

# Dialog

Bildungsjournal der  
Pädagogischen Hochschule Karlsruhe  
6. Jahrgang 2019

**MINT in einer Kultur  
der Nachhaltigkeit**

# Dialog

**Bildungsjournal der  
Pädagogischen Hochschule Karlsruhe**  
6. Jahrgang 2019

Diese Ausgabe des Bildungsjournals **Dialog** der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe stellt „MINT in einer Kultur der Nachhaltigkeit“ in den Mittelpunkt. Unsere Gesellschaft steht vor mannigfaltigen Umweltherausforderungen und ethischen Fragen zur sozialen Gerechtigkeit. Auch unter den Bürgerinnen und Bürgern muss eine kritische Auseinandersetzung mit den eigenen Lebensstilen erfolgen. Denn Lebensqualität aufrechtzuerhalten und gleichzeitig die Verantwortung für zukünftige Generationen zu übernehmen ist nur dann möglich, wenn unser Konsumhandeln nachhaltiger wird. Die Autorinnen und Autoren der vorliegenden Ausgabe beleuchten aus unterschiedlichen Perspektiven heraus diese Thematik und stellen dabei Disziplinen übergreifende Lehr-Lern-Formen vor, die der gesellschaftlichen Verantwortung im MINT-Bereich gerecht werden.

In der Rubrik IM FOKUS gibt es Berichte zu weiteren Projekten der Hochschule zu Nachhaltigkeit und Verbraucherbildung. In der Rubrik PERSPEKTIVEN informieren wir Sie über aktuelle Publikationen sowie erfreuliche Entwicklungen im Ökologischen Lerngarten unserer Hochschule.

In der Rubrik NACHGEFRAGT sprechen wir mit dem Karlsruher IT-Unternehmer Dirk Fox über frühe technische Bildung, Lernen mit Begeisterung und nicht zuletzt über die Einzigartigkeit des Baukastensystems *fischertechnik*.

**MINT IN EINER KULTUR  
DER NACHHALTIGKEIT**

## Liebe Leserin, lieber Leser,

unsere Gesellschaft steht vor mannigfaltigen Umweltherausforderungen und ethischen Fragen zur sozialen Gerechtigkeit. Diese Botschaft ist mittlerweile angekommen und viele Menschen wissen, dass es so nicht weiter gehen kann. Doch wer vollzieht den Kurswechsel? Nachhaltigkeitsziele sind nur dann zu verwirklichen, wenn alle relevanten Akteure aus Regierung, Wirtschaft, Forschung und der Zivilgesellschaft in nachhaltige Entwicklungen mitbezogen werden. So muss auch unter den Bürgerinnen und Bürgern eine kritische Auseinandersetzung mit den eigenen Lebensstilen erfolgen. Denn Lebensqualität aufrechtzuerhalten und gleichzeitig die Verantwortung für zukünftige Generationen zu übernehmen ist nur dann möglich, wenn unser Konsumhandeln nachhaltiger wird. Hiermit beschäftigen sich die Autorinnen und Autoren der vorliegenden Ausgabe des Bildungsjournals. Aus unterschiedlichen Perspektiven heraus beleuchten sie die Thematik und stellen dabei Disziplinen übergreifende Lehr-Lern-Formen vor, die der gesellschaftlichen Verantwortung im MINT-Bereich gerecht werden.

Der erste Beitrag beschäftigt sich mit der Methode der kollektiven öffentlichen Selbstverpflichtung. Petra Lindemann-Matthies und Ellinor Hoyer haben diesen innovativen Ansatz genutzt, um jungen Menschen Ideen und praktische Anregungen zu liefern, ihren Alltag nachhaltiger zu gestalten. Der inhaltliche Schwerpunkt des Projektes lag dabei auf dem alltäglichen Plastikkonsum von Teenagerinnen und Teenagern. Die Autorinnen zeigen in ihrem Beitrag anschaulich auf, dass kollektive öffentliche Selbstverpflichtung dazu beitragen kann, Jugendliche zu einem bewussteren, nachhaltigeren Konsum anzuregen. Die Jugendlichen fanden im Laufe des Projektes Alternativen zu Plastik und wurden durch das „Kollektiv“ in ihrem Handeln bestärkt.

Im zweiten Beitrag stellt Ute Wiegel das Projekt „Gut verpackt: Lernen von der Natur“ vor, das im Rahmen der schulischen und außerschulischen Umweltbildung einen nicht alltäglichen Zugang zum Thema „Verpackung“ bietet. Es beruht auf einem Konzept, das Naturerfahrung und Naturbetrachtung mit dem technischen Ansatz der Bionik bzw. des Lernens von der Natur verbindet. Das Projekt ermöglicht Kindern im Alter zwischen acht und zwölf Jahren eigenes Experimentieren und Erfinden, bei dem anknüpfend an deren Alltagserfahrungen biologische „Verpackungen“ unter die Lupe genommen werden. Seien Sie also gespannt darauf, ob eine Zitrone im Schutzanzug Anregungen für eine aufpralldämpfende Handy-Hülle geben kann.

Im dritten Beitrag geht es um Kunststoffemissionen. Nachrichten wie „Plastikmüll vergiftet Schlüsselspezies der Nordsee“, „Albatrosse füttern Küken mit Plastikteilen“ und „Pottwale sterben nachweislich an Plastikmüll“ lassen den Chemiker Wolfgang Schmitz nachdenklich werden. In seinem Artikel legt er anhand aktueller Forschungsergebnisse eindrücklich dar, wie Makro- und Mikroplastikemissionen in die Umwelt gelangen und welche Auswirkungen sie auf Ökosysteme und den Menschen haben. Weiterhin stellt er anschauliche Modelleexperimente für die Schule vor, die er gemeinsam mit Studierenden der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe zum Thema entwickelt hat. Die Experimente verknüpfen fachübergreifend Aspekte der Chemie mit denen anderer naturwissenschaftlicher Fachdisziplinen, der Umwelttechnik, der Lebenswelt von Schülerinnen und Schülern und mit Basiskonzepten des Chemieunterrichts.

Der vierte Beitrag von Christian Wiesmüller und Tobias Rauch dreht sich ums Wasserkochen. Das von Tobias Rauch für die Schulpraxis entwickelte Projekt „Wasserkochen -

eine Nachhaltigkeitsfrage“ ist auf eine Aufgabe des täglichen Lebens gerichtet, mit der jeder Mensch zu tun hat. Rauchs Projekt verbindet fachliche Inhalte der Technik mit Inhalten aus der Physik, der Geschichte, der Ethik und aus Deutsch. Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass sie über ihr Verhalten einen erheblichen Beitrag zur effizienten Nutzung von Energie leisten können, was selbstverständlich nicht nur für das Erhitzen von Wasser gilt.

