeichneten Elemente, empfängt die Ausstellung die Besucher auf eine leichte und freundliche Art und Weise und regt durch Interaktivität und Reflexionsfragen zum Nachdenken an. Dieser Ansatz vermeidet den moralischen Zeigefinger, den die Thematik und die großen Zahlen natürlicherweise mit sich bringen.

Neben der Einheitlichkeit in der Gestaltung der Ausstellung haben auch die Werbematerialien (Flyer, Poster, Einladung, Internetauftritt etc.) ein gemeinsames Design. Ebenso wie das Logo der Ausstellung dient auch die Farbgebung als verbindendes Element auf Werbematerialien, Labels und den Exponaten.

Die **Materialauswahl**, insbesondere die Auswahl des für die Ausstellung verwendeten Holzes, ist bewusst getroffen. Für die Gewährleistung robuster Exponate dienten Erfahrungen des Mathematikums mit Materialien als Grundlage. Das verwendete Holz ist durch das FSC-Siegel zertifiziert und stammt somit aus verantwortungsvoll bewirtschafteten Wäldern.

Bereits zu Beginn des Projektes wurde die **Projektdokumentation** in Form einer Publikation in einem Verlag angestrebt. Dieses Vorhaben wurde in Form einer Publikation für Lehrkräfte umgesetzt, die interdisziplinäre Unterrichtsvorschläge zu allen Themen der Ausstellungen rund um das virtuelle Wasser unterbreitet. Während der Umsetzungsphase dieses Vorhabens stellte sich heraus, dass mehr Zeit benötigt wurde, als dafür eingeplant war, weshalb das Projekt kostenneutral verlängert wurde. Die Publikation „Ich sehe Wasser, was du nicht siehst“ ist im Februar 2018 im Friedrich Verlag erschienen (ISBN: 978-3-7800-4857-8).

Die Ausstellung wurde durch verschiedene **Erhebungen** begleitet. Formales Lernen in Ausstellungen ist allgemein schwer zu erfassen, da der Rahmen weniger dieser Lernform entspricht. Dennoch wurde durch die Erhebungen versucht, Aussagen darüber zu machen, inwiefern die Ausstellung

Einstellungen, Interesse, Motivation und Handlungsbereitschaft beeinflusst. Am ersten Ausstellungsort, im Mathematikum in Gießen, wurde eine Vorabhebung mit einer kleinen Stichprobe durchgeführt. Dabei waren nicht Prototypen sondern die fertigen Ausstellungsexponate Gegenstand der Befragung. An den Standorten in Flensburg und Hamburg wurden Erhebungsbögen eingesetzt, die auf dem ersten Fragebogen aufbauen. Die Daten wurden im Rahmen von Abschlussarbeiten an der Universität Kiel und der Universität Hamburg ausgewertet, wobei themenabhängig nur bestimmte Daten aus der Erhebung genutzt wurden. Daher sind die Ergebnisse nicht einheitlich und lassen sich nur in bestimmten Fällen zusammenführen (Siehe 3.3). Bei den Erhebungen zur Ausstellung gab es nur eine, die einem Prä-Post-Design folgte, was bedeutet, dass es zwei Messzeitpunkte bei der Erhebung gab. Dies ist notwendig, um Veränderungen in den Einstellungen, der Motivation oder der Handlungsbereitschaft zu messen und diese auf den Besuch der Ausstellung zurückzuführen. Ein Follow-up-Test in einigem zeitlichen Abstand nach dem Ausstellungsbesuch war im Rahmen der Erhebungen mit den Befragten, insbesondere mit Schulklassen nicht möglich. Deshalb können keine Aussagen über die langfristige, nachhaltige Veränderung von Wissen, Einstellungen, Motivation und Handlungsbereitschaft getroffen werden.

Insgesamt waren die Rückmeldungen zu der Ausstellung sehr positiv. Dies zeigen u.a. die Einträge aus dem Gästebuch zur Ausstellung im Waldhaus Freiburg:

„Vielen Dank für so viel konkrete Anschauung! Ja, da kann ich noch sparen! – Auch wenn ich vegetarisch lebe! Werde die Ausstellung empfehlen!“ – Besucherin aus Freiburg

„Eine sehr interessante und didaktisch motivierend aufbereitete Ausstellung“ – Besucher vom WHRS-Lehrerseminar in Freiburg

„Die Ausstellung hat mir sehr gut gefallen. Danke Wasser“ – Schülerin aus Freiburg

„Dieses Wissen sollte in jeder Schule vermittelt werden. Die meisten Erwachsenen haben aber leider auch keine Ahnung.“

„Eine wunderschöne, liebevoll gestaltete Ausstellung für ‚Jung & Alt‘! Vielen Dank! P.S. So macht lernen Spaß!“ – Familie aus Freiburg

„Ich finde es gut, dass man sein Frühstück ausrechnen konnte“ – Schülerin aus Freiburg

„Diese Ausstellung ist sehr gut. Es hat uns sehr gefallen und wir haben viel Neues gelernt.“ – Besucher vom Montessori-Kindergarten

„Das ist wirklich eine aufschlussreiche Ausstellung, aus der man nachdenklich rausgeht! Auch für Kinder gut gemacht.“

„Danke für die schöne und interessante Ausstellung. War wunderschön ich habe auch sehr viel gelernt.“ – Schülerin aus Freiburg

„Wow, virtuelles Wasser, nie davon gehört und jetzt was gelernt! Danke!“

„Super interessante und sehr informative Ausstellung. Vielen Dank und weiter so! ‚Virtuelles Wasser‘ ein anschaulicher Beitrag zur Bewusstwerdung!!! – Besucher aus Freiburg

#### **4.2 Woraus ergeben sich die Abweichungen der erhaltenen Ergebnisse?**

Das Vorhaben wurde im Gesamten wie in der Planung beschrieben umgesetzt, das bedeutet, es gab wenn überhaupt nur kleine Abweichungen.

In der Exponatentwicklung haben sich aus unterschiedlichen Gründen mehrfach Veränderungen ergeben (z.B. aus Gründen des Materials, der Datenlage oder der Zusammenarbeit mit externen Exponatbauern). Die Umsetzung wurde in den entsprechenden Fällen so angepasst, dass Inhalt und Interaktivität so weit wie möglich erhalten bleiben.