IM FOKUS stellen Uta Beck und Sabrina Syskowski das Schülerlabor „makeScience!“ vor. Am Institut für Chemie der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe haben sich seit über zehn Jahren erfolgreich Schülerlabore für unterschiedliche Altersstufen etabliert. Neben dem Lehr-Lern-Labor „Kinder experimentieren“ (Karlsruher Kinderlabor) bietet seit 2010 das Schülerlabor „makeScience!“ Laborvormittage für Klassen der weiterführenden Schulen an. Je nach Jahrgangsstufe können verschiedene Experimentierangebote zu Themen der Umwelt- und Nachhaltigkeitsbildung ausgewählt werden. Mit den angebotenen Themen, die alltagsnahe und feste Bestandteile des Bildungsplans sind, gelingt es, Schülerinnen und Schüler für umweltrelevante Themen zu interessieren und zu sensibilisieren.

Heike Müller und Silke Bartsch machen sich für Verbraucherbildung stark: Die Verbraucherinnen und Verbraucher bringen Nachhaltigkeit in den Alltag, der durch Konsum geprägt ist. Verbraucherbildung übernimmt daher für die BNE eine entscheidende Aufgabe. Die Autorinnen stellen in ihrem Beitrag das Projekt cLEVER vor, das Lehrpersonen bei der Umsetzung der Leitperspektive Verbraucherbildung in allen Schularten, Fächern und Klassenstufen, zum Beispiel mit Fortbildungen oder exemplarischen Unterrichtsbausteinen, unterstützen möchte. Dazu werden im Projekt Verbrauchertemen aus dem (Konsum-)Alltag von Schülerinnen und Schülern aufgegriffen und mehrperspektivisch (ökologisch, ökonomisch, sozial) in verschiedenen Unterrichtsfächern thematisiert.

In der Rubrik PERSPEKTIVEN informieren wir Sie über aktuelle Publikationen aus unserer Hochschule.

In der Rubrik NACHGEFRAGT sprechen wir mit dem Karlsruher IT-Unternehmer Dirk Fox über frühe technische Bildung, Lernen mit Begeisterung und Neugier und nicht zuletzt über die Einzigartigkeit des Baukastensystems *fischertechnik*.



**PROF. DR. PETRA LINDEMANN-MATTHIES UND  
PROF. DR. KLAUS PETER RIPPE**

# Inhalt

8



48



40



54

SEITE 4

Editorial

SEITE 8

**MINT IN EINER KULTUR  
DER NACHHALTIGKEIT**

SEITE 10

Kollektive öffentliche  
Selbstverpflichtung –  
Jugendliche auf dem Weg  
zu einem nachhaltigeren  
Lebensstil

SEITE 18

Gut verpackt: Lernen  
von der Natur

SEITE 26

Mikroplastik in der  
Umwelt

SEITE 34

Wasserkochen: eine  
Nachhaltigkeitsfrage?

SEITE 40

**IM FOKUS**

SEITE 48

**PERSPEKTIVEN**

SEITE 54

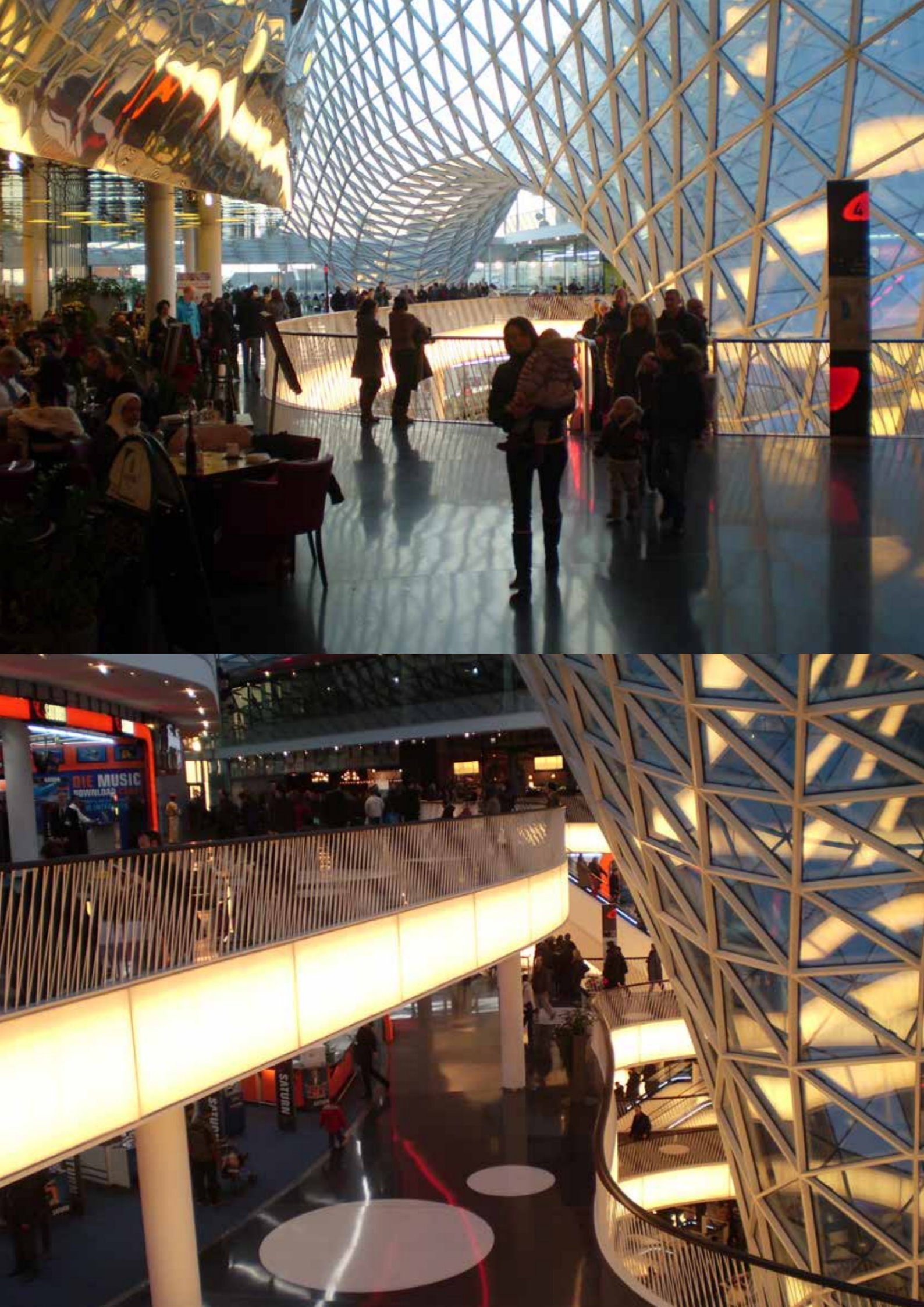
**NACHGEFRAGT** bei  
Dirk Fox, Gründer und  
Geschäftsführer des  
Beratungsunternehmens  
Secorvo in Karlsruhe

UMSCHLAG KLAPPE HINTEN

Impressum



**MINT IN EINER KULTUR  
DER NACHHALTIGKEIT**



# Kollektive öffentliche Selbstverpflichtung – Jugendliche auf dem Weg zu einem nachhaltigeren Lebensstil

Die Schlagzeilen der Nachrichten sind voll von Bedrohungen unserer Gesellschaft, unserer Gesundheit und des gesamten Ökosystems: Klimawandel, Naturkatastrophen, Verschmutzung von Luft und Meeren, Sterben der Artenvielfalt und Armutsbekämpfung. Täglich konsumieren wir dazu erschreckende Bilder über die Medien sowie Statistiken und Zahlen, häufig in Verbindung mit verunsichernden Warnungen. Die Botschaft, dass unsere Gesellschaft vor mannigfaltigen Umweltherausforderungen steht, ist inzwischen angekommen und viele Menschen wissen, dass es so nicht weiter gehen kann. Zu diesem Ergebnis kommt auch die Umweltbewusstseinsstudie 2016 – eine repräsentative Bevölkerungsumfrage in Deutschland (Scholl et al., 2017). Doch wer vollzieht den Kurswechsel? Nachhaltigkeitsziele sind nur dann zu verwirklichen, wenn alle relevanten Akteure aus Regierung, Wirtschaft, Forschung und der Zivilgesellschaft in nachhaltige Entwicklungen miteinbezogen werden. So muss auch unter den Bürgerinnen und Bürgern eine kritische Auseinandersetzung mit den eigenen Lebensstilen erfolgen. Denn Lebensqualität aufrechtzuerhalten und gleichzeitig die Verantwortung für zukünftige Generationen zu übernehmen ist nur dann möglich, wenn unser Konsumverhalten nachhaltiger wird (BMUB, 2017). Eine solche Entwicklung kann nur gelingen, wenn ein Umdenken auch auf der individuellen Handlungsebene der Menschen erfolgt – in ihren im Alltag gelebten Konsum- und Verhaltensmustern. Hierbei gilt es verstärkt auf die wichtigste Ressource zu blicken: Die Jugend, die im Folgenden im Fokus steht.

## „WIE TICKEN JUGENDLICHE?“

Mit dieser Frage beschäftigte sich im Jahr 2016 zum dritten Mal das SINUS-Institut in seiner Jugendstudie, die für eine systematische und substantielle Erforschung der Lebenslagen junger Leute in Deutschland steht (Calmbach et al., 2016). Jugendliche halten das Thema Umweltschutz zwar für außerordentlich wichtig, haben aber gleichzeitig nur wenig Zuversicht, dass diese Aufgabe auch tatsächlich bewältigt werden kann. Trotz einer generellen Zustimmung für mehr Umweltschutz im Alltag, die sich auch in anderen Jugendstudien zeigt (Gossen et al., 2015), sind die Jugendlichen unsicher, ob ihre Aktivitäten etwas nützen. Gerade diejenigen, denen Umweltschutz weniger wichtig ist, würden ihr Verhalten nur ändern, wenn sie wüssten, dass sie damit tatsächlich etwas Positives bewirken könnten oder das Gefühl hätten, Teil der Mehrheit zu sein.

Nur wenige Jugendliche verbinden mit dem Begriff „kritischer Konsum“ eine konkrete Bedeutung oder zugehörige Handlungsweisen (Calmbach et al., 2016). Kritischer Konsum ist aus Sicht der Jugendlichen vor allem eine Frage der finanziellen Möglichkeiten und spielt weder im Schulunterricht noch in der Familie oder im Freundeskreis eine zentrale Rolle. Konsumverzicht wird von Jugendlichen kaum thematisiert. Nur wenige Jugendliche berichten, sich gezielt im Internet oder beim Einkaufen selbst über das Thema informiert zu haben. Zudem steht der individuelle Lebensstil von Jugendlichen oftmals einem nachhaltigen Konsumverhalten entgegen, da man am Wohlstand der Gesellschaft teilhaben möchte (Gossen et al., 2015). Es stellt sich die Frage, was im Rahmen schulischer und außerschulischer Bildung getan werden kann, um Jugendliche zu einem nachhaltigeren Lebensstil zu motivieren. Dass dies getan werden sollte, steht angesichts der zunehmenden Nach-

haltigkeitsdebatte und entsprechender Bildungsvorgaben (u.a. BNE als curriculare Leitperspektive) außer Frage.

Die reine Vermittlung von Umwelt- und Handlungswissen reicht aber oftmals nicht aus, um Änderungen im Verhalten hervorzurufen (de Haan & Kuckartz, 1998). Die in der Umweltpsychologie vielfach beschriebene Kluft zwischen Wissen und Handeln hängt vielmehr vom Wollen und vom Können eines Individuums ab (Bruppacher, 2008). So kann die Motivation zu einem nachhaltigeren Verhalten (das Wollen) durch den Eindruck, alleine zu kämpfen, beeinträchtigt werden – wie es die Jugendstudie verdeutlicht. Zudem fehlen Menschen oftmals Ideen und praktische Anregungen, wie sie ihren Alltag nachhaltiger gestalten könnten (das Können). „Kollektive öffentliche Selbstverpflichtung“ möchte dem entgegenwirken.

### KOLLEKTIVE ÖFFENTLICHE SELBSTVERPFLICHTUNG - DAS „ECOTEAM PROGRAM“

Anfang der 1990er Jahre rief die gemeinnützige Umweltorganisation „Global Action Plan for the Earth“ das sogenannte EcoTeam Program (ETP) ins Leben, um das ökologische Verhalten in Haushalten zu verbessern (Staats & Harland, 1995, 2002). Kern des mittlerweile auch in Europa verbreiteten Programms ist die Bildung sogenannter EcoTeams, die sich in der Regel aus sechs bis zehn Personen – oftmals Nachbarn, Freunde oder Familien – zusammen-

setzen. Das Programm dauert etwa acht Monate, in denen monatliche Gruppentreffen stattfinden. Jedes Team wird von einer Moderatorin oder einem Moderator unterstützt. Verhaltensänderungen der Teilnehmenden sollen durch folgende Elemente angeregt und unterstützt werden: Information, Feedbacksystem sowie Übertragung von Verantwortung („Empowerment“). Informationen werden in Form eines Arbeitsbuches zur Verfügung gestellt. Die sechs im Arbeitsbuch behandelten Kapitel zu den Bereichen Müll, Gas, Strom, Wasser, Transport und Konsum enthalten umfangreiche Informationen zu umweltfreundlichen Maßnahmen und Aktionen für die Entwicklung nachhaltiger Lebensstilpraktiken. Je nach Bereich wird als Ziel gesetzt, die Menge an Hausmüll, Erdgas, Strom, Wasser und Treibstoff zu reduzieren (Staats & Harland, 2002). Darüber hinaus enthält das Arbeitsbuch einen Fragebogen, der es den einzelnen Teammitgliedern ermöglicht, ihre Fortschritte zu überprüfen und so Feedback zu erhalten. Die Ergebnisse werden zudem in einem Logbuch festgehalten. Auf diese Weise können die Teammitglieder den eigenen Fortschritt und den ihres Teams verfolgen.