Die Evaluation der Ausstellung war ursprünglich als Dissertationsprojekt angelegt, was einen langen Erhebungszeitraum ermöglicht hätte. In dieser Planung wäre eine Evaluationsstudie im Prä-/Posttest-Design mit Follow-up-Befragung möglich gewesen. Aus Personalgründen wurde das Dissertationsvorhaben nicht umgesetzt und die Auswertung der Erhebungen über Abschlussarbeiten abgedeckt. Die Fragestellungen waren hierbei unterschiedlich, weshalb das Gesamtergebnis sehr detailreich ist und weniger gut vereinheitlicht werden kann.

Für die Dokumentation des Projekts wurde von Beginn an das Vorhaben verfolgt, eine Buchpublikation zur Thematik des virtuellen Wassers und den einzelnen Themen der Ausstellung herauszubringen. Über die Projektlaufzeit hinweg hat sich dieses Vorhaben zeitlich verzögert, weshalb eine kostenneutrale Projektlaufzeitverlängerung mit der DBU vereinbart und das Projekt um elf Monate verlängert wurde.

#### **4.3 Wie gestaltete sich die Arbeit mit den unterschiedlichen Kooperationspartnern?**

Das Projekt zur Konzeption und Umsetzung einer Wanderausstellung zum Thema virtuelles Wasser war für das Mathematikum eine neue Erfahrung. Die Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlerinnen Frau Prof. Dr. Kerstin Kremer vom IPN Kiel und Frau Prof. Dr. Sandra Sprenger von der Universität Hamburg war äußerst fruchtbar und bereichernd. Der wissenschaftliche Austausch war für die inhaltliche Entwicklung der Ausstellung von großer Bedeutung und die Unterstützung bei der Ideenfindung, der Textgestaltung, der Suche nach neuen Ausstellungsorten und vielen weiteren großen und kleinen Aufgaben großartig.

Darüber hinaus sind wir vielen weiteren Personen, Einrichtungen und Institutionen dankbar für Ihre Unterstützung. Herrn Prof. Dr. Hans-Georg Frede (Justus-Liebig-Universität Gießen) danken wir für seine Unterstützung durch seine Expertise und die Entwicklung von Ausstellungstexten und Herr Prof. Dr. Ernst Giese (Justus-Liebig-Universität Gießen) hat uns sehr bei der Recherche zum Baumwollanbau in Usbekistan geholfen. Herrn Dr. Martin de Jong (Botanischer Garten/Justus-Liebig-Universität Gießen) danken wir für den Bau der Flaschengärten und Herrn Dr. Markus Pahlow (Universität Twente) für die Überprüfung der in der Ausstellung verwendeten wissenschaftlichen Daten. Bei Herrn Thomas Nimmerfroh bedanken wir uns für die Unterstützung bei der Entwicklung von Exponaten. Dem Institut für Geographie der Justus-Liebig-Universität Gießen und dem aid infodienst sind wir dankbar für die Bereitstellung und Nutzungsberechtigung der verwendeten Weltkarten und dem Saisonkalender.

Nicht zuletzt bedanken wir uns auch bei allen bisherigen Ausstellern, dem Aquarius Wassermuseum in Mülheim, der Phänomena Flensburg, dem M!ND-Center in Würzburg, dem Internationalen Maritimen Museum in Hamburg, den Organisatoren der MNU-Tagung sowie der Sparkasse in Aachen und dem Waldhaus Freiburg für die Ausleihen und damit die Unterstützung des Projektes. Wir freuen uns sehr, die Ausstellung bereits an so vielen großartigen Orten gezeigt haben zu können.



## 5. Öffentlichkeitsarbeit

### 5.1 Wie werden die Ergebnisse veröffentlicht?

Das Hauptergebnis des Projektes, die Ausstellung *Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen*, wird seit September 2015 fast durchgehend an verschiedenen Orten in Deutschland gezeigt. Die Erfahrungen der bisherigen Wanderausstellungen sprechen für ein großes Interesse an der Thematik und lassen auch auf zukünftige Begeisterung hoffen. Die Ausstellung geht nach Abschluss des Projektes in den Wanderausstellungsbestand des Mathematikums über und wird zur Ausleihe angeboten. Zu Projektabschluss bestehen bereits Ausleihanfragen für das nachfolgende Jahr.

Die Veröffentlichungen, die mit der Ausstellung in Verbindung stehen (siehe 3.2) werden über die Verlage direkt an die Abonnenten der Zeitschriften gegeben. Sie richten sich zum Großteil an Lehrkräfte und Schulen, da es sich dabei weitestgehend um Unterrichtsmaterialien handelt. Die Publikation zur Ausstellung wird darüber hinaus auch über den Shop und den Onlineshop des Mathematikums angeboten.

Neben der Verbreitung der Ergebnisse durch die Ausstellung wurden in der Vergangenheit verschiedene öffentlichkeitswirksame Maßnahmen ergriffen. Dazu zählen die Vergabe von Schirmherrschaften, Eröffnungsveranstaltungen, Vorträge, Präsentationen, Lehrerfortbildungen, Begleitprogramme, Presseartikel und die Bekanntmachungen zur Ausstellung über verschiedene Homepages und die sozialen Medien. Diese werden im Folgenden genannt:

#### Schirmherrschaften

- Mathematikum Gießen: Priska Hinz, Hessische Ministerin für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
- Phänomenta Flensburg: Dr. Robert Habeck, Minister für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
- M!ND-Center Würzburg: Mughtar Al Ghusain, Kultur-, Schul- und Sportreferent der Stadt Würzburg

#### Eröffnungen

- Mathematikum Gießen: 11. September 2015, 15 Uhr mit Begrüßung von Prof. Dr. Albrecht Beutelspacher (Leiter des Mathematikums) und Grußworten von Schirmherrin Priska Hinz (Hessische Ministerin für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz), Prof. Dr. Sandra Sprenger (Universität Hamburg) und Prof. Dr. Kerstin Kremer (Universität Kiel)
- Aquarius Wassermuseum Mülheim: 5. Dezember 2015, 15 Uhr mit Begrüßung von RWW-Geschäftsführer Dr. Franz-Josef Schulte und Grußworten von Prof. Dr. Albrecht Beutelspacher (Leiter des Mathematikums), Prof. Dr. Sandra Sprenger (Universität Hamburg) und Prof. Dr. Kerstin Kremer (Universität Kiel)
- Phänomenta Flensburg: 27. Mai 2016, 18:30 Uhr mit Begrüßung von Dr. Michael Kiupel, Vorstandsvorsitzender der Phänomenta und Grußworten von Prof. Dr. Albrecht Beutelspacher (Leiter des Mathematikums), Prof. Dr. Sandra Sprenger (Universität Hamburg) und Prof. Dr. Kerstin Kremer (Universität Kiel)