Ziel eines ETPs ist es, den Teilnehmenden das Gefühl zu geben, mit ihren Bemühungen etwas bewirken zu können. Hierdurch werden Optimismus, das Empfinden von Selbstkontrolle und Selbstwirksamkeit sowie das Gefühl der kollektiven Zugehörigkeit gestärkt (Abbildung 1). Begleituntersuchungen haben Langzeitwirkungen der ETPs gezeigt: Unter anderem waren die im ETP entwickelten nachhaltigen Verhaltensweisen der Teilnehmenden noch

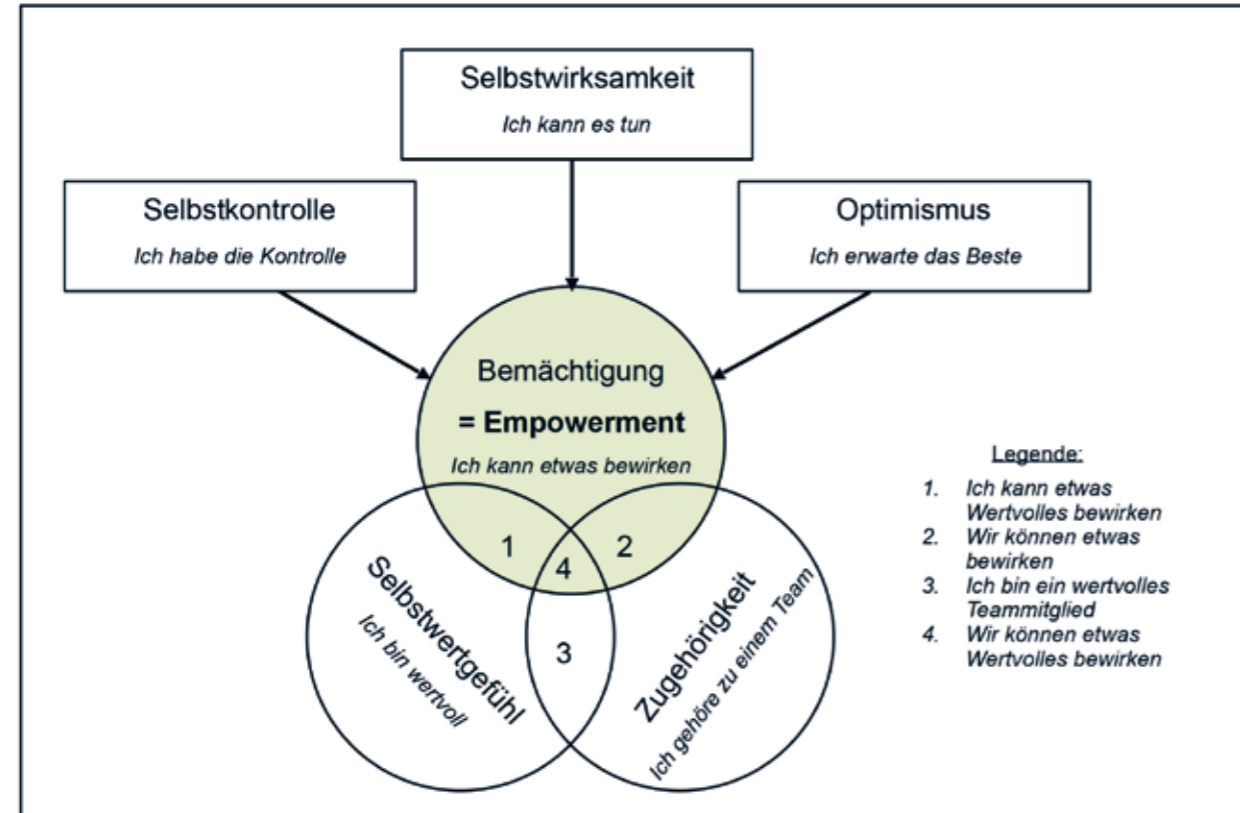


ABB.1 EINFLUSSFAKTOREN AUF „EMPOWERMENT“. VERÄNDERT NACH GELLER (1995)



ABB.2 ANSCHAUUNGSBEISPIELE

zwei Jahre nach Beendigung des Programms feststellbar (Staats & Harland, 1995). Zudem gaben 83 Prozent der Teilnehmenden an, nicht nur ihr persönliches Verhalten geändert, sondern durch ihr geändertes Verhalten auch Menschen ihres Umfeldes wie Familie und Freunde beeinflusst zu haben, nachhaltiger zu handeln.

### KOLLEKTIVE ÖFFENTLICHE SELBSTVERPFLICHTUNG – EIN TESTLAUF MIT TEENAGERINNEN UND TEENAGERN

Auch wenn ETPs mittlerweile international angeboten werden, kann die Methode der kollektiven öffentlichen Selbstverpflichtung im deutschsprachigen Raum noch als weitgehend unerforscht betrachtet werden. Die Autorinnen dieses Artikels stellten sich deshalb die Frage, ob kollektive öffentliche Selbstverpflichtung ein gangbarer Weg sein kann, Jugendliche zu einem nachhaltigeren Lebensstil anzuregen, d.h. das eingangs erwähnte „Wollen“ und „Können“ zu stärken. Im Winter 2017 wurde deshalb ein Testlauf mit zwei Gruppen von Teenagerinnen und Teenagern im Alter zwischen 14 und 19 Jahren durchgeführt. Die Rekrutierung der ersten Gruppe (zwölf Personen) erfolgte in einem Jugendkreis des CVJM und die der zweiten Gruppe (sechs Personen) an einer Berufsschule. Die Gruppengröße ent-

sprach den Vorgaben der ETPs, und die Teilnahme am Programm war freiwillig. Der inhaltliche Schwerpunkt lag auf dem alltäglichen Plastikkonsum von Menschen und den Folgen für die Umwelt. Insgesamt wurden in beiden Gruppen folgende Themenbereiche bearbeitet: (1) Kunststoffe, Verbrennung und Recycling sowie das Einweg- und Mehrwegsystem in Deutschland, (2) der Weg des Plastiks ins Meer und (3) Mikroplastik und Kosmetik.

Informationen wurden durch Präsentationen einer sachkundigen Moderatorin und durch mehrere Kurzfilme zur Verfügung gestellt. Zudem kamen Anschauungsbeispiele wie Kunststoffverpackungen, Kosmetikprodukte und Synthetikkleidung, aber auch alternative Produkte wie selbstgemachte Kosmetik, ein Waschbeutel zum Auffangen von Mikroplastik sowie Bambuszahnbürsten zum Einsatz (Abbildung 2).