- M!ND-Center Würzburg: 15. September 2016, 17 Uhr mit Begrüßung von Prof. Dr. Thomas Trefzger, Sprecher des M!ND-Centers und Grußworten von Schirmherr Muchtar Al Ghusain (Kultur- Schul- und Sportreferent der Stadt Würzburg), Prof. Dr. Albrecht Beutelspacher (Leiter des Mathematikums), Prof. Dr. Sandra Sprenger (Universität Hamburg) und Prof. Dr. Kerstin Kremer (Universität Kiel)
- Internationales Maritimes Museum Hamburg: 17. November 2016, 17 Uhr mit Begrüßung durch das Internationale Maritime Museum und Grußworten von Prof. Dr. Albrecht Beutelspacher (Leiter des Mathematikums), Prof. Dr. Sandra Sprenger (Universität Hamburg) und Prof. Dr. Kerstin Kremer (Universität Kiel)
- MNU-Tagung, Ausstellung in der Sparkasse Aachen: 22. März 2017, 14 Uhr mit Begrüßung durch die Sparkasse Aachen und Grußworten von Prof. Dr. Johanna Heitzer (RWTH Aachen) und Prof. Dr. Kerstin Kremer (Universität Kiel)
- Waldhaus Freiburg: 26. April 2017, 15 Uhr mit Chorauftritt von AnChora, Begrüßung durch Markus Müller (Leiter des Waldhauses) und Grußworten von Gerda Stuchlik (Bürgermeisterin für Umwelt, Jugend, Schule und Bildung der Stadt Freiburg und Carola Kahlen (Mathematikum) mit Führung durch die Ausstellung
- Mathematikum Gießen: 06. Oktober 2017, 18 Uhr, Eröffnung der Ausstellung „Best of 15“ im Mathematikum, bei der die Ausstellung mit vier Exponaten vertreten ist.

### Vorträge

#### \*Eingeladene Vorträge

2016

- Kerstin Kremer & Sandra Sprenger (2016). Interdisziplinarität als Herausforderung bei der Vermittlung von Nachhaltigkeit – das Beispiel Wasser. MNU-Herbsttagung des Landesverbands Schleswig-Holstein, September 2016, Christian-Albrechts-Universität, Kiel.

2017

- Kremer, K. (2017). Interdisziplinarität als Herausforderung bei der Vermittlung von Nachhaltigkeit. 108. MNU-Bundeskongress, 08.04.17, RWTH Aachen, eingeladener Plenarvortrag Biologie.
- Kremer, K. (2017). Unsichtbares sichtbar machen – Film als Medium der Wissenschaftskommunikation. Bewegte Welt // Bewegte Bilder: Tagung am Kompetenzzentrum für Kunstpädagogik, Kunsthistorisches Institut der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 08.06.17, eingeladene Keynote.
- Kremer, K. (2017). Bildung für eine nachhaltige Entwicklung in den Naturwissenschaften und fächerübergreifend. 6. Tagung des Deutschsprachigen Netzwerks LehrerInnenbildung für eine nachhaltige Entwicklung (LeNa), 13.07.17, Leuphana Universität Lüneburg, eingeladener Impuls-Vortrag.
- J. Christian Benninghaus, Kerstin Kremer, Andreas Mühling & Sandra Sprenger (2017). Expertise-based Analysis of the Mystery-Method via Data Mining. Annual Meeting of the American Association of Geographers, Boston/USA.

- \*Kerstin Kremer & Sandra Sprenger (August 2017). Virtuelles Wasser: Lokaler Konsum – globale Wasserprobleme: Vortrag vor der Deutsch-Japanischen Jugendgesellschaft.
- Sandra Sprenger, J. Christian Benninghaus & Kerstin Kremer (2017). Assessing students' understanding and reasoning on the complexity of sustainability issues. ESERA, Dublin/Irland.
- J. Christian Benninghaus, Kerstin Kremer & Sandra Sprenger (September 2017). Bildung und Wasser – mit außerschulischem Lernen zu mehr Nachhaltigkeit. IALE-D Jahrestagung. Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- J. Christian Benninghaus, Kerstin Kremer, Andreas, Mühling, Sandra Sprenger (September 2017). Vernetztes Denken im SSI-Kontext diagnostizieren - Betrachtung der Mystery Methode durch Data Mining. Internationale Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie im VBio, Halle (Saale).
- J. Christian Benninghaus, Kerstin Kremer, Andreas, Mühling, Sandra Sprenger (September/Oktober 2017) Mystery Mining - Analyse der Mystery Methode mittels Data Mining. auf dem Deutschen Kongress der Geographie, Tübingen.

#### Posterpräsentationen

- Förderung nachhaltigen Denkens – Das Beispiel Wasser. J. Christian Benninghaus, Kerstin Kremer & Sandra Sprenger. Deutscher Kongress der Geographie, Oktober 2015, Berlin.
- Förderung nachhaltigen Denkens – Das Beispiel Wasser. J. Christian Benninghaus, Kerstin Kremer & Sandra Sprenger. Summer School der Fakultät Erziehungswissenschaft, 2015, Hamburg.
- Achieving global Perspectives – Schülervorstellungen zu nachhaltigem Wasserkonsum. J. Christian Benninghaus, Kerstin Kremer & Sandra Sprenger. Meeting des Kompetenzzentrums Nachhaltige Universität, 2016, Hamburg.