Die Teilnehmenden wurden ermuntert, aufkommende Fragen zuhause zu recherchieren und die Ergebnisse beim nächsten Treffen in maximal fünf Minuten vorzustellen. Darüber hinaus wurden sie gebeten, über eigene Erfahrungen und bereits durchgeführte nachhaltige Handlungsalternativen in der Gruppe zu berichten, um so zu dem gemeinschaftlichen Informationspool beizutragen. Im Mittelpunkt stand – wie bei jedem ETP – die Gruppe, die etwas gemeinsam bewirken möchte. Dies ist gerade bei Jugendlichen in der unsicheren Phase der Pubertät bedeut-



sam, da die Gruppe, vor allem wenn sie aus Freunden und Bekannten besteht, emotionale Sicherheit und Stabilität liefert und damit für Wohlbefinden sorgt. Das Gefühl, etwas nicht alleine anpacken zu müssen, sondern Gleichgesinnte an der Seite zu haben, erhöht zudem die Bereitschaft zum Handeln. Feedbacks durch andere Gruppenmitglieder oder die Moderation stärken den Rücken, können aber auch zur Überprüfung der gesetzten Ziele dienen.



ABB.3 FEEDBACKPHASE EINER KLEINGRUPPE

## DER PROGRAMMABLAUF

Das Programm lief über fünf Wochen, in denen sich die Gruppen einmal pro Woche für 90 Minuten trafen. Es startete mit einer Einführungsveranstaltung und der Aufgabe für die Teilnehmenden, fünf Tage lang ihren alltäglichen Plastikkonsum sowie ihr Wegwerfverhalten durch das Führen eines Plastiktagebuchs zu dokumentieren. Um das in der Einführungsveranstaltung erworbene Grundlagenwissen über Kunststoffe anzuwenden, sollten sie zudem verschiedene Kunststoffsorten mit Hilfe der sich auf den Verpackungen befindenden Recycling-Codes ausfindig machen. In den nachfolgenden Gruppentreffen sollten die Teilnehmenden aus den Ergebnissen des Tagebuchs herauskristallisieren, wo unnötiges Plastik im Alltag auftritt und sich jeweils konkrete Wochenziele zu einem nachhaltigeren Verhalten setzen.

Die Treffen verliefen immer nach demselben Schema ab: Zunächst wurden in Diskussions- und Feedbackrunden die Erfahrungen der jeweils vergangenen Woche (mit Plastiktagebuch und konkreten Handlungszielen) reflektiert und neue Erkenntnisse mitgeteilt (Abbildung 3). Anschließend wurden die Rechercheergebnisse präsentiert und gemeinsam diskutiert. Die Moderatorin stellte neue Hintergrundinformationen zur Verfügung, die von Kurzfilmen zum Thema ergänzt wurden. Danach entwickelten die Teilnehmenden in Kleingruppen im intensiven Austausch und mit Hilfe von Brainstorming alternative Handlungsansätze für den Alltag, die schließlich im Plenum diskutiert wurden und zu gemeinsamen Wochenzielen führten (Abb. 4-6). Die Teilnehmenden versuchten dann, die im Kollektiv abgestimmten Wochenziele in ihrem jeweiligen Alltag umzusetzen. Beim letzten Treffen reflektierten die Gruppen

über ihre in den fünf Wochen gesammelten Ziele und Ergebnisse. Die Moderatorin beendete das Treffen mit einem Kurzfilm über das Projekt „The Ocean Cleanup“, das von dem damals erst 18jährigen Niederländer Boyan Slat ins Leben gerufen wurde. Zudem bestärkte die Moderatorin die Teilnehmenden, ihre neu angeeigneten Verhaltensänderungen beizubehalten, weiterzuentwickeln und fest in den Alltag einzuarbeiten. Leitsatz zu Beginn des Programms war das von Mahatma Gandhi überlieferte Zitat: „Wir müssen der Wandel sein, den wir in der Welt zu sehen wünschen.“ Den Abschluss bildete die Abwandlung des Zitats: „Ihr seid der Wandel, den die Welt dringend sehen sollte.“

## „JETZT SEHE ICH ÜBERALL PLASTIK“ – ERKENNTNISSE DER TEENAGERINNEN UND TEENAGER

Die Teilnahme am Programm führte bei den Teenagern und Teenagerinnen zu einer bewussteren Umweltwahrnehmung:

„Ich sehe jetzt Plastik, wo ich es früher nicht gesehen habe und ich nehme wahr, wo überall Plastik ist.“ „Es ist voll krass: Wenn ich zum Beispiel Babysitten bin, denke ich mir, oha die ganzen Spielzeuge - alles aus Plastik.“

Zudem wurde der eigene Konsum kritisch hinterfragt und es wurde nach Alternativen gesucht:

„Ich habe gemerkt, dass ich schon voll anders handle. Früher zum Beispiel habe ich nicht darüber nachgedacht, ob ich Gemüse in eine Tüte reintue oder nicht. Und jetzt mache ich es halt nicht, weil es wirklich unnötig ist.“ „Ich probiere darauf zu achten, dass ich nicht unnötig Wäsche wasche, sondern dass ich nur wasche, wenn es notwendig ist.“ „Ich gebe den Leuten mittlerweile Plastiktüten zurück, wenn sie mir welche geben. Und das hätte ich davor nie gemacht.“ „Wenn ich zum Beispiel jetzt Müll auf dem Boden sehe, habe ich voll das schlechte Gewissen, wenn ich daran vorbeigehe. Dann muss ich das aufheben.“

Das Plastiktagebuch half bei der Bewusstseinschärfung, war für manche Teilnehmende aber nicht unbedingt nötig:

„Am Anfang ist mir gar nichts eingefallen und dann, wenn du wirklich anfängst von morgens bis abends deinen Tag durchzugehen, ist es so krass: Da sind tausend Sachen, die einem auffallen.“ „Ich finde, dass man schon so darauf geachtet hat, was man an Plastik in der Hand hat; man hätte es auch ohne Tagebuch gemerkt.“

Als inspirierend wurde der Austausch innerhalb der Gruppe, besonders mit Freunden und Bekannten, angesehen:

„Ich finde es gut mit Leuten zusammen zu sein, die eine andere Meinung haben. Und dann Meinungen auszutauschen und zu sehen, was die für Ziele haben, war für mich persönlich sehr positiv.“ „Wenn es mehrere machen, ist es halt cooler

als wenn man es alleine durchzieht.“ „Ich fand positiv, dass ein paar Freundinnen von mir dabei waren und man dann öfter im Alltag darüber geredet hat, also gerade in der Schule und wie es so klappt, auf Plastik zu verzichten. Dadurch hatte man es einfach mehr im Gedächtnis.“

Durch Gespräche oder das Vorleben neuer Handlungen wurden Teilnehmende zu Multiplikatorinnen und Multiplikatoren ihrer Ziele und Werte:

„Man kam da meistens gar nicht drum herum. Wenn jemand gefragt hat, was machst du am Wochenende und ich geantwortet habe, ich gehe zum Öko-Workshop, war es gleich ein Gesprächsthema: Man konnte immer etwas erzählen und meine Familie hat es voll interessiert, was wir gemacht haben.“ „Ich benutze jetzt diese Holzzahnbürste. Meine Geschwister haben das mitbekommen und gesagt, dass sie auch eine haben wollen.“ „Zum Beispiel nehmen wir in der Familie jetzt verwertbare Biobeutel für den Biomüll.“ „Mir ist aufgefallen, dass immer, wenn ich nach Hause gegangen bin, ich plötzlich angefangen habe zu fragen, warum wir diese Flaschen und nicht die anderen verwenden.“

Dies führte in der entsprechenden Familie zum Umdenken. Sie ging vom Joghurt im Plastikbecher auf ein Glas-Mehrwegsystem über. Es wurden allerdings auch negative oder erschwerende Einflüsse wie zum Beispiel der hohe Zeitaufwand, die Schwierigkeit, Alternativen zu finden oder alte Gewohnheiten zu ändern und der (negative) Einfluss der Eltern genannt. Dieser stellte aber nicht immer ein Hindernis dar. Angeregt durch das Programm nahm eine Teilnehmerin gegen den Willen ihrer Eltern eine Trinkflasche aus Glas mit in die Schule.



ABB.4 KURZFILME ALS TEIL DER HINTERGRUNDINFORMATION

## „VOLL OK“ – EVALUATION DES PROGRAMMS DURCH DIE TEENAGERINNEN UND TEENAGER

Das Thema wurde von allen Teilnehmenden für gut befunden:

„Weil es aktuell ist und wir jetzt in einem Alter sind, in dem wir mehr darüber nachdenken, was richtig ist und was man

selbst verändern könnte.“ „Weil es jeden betrifft und jeder damit konfrontiert ist, jeder damit etwas anfangen kann und jeder vielleicht eine andere Idee hat, wie man Kunststoff einsparen kann. Und man denkt eigentlich jeden Tag daran, weil man jeden Tag mit Kunststoffen zu tun hat.“

Die Vorauswahl der verschiedenen Themen durch die Moderatorin wurde begrüßt, da sonst die Entscheidungsfindung in der Gruppe zu lange gedauert hätte oder es allgemein schwierig gewesen wäre, einen Konsens zu finden:

„Ich weiß ja nicht so viel. Von dem her fand ich es voll okay. Ich habe mir nie gedacht, ah, ein anderes Thema wäre auch cool gewesen.“

Inhalt, Aufbau und Ablauf der kollektiven Selbstverpflichtung erhielten große Zustimmung:

„Die Wochenziele waren gut, weil man nicht nur einen Tag, sondern die ganze Woche beschäftigt war.“ „Die Kurzfilme haben mir gut gefallen, denn auch Zuhause gucke ich mir so kleine Filme an. Wenn man so einen Film ansieht, ist man interessierter am Thema.“ „Ich finde es cool, wenn man viele Informationen in kurzer Zeit veranschaulicht bekommt und der Kopf dann das Neue verknüpft.“

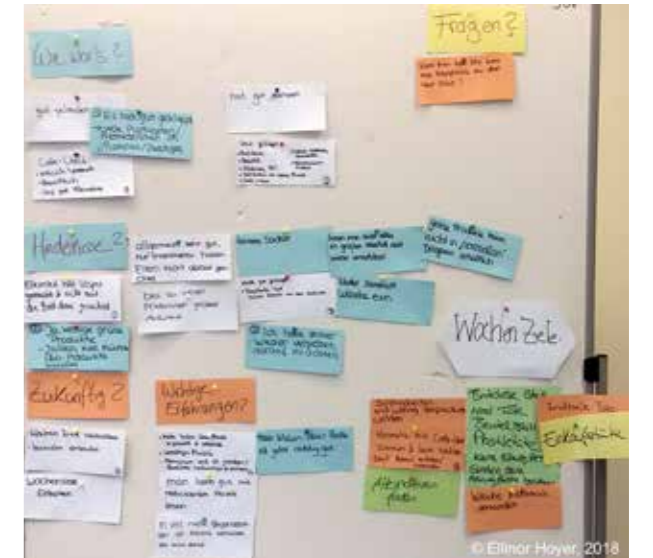


ABB.5 AUSARBEITUNG DER GRUPPENZIELE

Die detaillierten Informationen zur Struktur und zum Ablauf des Programms wurden besonders positiv hervorgehoben und dienten dem Erfolg. Auch die sich ähnelnde Struktur der Einzelveranstaltungen wurde als gut empfunden, da sich die Teilnehmenden schnell in die wöchentlichen Treffen einfinden konnten. Die Moderatorin wurde als geeignete Wissensvermittlerin und als Vorbild wahrgenommen.

Das Feedbacksystem zum Verhalten und zur Entwicklung der einzelnen Teilnehmenden wurde als geeignet angesehen. Es ermöglichte einen regelmäßigen Austausch der Gruppenmitglieder untereinander sowie mit der Moderatorin und schloss zudem einen Wissenstransfer sowie die Möglichkeit zur Reflexion mit ein:

„Ich finde es voll gut aufgebaut, wenn man am Anfang erst über die vergangene Woche redet und reflektiert und dann neue Infos bekommt, über die man sich zur neuen Woche Gedanken machen kann.“

Die Feedbackmöglichkeit trug zum Gruppenklima bei und förderte gleichzeitig die Bestätigung und Festigung des eigenen Handelns. Allerdings gab es auch schweigende Gruppenmitglieder, die sich im kollektiven Gespräch zurückhielten. Die Zurückhaltung kam vorwiegend von Teilnehmenden, die nur wenige Bekannte in der Gruppe hatten.



ABB. 6 WOCHENZIELE EINER GRUPPE

## KOLLEKTIVE ÖFFENTLICHE SELBSTVERPFLICHTUNG MIT TEENAGERINNEN UND TEENAGERN – ZIEL ERREICHT

Das Ziel des Programms, junge Menschen in ihrer Ideenentwicklung und Lösungsfindung anzuleiten und zu unterstützen, wurde erreicht. Zudem wollten die meisten Teilnehmenden ihre Verhaltensänderungen auch in Zukunft beibehalten oder sogar noch steigern. Auch wenn sich Verhaltensänderungen bei Teenagerinnen und Teenagern dem Anschein nach nur auf Kleinigkeiten beziehen, haben sie meist nachfolgende Wirkungen auf das Gesamtmuster des Lebensstils. So können auf Veränderungen, die als Kleinigkeiten betrachtet werden, gewichtige Umgestaltungen des Alltags folgen - sei es im Tätigkeitsbereich oder auch in einer Multiplikatorfunktion für andere Personen (Bruppacher, 2008). Durch das Programm wurden die Teilnehmenden zu Multiplikatorinnen und Multiplikatoren für Gespräche und Handlungen in ihrem sozialen Umfeld, besonders in der Familie und im Freundeskreis. Mit Blick auf Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) spricht das Programm zwei wesentliche Komponenten der Gestaltungskompetenz an. Die Teilkompetenzen „sich und andere motivieren können, aktiv zu werden“ und „gemeinsam mit anderen planen und handeln können“ wurden durch die kollektive Selbstverpflichtung und die in der Gruppe entwickelten Wochenziele mit anschließender praktischer Umsetzung im persönlichen Alltag erfüllt. Es wäre deshalb

wünschenswert, wenn die Methode im schulischen Kontext auf Anklang stoßen würde.