#### Lehrerfortbildungen

- 14.09.2015: Lehrerfortbildung zur Ausstellung im Mathematikum Gießen (Carola Kahlen)
- 09.05.2016: Lehrerfortbildung zur Ausstellung in der Phänomenta Flensburg; 25 Teilnehmerinnen und Teilnehmer (Kerstin Kremer)
- 20.09.2016: Workshop zum Thema „Interdisziplinarität als Herausforderung bei der Vermittlung von Nachhaltigkeit – Das Beispiel Wasser“ auf der Herbsttagung für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht; 20 Teilnehmerinnen und Teilnehmer (Kerstin Kremer, Sandra Sprenger, J. Christian Benninghaus)
- 21.09.2016: Lehrerfortbildung zur Ausstellung und zur Thematik des Virtuellen Wassers bei Transfer Wissenschaft Schule am Heisenberg-Gymnasium in Heide, 20 Teilnehmerinnen und Teilnehmer (Sandra Sprenger und Kerstin Kremer)
- 21.11.2016: Lehrerfortbildung zur Ausstellung im Internationalen Maritimen Museum in Hamburg, 20 Teilnehmerinnen und Teilnehmer (Kerstin Kremer & Sandra Sprenger)

#### Mitarberschulung

- 14.09.2015: Schulung für die Mitarbeiter des Mathematikums Gießen (Albrecht Beutelspacher und Carola Kahlen)

## Begleitprogramme

### Mathematikum Gießen

- Kindervorlesung zum Thema „Wasser und Mathematik“ Sa, 19.09.2015, 11 Uhr
- Der große Familientag So, 11.10.2015, 10-19 Uhr
- Lange Nacht der Wissenschaft Fr, 6.11.2015, ab 19 Uhr
- Führungen durch die Sonderausstellung Sa, 12.9., Sa, 26.9. um 15 Uhr, So, 18.10., So, 1.11., So, 15.11. um 11 Uhr

### Aquarius Wassermuseum Mülheim

- Führungen durch die Sonderausstellung 19.12.2015, 10.1., 31.1., 14.2.2016, jeweils um 11 Uhr
- Lehrerfortbildungen nach Terminabsprache
- Vom Virtuellen Wasser zum Wasserfußabdruck, Vortrag am 21.2.2016, 16 Uhr
- Geocache für Familien: Ich sehe Was(ser) was du nicht siehst am 2.1.2016 und 30.1.2016; Voranmeldung unter Tel. 0208 44 33 390

### Internationales Maritimes Museum Hamburg

- 27.11.2016: Familiensonntag im Internationalen Maritimen Museum, Gruppenführung mit ca. 20 Personen; insgesamt haben an diesem Tag ca. 300 Personen das Museum besucht; Aktionen in der Ausstellung: Wasserquiz und Wasserverkostung

### Waldhaus Freiburg

#### Ausstellungsführung:

- DI 04.07. Ausstellungsführung: Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst. Virtuelles Wasser begreifen., 17.30 – 19.00 Uhr

#### Exkursionen:

- SO 14.05. Exkursion: Wassernutzung an der Brugga - ein Wasserspaziergang von Oberried bis Kappel, 9.20 – ca. 15.00 Uhr
- DI 20.06. Exkursion: Der Hölderlebach – Entwässerung der Wiehre, 17.30 – ca.19.30 Uhr
- SA 16.09. Exkursion: 5-Seen-Radtour im südlichen Mooswald, 9 - 12.30 Uhr
- SO 17.09. Exkursion: Flusslandschaft Donau zwischen Gestaltung und Renaturierung, 8.30 – 18.30 Uhr
- SO 15.10. Exkursion: Wie schützt der Wald das Wasser? Das Untersuchungsgebiet Conventwald bei Eschbach, 9.30 – ca. 13.30 Uhr

#### Vortragsreihe:

- DO 11.05. Vortrag: Wasservorsorge im Wald, 17.00 Uhr
- DO 18.05. Vortrag: Wasser in der Stadt, 17.00 Uhr
- DO 01.06. Vortrag: Wiesenwässerung in der Elz-Dreisam-Niederung, 17.00 Uhr

#### Konzerte:

- SO 14.05. Konzertmatinee: Agua de Beber (Wasser des Lebens), 11 Uhr
- DO 29.06. Konzert: Wassermusiken von Händel und Telemann, 19 Uhr

#### Wasserfest:

- SO 25.06. Wasserfest im WaldHaus, 11 – 17.00 Uhr

#### Außerdem:

- SA 01.04. Bootstour mit selbstgebaute Weißtannenbooten, ab 11 Uhr
- SA 23.09. Bootstour mit selbstgebaute Weißtannenbooten, ab 11 Uhr
- SO 02.07. Offener Sonntagsworkshop: Wasser erleben!, 13 – 17.00 Uhr

#### Angebote für Schulklassen:

- Führungen durch die Ausstellung, Anmeldung erforderlich
- Workshops zum Thema Wasser aus dem regulären Programm des Waldhauses

#### Presseartikel

- Flensburger Tageblatt 28.05.2016. Experimentelle Stationen zum virtuellen Wasser
- Flensburger Tageblatt 31.05.2016. Virtuelles Wasser begreifen
- Kremer, K. (2016). DBU-Nachhaltigkeitsausstellung zum virtuellen Wasser auf Wanderschaft in Deutschland. IPN Blätter, 2 / 2016, 33, 2.
- Gießener Anzeiger 09.09.2015. Ein Kilo Rindfleisch benötigt 15400 Liter Wasser. MATHEMATIKUM Am 11. September beginnende Sonderausstellung befasst sich mit Wasserverbrauch / Eröffnung durch Umweltministerin Priska Hinz.
- Wetzlarer Neue Zeitung 12.09.2015. AUSSTELLUNG Virtuelles Wasser sparen.
- Gießener Anzeiger 15.09.2015. Mathe und Wasser.
- Wetzlarer Neue Zeitung 15.09.2015. Virtuelles Wasser. GEWINNSPIEL Drei Familienkarten für Sonderausstellung im Gießener Mathematikum.
- Gießener Allgemeine 26.09.2015. Das Ding der Woche. (Allgemein zur Ausstellung)
- Gießener Allgemeine 02.10.2015. Das Ding der Woche. (Flaschengarten)
- Gießener Allgemeine 10.10.2015. Das Ding der Woche. (Papier sparen)
- Gießener Allgemeine 17.10.2015. Das Ding der Woche. (Tomaten)
- Gießener Allgemeine 24.10.2015. Das Ding der Woche. (Fleisch)
- Gießener Allgemeine 31.10.2015. Das Ding der Woche. (Rosen)
- Gießener Allgemeine 07.11.2015. Das Ding der Woche. (Baumwolle)
- Gießener Allgemeine 14.11.2015. Das Ding der Woche. (Abschluss der Reihe)
- Mülheimer Woche 02.12.2015. Geheimnisvolles Wasser. Neue Ausstellung im Aquarius eröffnet Freitag. 6320/8.