Es zeigte sich im Laufe des Programms, dass die geringe Verfügbarkeit plastikfreier Produkte, aber auch die hohen Kosten von Alternativprodukten ein Hindernis waren. Um diesem Hindernis zu begegnen, wurden Möglichkeiten zur Selbstherstellung kunststofffreier Produkte behandelt, was von einigen Teilnehmenden später ausprobiert wurde. Dieser Aspekt könnte in zukünftige ETPs mit Jugendlichen stärker eingebaut werden. Insgesamt zeigten sich trotz Hindernissen Verhaltensänderungen hin zu einem nachhaltigeren Lebensstil. Dies soll abschließend anhand einiger Aussagen der Teilnehmenden, denen unser Dank gilt, da sie die Studie erst ermöglichen haben, verdeutlicht werden:

„Ich fand es sehr cool und man konnte viel Neues lernen. Und ich fand es auch cool, weil das ein ziemlich aktuelles Thema ist. Und das Programm hat mein Leben verändert. Also das hört sich jetzt voll komisch an, aber man nimmt jetzt die Umwelt anders wahr. Ich finde, das hat schon geholfen.“ „Mir hat es mega Spaß gemacht und ich bereue es auf jeden Fall nicht, weil es cool war so viel zu lernen.“ „Das Programm hat mir ein neues Bewusstsein für Plastik gegeben und was Plastik so anrichten kann. Es hat dabei geholfen, Alternativen zu finden, wie ich Plastik einsparen kann.“ „Da trifft man sich mit ein paar Leuten, redet und informiert sich über Plastik und entwickelt ein gutes Bewusstsein für den Plastikverbrauch.“ „Ich fand gut, dass man sich so austauschen und mit anderen über seine Erfahrungen mit den Wochenzielen reden konnte. Dass man neue Impulse bekommen hat, fand ich auf jeden Fall auch gut.“ „Ich habe Alternativen gefunden, Plastik zu ersetzen und gleichzeitig habe ich ein Bewusstsein für meinen Plastikkonsum bekommen.“ „Wir wurden darauf aufmerksam gemacht, wo wir zukünftig etwas verändern können, und dass wir nicht die Einzigen sind, sondern dass es noch viele andere Leute gibt.“ ■



**PROF. DR. PETRA LINDEMANN-MATTHIES** STUDIERT DIE FÄCHER BIOLOGIE, GEOGRAPHIE UND PHYSIK FÜR DAS LEHRAMT AN GYMNASIEN IN MARBURG UND MÜNSTER. NACH DEM 2. STAATSEXAMEN ARBEITETE SIE ZUNÄCHST ALS LEHRERIN IN GÖTTINGEN, UM DANN AN DIE UNIVER-

SITÄT ZÜRICH ZU WECHSELN, WO SIE PROMOTIERTE UND HABILITIERTE. ALS WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITERIN LEITETE SIE AM INSTITUT FÜR EVOLUTIONSBIOLOGIE UND UMWELTWISSENSCHAFTEN DIE ARBEITSGRUPPE IN UMWELTBILDUNG UND NATURWAHRNEHMUNG. SEIT 2010 IST SIE PROFESSORIN FÜR BIOLOGIE UND IHRE DIDAKTIK AN DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE.



**ELLINOR HOYER** ERWARB DEN BACHELOR OF SCIENCE AN DER HOCHSCHULE ALBSTADT-SIGMARINGEN IN LEBENSMITTEL, ERNÄHRUNG UND HYGIENE UND IST SEIT JULI 2018 ABSOLVENTIN DES MASTERSTUDIENGANGS BIODIVERSITÄT UND UMWELTBILDUNG DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE. SIE WIDMETE SICH IN IHRER MASTERARBEIT DEM KONSUM UND NACHHALTIGEN LEBENSSTIL VON TEENAGERINNEN UND TEENAGERN UNTER VERWENDUNG DER METHODE DER KOLLEKTIVEN ÖFFENTLICHEN SELBSTVERPFLICHTUNG. EHRENAMTLICH WAR SIE ACHT JAHRE ALS JUGENDMITARBEITERIN IM CVJM TÄTIG.



## LITERATUR

- BMUB (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit) (2017).** Nationales Programm für nachhaltigen Konsum. Gesellschaftlicher Wandel durch einen nachhaltigen Lebensstil. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/nachhaltiger\\_konsum\\_broschuere\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/nachhaltiger_konsum_broschuere_bf.pdf)
- BRUPPACHER, S. (2008).** Wie und warum eignen wir uns einen nachhaltigen Lebensstil an? Umweltrelevantes Handeln in Privathaushalten und dessen Veränderung. *Wissenschaft & Umwelt*, 11, 216-223.

- CALMBACH, M., BORGSTEDT, S., BORCHARD, I., THOMAS, P., & FLAIG, B. B. (2016).** Wie ticken Jugendliche 2016? Lebenswelten von Jugendlichen im Alter von 14 bis 17 Jahren in Deutschland. Wiesbaden: Springer.
- GELLER, E. S. (1995).** Integrating behaviorism and humanism for environmental protection. *Journal of Social Issues*, 51, 179-195.
- GOSEN, M., SCHOLL, G., HOLZHAUER, B., & SCHIPPERGES, M. (2015).** Umweltbewusstsein in Deutschland 2014 - Vertiefungsstudie: Umweltbewusstsein und Umweltverhalten junger Menschen. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationentexte\\_77\\_2015\\_umweltbewusstsein\\_in\\_deutschland\\_2014\\_vertiefungsstudie.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationentexte_77_2015_umweltbewusstsein_in_deutschland_2014_vertiefungsstudie.pdf)
- SCHOLL, G., GOSEN, M., HOLZHAUER, B., & SCHIPPERGES, M. (2017).** Umweltbewusstsein in Deutschland 2016. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/umweltbewusstsein\\_deutschland\\_2016\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/umweltbewusstsein_deutschland_2016_bf.pdf)
- STAATS, H., & HARLAND, P. (1995).** The EcoTeam Program in the Netherlands. Study 4: A longitudinal study on the effects of the Eco Team Program on environmental behavior and its psychological backgrounds. Leiden University: Centre for Energy and Environmental Research.
- STAATS, H., & HARLAND, P. (2002).** Durable proenvironmental behavior change. In: G. Bartels & W. Nelissen (Hrsg.): *Marketing communication and sustainability. The development of transactional policy making* (S. 365-372). Amsterdam: IOS Press.