- Mülheimer Woche 12.12.2015. Ausstellungen. 6321/11.

#### Onlineartikel

- DBU – aktuell – Umweltbildung I/2016: 5.) Ausstellung zu virtuellem Wasser nun auf Wanderschaft. Online verfügbar unter: [https://www.dbu.de/1254ibook76956\\_36646\\_2487.html](https://www.dbu.de/1254ibook76956_36646_2487.html), Stand Oktober 2017.
- Wegmann, Eva-Maria (2016). Wie viel Wasser steckt im Ei?. einBlick Online-Magazin der Universität Würzburg Ausgabe 33 – 20. September 2016, S. 1-3
- Mathematikum Gießen (2015): Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen. Sonderausstellung 12. September – 15. November 2015. Online verfügbar unter: <http://www.mathematikum.de/sonderausstellungen/bisherige-ausstellungen/eigene-sonderausstellungen/ich-sehe-wasser.html>, Stand Oktober 2017
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2015): Virtuelles Wasser sparen und das Klima schützen. Online verfügbar unter: <https://umwelt.hessen.de/pressearchiv/pressemitteilung/virtuelles-wasser-sparen-und-das-klima-schuetzen>, Stand Oktober 2017.
- IPN Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (o.A.): Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst. Begleitforschung zum Ausstellungsprojekt: Virtuelles Wasser begreifen. Online verfügbar unter: <http://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-biologie/forschung-und-projekte/aktuelle-projekte/virtuelles-wasser>, Stand Oktober 2017.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung Projektgruppe Wissenschaftsjahr 2016\*17 (o.A.): Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen (Mitmachausstellung). Online verfügbar unter: <https://www.wissenschaftsjahr.de/2016-17/veranstaltungen/detail/ich-sehe-wasser-was-du-nicht-siehst-virtuelles-wasser-begreifenmitmachausstellung.html>, Stand Oktober 2017.
- Mathematikum Gießen (2015): Eröffnung der Sonderausstellung „Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst.“ – Virtuelles Wasser begreifen. Online verfügbar unter: <http://www.mathematikum.de/besucherinfos/news/details-news/article/eroeffnung-der-sonderausstellung-ich-sehe-wasser-was-du-nicht-siehst.html>, Stand Oktober 2017.
- Fairnetzt Hochrhein (2017): Ausstellung: „Ich sehe was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen“ – Waldshut. Veranstaltungskalender online verfügbar unter: <http://fairnetzt-hochrhein.de/event/ausstellung-ich-sehe-wasser-was-du-nicht-siehst-virtuelles-wasser-begreifen-waldshut/>, Stand Oktober 2017.
- Universität Hamburg (2016): Ich sehe Was(ser), was Du nicht siehst. 18. November 2016 bis zum 15. Februar 2017, Internationales Maritimes Museum Hamburg. Online Verfügbar unter: <https://www.nachhaltige.uni-hamburg.de/infoboard/aktuelles-n/161106.html>, Stand: November 2016.

## Zukünftige Vorhaben

Vorträge 2018, i.V.

- Kremer, K., Sprenger, S., Kahlen, C. und Beutelspacher, A. (2018). Bildung für Nachhaltige Entwicklung konkret – Unterrichtsbeispiele für den fächerübergreifenden Unterricht. MNU-Bundeskongress. München.

### **5.2 Wer partizipiert an den Ergebnissen?**

Während den Ausstellungszeiten an verschiedenen Orten haben viele tausend Museumsbesucher die Ausstellung besucht. Wenngleich die Zielaltersgruppe bei Schülern von der fünften bis zur zehnten Klasse lag, fand das Thema auch bei Schülern der Oberstufe und Erwachsenen großen Anklang. Das tatsächliche Publikum war demnach erheblich breiter als ursprünglich intendiert.

Die genauen Besucherzahlen können nicht für alle Ausstellungsorte ermittelt werden. Der Grund dafür liegt in nicht oder nur ungenauer Erfassung der Besucher.

Das Mathematikum Gießen haben in der Ausstellungszeit vom 12. September bis zum 15. November 2015 insgesamt 20.881 Personen besucht, von denen die meisten Besucher die Sonderausstellung angesehen haben. Klasseneinführungen in die Ausstellung wurden acht angemeldet. Durch die Konferenz eines EU-Projektes haben auch internationale Teilnehmende des Projektes die Ausstellung besucht. Das Verstehen des Themas wurde durch eine Führung in englischer Sprache sichergestellt.

Im M!ND-Center in Würzburg war die Ausstellung laut Geschäftsführung sehr erfolgreich. Insgesamt wurde sie von 365 Besucherinnen und Besuchern zu den regulären Öffnungszeiten und zusätzlich von fast 30 Schulklassen mit insgesamt 739 Schülerinnen und Schülern besucht. Somit haben über 1000 Personen die Ausstellung in Würzburg angesehen, was für die Lage und die Größe des M!ND-Centers und den kurzen Ausstellungszeitraum ein gutes Ergebnis ist.

Aus den Anmeldedaten der Gruppen für einen Besuch der Ausstellung *Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst* im Internationalen Maritimen Museum in Hamburg ging hervor, dass 22 Schülergruppen eine Führung gebucht haben. Insgesamt waren dies etwa 500 Personen. Aus mündlichen Berichten ging hervor, dass darüber hinaus weitere Lehrkräfte mit Ihren Schülerinnen und Schülern die Ausstellung besucht haben. Außerdem besichtigten ca. 150 Studierende der Universität Hamburg, 20 Referendare und die Lehrkräfte, die an der Fortbildung teilgenommen haben, die Ausstellung. Es wird davon ausgegangen, dass hierdurch ca. 750 Personen die Ausstellung in Hamburg besucht haben, zu denen weitere Privatbesucher und nicht angemeldete Gruppen hinzukommen.

Zu den Ausstellungen im Aquarius Wassermuseum Mülheim, in der Phänomenta Flensburg, der Sparkasse in Aachen und im Waldhaus Freiburg liegen keine Angaben zu Besucherzahlen vor.

Neben dem Besuch der Ausstellung wird die Verbreitung der Ergebnisse durch Veröffentlichungen sichergestellt. Während der Projektlaufzeit sind zu der Thematik des virtuellen Wassers drei Artikel und eine Buchpublikation erschienen (siehe 3.2). Sie richten sich hauptsächlich an Lehrkräfte der naturwissenschaftlichen Fächer, insbesondere der Biologie, Geographie und Mathematik.

Darüber hinaus wurden verschiedene öffentlichkeitswirksame Maßnahmen (siehe 5.1) ergriffen, deren Adressaten an den Projektergebnissen partizipieren. An den Lehrerfortbildungen haben insgesamt ca. 90 Lehrkräfte teilgenommen. Genaue Teilnehmeranzahlen von Eröffnungsveranstaltungen, Vorträgen, Workshops, Präsentationen und Begleitprogrammen konnten nicht erfasst werden.

### **5.3 Wird das Vorhaben über die Projektlaufzeit hinaus weitergeführt?**

Der Erfolg der Ausstellung zeigt, dass sich das Konzept der Ausstellung bewährt hat und mit Begeisterung von Ausstellern und Besuchern angenommen wird. Aus diesem Grund wird das Ausleihen der Ausstellung auch nach Projektabschluss weiterhin möglich sein. Es bestehen bereits zum Zeitpunkt des Projektendes Anfragen für das Jahr 2018. Die jeweils aktuellen Orte der Ausstellung können auf folgender Internetseite gefunden werden: [www.mathematikum-unterwegs.de](http://www.mathematikum-unterwegs.de), Termine.



## 6. Fazit

Das Projekt zur Konzeption und Umsetzung einer Wanderausstellung zum Thema virtuelles Wasser war äußerst erfolgreich. Die Ausstellung *Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – Virtuelles Wasser begreifen.* wurde entwickelt und gebaut und dem Zeitplan entsprechend nach eineinhalb Jahren Konzeptionszeit zum ersten Mal eröffnet. Nach dem ersten Ausstellungsort im Mathematikum Gießen wurde die Ausstellung im Aquarius Wassermuseum in Mülheim a.d. Ruhr, in der Phänomenta Flensburg, dem MIND Center in Würzburg und im Internationalen Maritimen Museum in Hamburg gezeigt. Über diese gesteckten Ziele hinaus wurden weitere Ausstellungen anlässlich des MNU-Kongresses in Aachen, im Waldhaus Freiburg und im Rahmen einer weiteren Ausstellung im Mathematikum Gießen realisiert.

Die Vorgehensweise hat sich dabei auf verschiedenen Ebenen bewährt:

Die langjährige Erfahrung des Mathematikums in der Entwicklung, Gestaltung und im Bau von Ausstellungen stellte insbesondere in der Entwicklungsphase eine sehr gute Voraussetzung und Grundlage für das erfolgreiche Vorankommen des Projektes dar. Hierbei konnte nicht nur auf schon bestehende Exponatkonzepte zurückgegriffen werden, sondern auch die Entwicklung schwieriger Exponate wie z.B. die „Tomatenpumpe“ oder die „Fleischwaage“ wurde durch Erfahrung in der Beschaffung und Verarbeitung neuer oder ungewöhnlicher Materialien erleichtert.

Diese Prozesse wurden durch die enge Zusammenarbeit mit der Werkstatt des Mathematikums unterstützt. Die sehr gute interne Kooperation bei der Entwicklung und dem Bau der Exponate wurde zusätzlich durch kurze Dienstwege erleichtert und machte auch enge Zeitfenster möglich. Im Vergleich zur Zusammenarbeit mit externen Exponatbauern stellte dies eine große Vereinfachung der Arbeitsabläufe dar.

Auch die Kooperation mit den beiden Wissenschaftlerinnen Frau Prof. Kremer und Frau Prof. Sprenger hat sich als äußerst positiv und konstruktiv erwiesen. Die Zusammenarbeit mit externen Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftlern war für das Mathematikum eine neue Erfahrung. Ohne sie wäre die Ausstellung nicht zu dem geworden, was sie heute ist – wissenschaftlich fundiert, informativ und interaktiv.

Insgesamt war das Projekt in der Planung, der Durchführung und in der Erreichung der gesteckten Ziele überaus erfolgreich. Die entwickelte Ausstellung wird über das Projektende hinaus zur Ausleihe zur Verfügung stehen und mit ihren Inhalten hoffentlich viele weitere Personen erreichen und so weiterhin einen Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung leisten.

## Literaturangaben

- Allan, J.A. (1998a): Watersheds and problem sheds: Explaining the absence of armed conflict over water in the Middle East. *Middle East Review of International Affairs* 2(1): 49–51.
- Allan, J.A. (1998b). Virtual Water: A Strategic Resource: Global Solutions to Regional Deficits. *Groundwater* 36, No. 4: 546.
- Allan, J.A. (2001). "Virtual Water – Economically Invisible and Politically Silent: A Way to Solve Strategic Water Problems. *International Water and Irrigation Journal*.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2010): Umweltbewusstsein in Deutschland 2010. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. . Online abrufbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4045.pdf>, Zuletzt abgerufen am 02.02.2018.
- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) (2008): Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung. Bonn, Berlin.
- Bundeszentrale für politische Bildung (bpb) (2011): Beutelsbacher Konsens. Online abrufbar unter <https://www.bpb.de/die-bpb/51310/beutelsbacher-konsens>, Zuletzt abgerufen am 02.02.2018.
- Engelmann, D. (2011): Virtuelles Wasser. In: *Geographie heute*, 32, 293, S. 32-37.
- Global° (o.A.): Klimawandel in Zahlen- „Do the Math“ movie. Online abrufbar unter <http://globalmagazin.com/?id=1767>, zuletzt abgerufen am 02.02.3018.
- Gude, J. (2017, unveröffentlicht): Nachhaltigkeit verstehen durch Lernen im Museum? – Evaluation der Sonderausstellung „Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst“ in der Phänomena Flensburg.
- Haan, G. de (2008): Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept für Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Bormann, I.; Haan, G. de (Hrsg.): *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde*, Wiesbaden: VS-Verlag.
- Haan, G. de; Gerhold, L. (2008): Bildung für nachhaltige Entwicklung - Bildung für die Zukunft. Einführung in das Schwerpunktthema. In: *Umweltpsychologie* 12(2), 4-9.
- Hoekstra, A.Y. (2013) *The water footprint of modern consumer society*, Routledge, London, UK.
- Hoekstra, A.Y. (2010): The water footprint: water in the supply chain, *The Environmentalist* 93: 12-13.
- Hoekstra, A.Y. (2008) The water footprint of food, In: Förare, J. (Ed.) *Water for food*, The Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning (Formas), Stockholm, Sweden, pp. 49-60.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. & Mekonnen, M.M. (2011) *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*, Earthscan, London, UK.
- Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. (2008) *Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources*, Blackwell Publishing, Oxford, UK.

- Hoekstra, A.Y. und Mekonnen, M.M. (2012): The water footprint of humanity. [www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org) (Zugriff 23.11.2012).
- Hoekstra, A.Y. & Hung, P.Q. (2002) Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Report Series No.11, IHE, Delft.
- Reuschenbach, M. & Schockemöhle, J. (2011): Bildung für nachhaltige Entwicklung. Leitbilder für den Geographieunterricht. In: Geographie heute, 32 (2011) 295, S. 2-10.
- Rost, J., Lauströer, A. & Raack, N. (2003). Kompetenzmodelle einer Bildung für Nachhaltigkeit. Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule, 52(8), 10-15. Shell (2010): Shell Jugendstudie 2010. Fischer Taschenbuch.
- Sparkassen-Kulturstiftung Hessen-Thüringen (Hrsg.) (2010): S-Selecta. Das Mini-Mathematikum im Mathematikum in Gießen. Frankfurt a. M.
- UNESCO (1998): UNESCO's initiative for the aral sea basin. Information document. Tashkent, Uzbekistan.
- Weltkommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen (1987): Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Greven: Eggenkamp.

# Anhang: Liste der Exponate



## Liste der Exponate

Die Ausstellung „Ich sehe Was(ser), was du nicht siehst – virtuelles Wasser begreifen“ zeigt elf Stationen, die auf unterschiedliche Aspekte der Thematik des Virtuellen Wassers eingehen. Die Stationen haben jeweils eine Informationstafel und ein bis zwei Exponate, die das jeweilige Thema experimentell und anschaulich verdeutlichen.

Inhaltlich gibt es Grundlagenstationen, wie den Wasserkreislauf und den Wasserfußabdruck, Stationen, die ausgewählte Produkte aufgreifen (Papier, Tomaten, Rosen, Baumwolle, Kaffee und Fleisch) und abschließende Stationen, die einen Transfer zum Alltag der Besucher schaffen (Frühstück und Wassersparen im Alltag).

Im Folgenden werden die einzelnen Exponate erläutert.

### Grundlagenstationen

#### Station 1 Was ist Virtuelles Wasser?



Der **Film** erklärt einfach und anschaulich, was Virtuelles Wasser ist. Er wird durch das Drücken auf den Bildschirm gestartet und kann auf diese Weise auch wieder gestoppt werden. Alternativ kann der Film auch über einen Beamer auf einer großen Leinwand gezeigt werden.

Größe: BxT 880mm x 800mm



Der **Würfel** symbolisiert einen Kubikmeter (1000 Liter) Wasser. Auf ihm befinden sich Zeichnungen, die darstellen, wie viel man mit 1000 Litern Wasser von einem Produkt herstellen kann.

Größe: BxTxH: 100mm x 100mm x 100 mm



Auf der **Litfaßsäule** befinden sich 4000 Flaschen. Sie symbolisieren jeweils einen Liter Wasser und damit die Menge an Wasser, die wir täglich benötigen. Jeder Besucher darf einen Flaschenaufkleber gestalten und auf der Litfaßsäule befestigen.

Größe: Durchmesser 800 mm  
Größe Beistelltisch: Durchmesser 700mm

Station 2

Der Wasserkreislauf



**Wasserverdünnung**

Hier wird ein Verdünnungsprozess von Wasser symbolisiert, der u.a. auch bei der Aufbereitung von grauem (verschmutztem) Wasser vorgenommen wird. Ganz vorne liegt eine „Verschmutzungskugel“, die in den Gefäßen in eine „Wasserumgebung“ (blaue Kügelchen) eingebettet ist. Die Verhältnisse sind jeweils ein schwarzes Kügelchen zu 99, 999, 9.999 und 99.999 blauen Kügelchen. Die schwarze Kugel zu finden, wird von einem zum nächsten Gefäß schwieriger.

Größe: BxT 880mm x 800mm



**Flaschengarten**

In der Flasche eingeschlossen leben fünf verschiedene Pflanzen. Sie bekommen von außen nur Licht und Wärme; Nährstoffe und Wasser sind genügend in der Flasche vorhanden.

Größe: BxT 880mm x 800mm

Info: Der Flaschengarten muss an einem Ort platziert werden, an dem er Tageslicht bekommt

**Station 3**

**Der Wasserfußabdruck**



**Weltweiter Handel**

Bei diesem Spiel geht es darum, möglichst viele Produkte aus verschiedenen Kontinenten zu importieren.  
Es werden zwei Hocker mitgeliefert.

Größe: BxT 880mm x 800mm



**Wasserimport nach Deutschland**

Die Weltkarte zeigt, aus welchen Ländern wir in Deutschland welche Produkte importieren. Die Säulen symbolisieren dabei den Wasserimport pro Person und pro Tag.

Größe: BxT 880mm x 800mm

**Produktstationen**

**Station 4**

**Brauchen wir so viel Papier?**



**Ich spare Papier, indem ich...**

Die Besucher überlegen sich, mit welchen der gegebenen Möglichkeiten sie Papier sparen würden und ordnen ihre Antworten zu. Hierbei gibt es kein Richtig oder Falsch, jeder entscheidet für sich.

Größe: BxT 880mm x 800mm



**Recyclingpapier**

Hier gibt es drei Papiersorten aus Recyclingpapier und ein Papier aus Frischfaser zum Vergleich. Die Besucher sollen schauen, fühlen und ausprobieren, wo die Unterschiede zwischen den Papieren liegen.

Größe: BxT 880mm x 800mm



**Station 5** **Tomate ist nicht gleich Tomate**



**Erpumpe dir deine Tomate**

An diesem Exponat „erpumpt“ man sich Tomaten aus fünf verschiedenen Ländern. Für den Anbau von 100 Gramm Tomaten aus den Niederlanden, Deutschland, Italien, Spanien und Ägypten benötigt man unterschiedlich viel Wasser. Durch Pumpen schleusen die Besucher so viel Wasser in den Zylinder, wie in den einzelnen Ländern benötigt wird.

Größe: BxT 880mm x 800mm

Vom Aussteller zu stellen: Stromanschluss, destilliertes Wasser (Wasseranschluss nicht notwendig, das Wasser befindet sich in einem geschlossenen System, Nachfüllen von Wasser notwendig)



**Tröpfchenbewässerung**

Das Objekt ist eine Tröpfchenbewässerungsanlage für den Heimgebrauch. Man kann hiermit gleichzeitig acht Pflanzen bewässern. Die Bilder und Texte zeigen unterschiedliche Bewässerungsanlagen.

Größe: BxT 880mm x 800mm

**Station 6** **Weniger ist mehr**



**So viel Wasser frisst das Rind**

Die 3D-Darstellung zeigt, wie viel Wasser für die einzelnen Komponenten des Futters für ein Kilogramm Rindfleisch benötigt werden.

Größe: BxT 880mm x 800mm



**Wie viel Wasser wiegt das Tier?**

Die Tiere auf dem Tisch repräsentieren jeweils 1 kg Fleisch. Die Säulen stehen für die Mengen an Wasser, die für die Produktion des Fleisches benötigt werden. Die Besucher sollen die Tiere gegen die Wasserrepräsentanten aufwiegen und herausfinden, wie viel ihr Lieblingsfleisch wiegt.

Größe: BxT 1280mm x 800mm

**Station 7**      **Kaffee – ein Wohlfühlprodukt!?**



**Kaffeebohne**

Kaffee ist aus Sicht des Virtuellen Wassers kein kritisches Produkt, da die Pflanzen zwar viel Wasser benötigen, aber in Gebieten der Erde wachsen, an denen genügend Wasser vorhanden ist.

An der Hörstation können sich die Besucher den Lebensweg einer Kaffeebohne anhören. Die Kaffeebohnen auf dem Tisch weisen auf andere Bewertungsinstanzen von Kaffee hin: Abfall, Fairtrade und die Abholzung der Regenwälder. Es werden zwei Hocker mitgeliefert.

Größe: Durchmesser 700mm

Vom Aussteller zu stellen: Stromanschluss

**Station 8**      **Wie weit muss eine Rose reisen?**



**Statt Rosen...**

Bei diesem Partnerspiel können zwei Personen herausfinden, ob sie statt einer Rose auch gerne etwas anderes schenken oder geschenkt bekommen. Nach und nach werden die Blätter umgelegt und jeder trifft für sich eine Entscheidung, die er mit dem Umklappen der Plättchen deutlich macht. Wenn alle Fragen beantwortet sind, wird die Holzwand in der Mitte entfernt und die Ergebnisse können verglichen werden. Es werden zwei Hocker mitgeliefert.

Größe: BxT 880mm x 800mm



**Der Weg einer Rose**

Sehr viele Schnittrosen, die man in Deutschland bei Discountern, aber auch bei Blumenhändlern kaufen kann, kommen vom Naivashasee in Kenia. Die Besucher sollen die Gegenstände in die Reihenfolge bringen, in der die Rose den Gegenständen begegnet.

Größe: BxT 880mm x 800mm



**Station 9**

**Baumwolle verändert**



**Tropf, tropf, tropf...**

Der tropfende Wasserhahn symbolisiert, wie viel Wasser für die Herstellung von einem T-Shirt benötigt wird. Wenn der Wasserhahn zu der gesamten Tragezeit des T-Shirts 4 Tropfen pro Sekunde tropfen lässt, kommt man insgesamt auf 2700 Liter Wasser.

Größe: BxT 880mm x 800mm

Vom Aussteller zu stellen: Stromanschluss, destilliertes Wasser (Wasseranschluss nicht notwendig, das Wasser befindet sich in einem geschlossenen System, Nachfüllen von Wasser notwendig)



**Wie viele T-Shirts?**

Die Besucher geben an, wann sie ihr letztes T-Shirt gekauft haben und erhalten eine Rückmeldung, wie viele Besucher vor, bzw. nach ihnen gekauft haben.

Größe: BxT 880mm x 800mm

Vom Aussteller zu stellen: Stromanschluss

## Abschließende Stationen

### Station 10

### Frühstück in aller Welt



#### Mein Frühstück

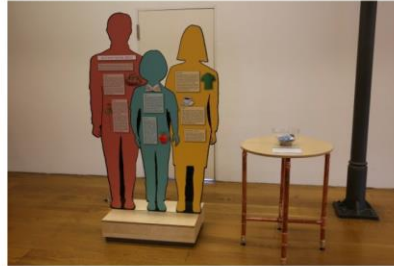
An diesem Exponat können die Besucher ihr eigenes Frühstück zusammenstellen und herausfinden, wie viel Wasser in der Herstellung gebraucht wurde.

Größe: BxT 880mm x 800mm

Vom Aussteller zu stellen: Stromanschluss

### Station 11

### Auch kleine Schritte zählen



#### 6x Wassersparen im Alltag

Diese Kärtchen bieten Anregungen, was man im Alltag tun kann, um Wasser zu sparen. Die Vorschläge sind sehr einfach umzusetzen. Die Besucher dürfen die Kärtchen mit nach Hause nehmen.

Größe: Durchmesser 700mm

## Optionale Exponate



### Der Schwebende Wasserhahn

Aus diesem nicht angeschlossenen Wasserhahn läuft Wasser. Er lädt die Besucher zum Nachdenken ein.

Info: Der Wasserhahn wurde von dem Künstler Michael Krauss hergestellt.

Höhe: 1500 mm

Vom Aussteller zu stellen: Stromanschluss, destilliertes Wasser (Wasseranschluss nicht notwendig, das Wasser befindet sich in einem geschlossenen System, Nachfüllen von Wasser notwendig)



### Wandbilder

Zur Gestaltung des Raumes, in dem die Ausstellung gezeigt wird, stehen vier große Wandbilder zur Verfügung.

Hängung: An den Seiten der Bilder befinden sich Ösen, anhand derer die Bilder mit Nylonfäden o.ä. aufgehängt werden können.

Größe: je 1200mm x 1200mm



Die Größen der Informationstafeln variieren aufgrund ihrer Formen. In etwa haben sie die Maße von HxB 1500mm x 1500mm. Die Sockel haben die Maße BxT 500mm x 500mm.

Für die gesamte Ausstellung wird eine Fläche von etwa 200m<sup>2</sup> benötigt.