UTE WIEGEL

# Gut verpackt: Lernen von der Natur

*Die Natur in ihrer Vielfalt ist die Grundlage für alles menschliche Leben und Wirken und so auch die Quelle unserer Inspiration und Innovationsfähigkeit.*

Das Projekt „Gut verpackt: Lernen von der Natur“ wurde von 2014–2017 im Rahmen des Programms „Nachhaltigkeit lernen – Kinder gestalten Zukunft“ von der Baden-Württemberg Stiftung in Kooperation mit der Heidehof Stiftung gefördert und unter Federführung des Instituts für Biologie und Schulgartenentwicklung an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe entwickelt, ausgearbeitet und erprobt.

„Gut verpackt: Lernen von der Natur“ bietet als außerschulisches und schulisches Umweltbildungsprojekt einen nicht alltäglichen Zugang zu dem aktuellen Umweltthema „Verpackung“. Es beruht auf einem Konzept, das Naturerfahrung und Naturbetrachtung mit dem technischen Ansatz der Bionik bzw. des Lernens von der Natur verbindet. Für die im Folgenden dargestellte Herangehensweise ist bisher in der schulischen und außerschulischen Bildungslandschaft kaum etwas Vergleichbares zu finden.

## EIN MOBILES PROGRAMM FÜR DEN EINSATZ IN SCHULE, MUSEUM, KITA, HORT

Grundidee des Projekts war es, den Gedanken „Lernen von der Natur für eine verantwortungsvolle Nutzung der Technik“ am Beispiel „Verpackung“ als eine verleihbare mobile Einheit im Koffer für eine breite Zielgruppe didaktisch aufzubereiten. Entstanden ist ein offenes interdisziplinäres Programm aus acht in sich abgeschlossenen Themen Schwerpunkten, zu denen die Materialien jeweils in einer Forschungskiste zur Verfügung gestellt werden.

Das Angebot ermöglicht angeleitetes und eigenständiges Experimentieren sowie Erfinden im Sinne des bionischen Denk- und Handlungsprozesses (Hill, 2006). Ähnliches ist bereits 2012 am Beispiel der MINT-Box „Von Früchten und Samen das Fliegen lernen“ (Wiegel & Martens, 2012) umgesetzt worden und immer noch nachgefragt. Für den Einsatz bei der jeweiligen Zielgruppe werden die Materialien den jeweiligen Erfordernissen entsprechend individuell in einer Forschungskiste zusammengestellt: Beispiele sind übliche Verpackungen, natürliche Gegenstände als mögliche Vorbilder für Erfindungen und Versuchsanordnungen sowie alle notwendigen Geräte und

Materialien zum Anfertigen von neuen fantasievollen Verpackungen oder technischen Modellen für neue Verpackungssysteme. Ein Praxis-Leitfaden mit Projektvorschlägen und Sachinformationen ist in Arbeit.

Vorrangig wurde das Programm für Kinder zwischen acht und zwölf Jahren konzipiert, wobei sich einzelne Angebote auch bei Vorschulkindern bewährt haben. Außerdem liegen gute Erfahrungen mit speziellen generationenübergreifenden museumspädagogischen Freizeitprogrammen vor. Hier wurde erfolgreich mit heterogenen Gruppen, die sich in ihrer Alters- und Sozialstruktur unterschieden, gearbeitet.

## Was ist eine Verpackung?

„Die Verpackung ist eine lösbare Umhüllung, die gezielt dazu angebracht wird, um einen Gegenstand zu schützen.“  
<http://xpaket.de/verpackung>

„Eine Verpackung ist die gezielt angebrachte, ohne größeren Aufwand lösbare Umhüllung eines Produktes.“  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Verpackung>

„Eine biologische Verpackung ist eine an das Lebewesen angepasste multifunktionale Hülle.“

„Die Grenzfläche Verpackung ist ein Schlüsselement für Lebensprozesse – und das gilt für kleinste biologische Membranen ebenso wie für die Borken der Mammutbäume“ (Küppers, U.E.W., Grenzflächen des Lebens – Bionik der Verpackung, Biologie in unserer Zeit, Nr.4, 2002, S. 218 – 226)

## VON DER IDEE ZUM MOBILEN ANGEBOT

Seit der Antragstellung für das Projekt „Gut verpackt: Lernen von der Natur“ im Jahr 2013 ist das Thema „Verpackung“ insbesondere in Verbindung mit der Kunststoff- und Plastikproblematik zunehmend stärker in den Medien präsent und in breiten Bevölkerungskreisen angekommen. So ist es als Gegenstand der Umweltbildung bzw. der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) bestens geeignet, achtsames und verantwortungsbewusstes Verhalten gegenüber

der Natur und den natürlichen Ressourcen zu vermitteln und einzuüben. Bionik - Lernen von der Natur - fügt sich nahtlos in das Konzept der BNE ein und weckt durch die unerwartete Akzentsetzung Interesse. Die Biodiversität ist dabei die zentrale Erfahrungsgrundlage für eine Verknüpfung von Natur, Technik, individueller Handlungsmotivation und gesellschaftlicher Verantwortung.

Bionik öffnet Kindern und Erwachsenen den Blick auf die Natur als Erfinderin oder Ingenieurin. Sie fördert realitätsbezogenes, vernetzendes, transdisziplinäres Denken, mutiges Querdenken, Spielfreude, Fantasie und Kreativität und betont nicht die Polarisierung zwischen der lebendigen Natur und der tendenziell die Biodiversität bedrohenden Technik. Lebewesen werden als Gegenstand emotionaler Zuwendung wahrgenommen und zusätzlich als eine nahezu unerschöpfliche und erhaltenswerte Quelle unserer Inspiration für Kunst, Wissenschaft und Technik erlebt.

Anknüpfend an die Alltagserfahrung der Kinder werden Verpackungen unter die Lupe genommen: Womit wird was für welchen Zweck verpackt? Wie verpackt der Mensch? Wie und womit verpackt die Natur? Welche Eigenschaften haben die natürlichen Verpackungen? Was geschieht mit der Verpackung nach dem Gebrauch? Können wir von den Verpackungen der Natur etwas lernen bzw. abschauen?



**WIE RUTSCHIG IST DIE BANANENSCHALE TATSÄCHLICH?**  
© U. WIEGEL

Während der Projektlaufzeit wurden in den Bionik-Seminaren der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe gemeinsam mit Studierenden zahlreiche Wissensgebiete aus der Biologie und dem Verpackungswesen in die Tiefe und Breite gehend ausgelotet und aus einer neuen Perspektive heraus erschlossen. Lebewesen und ihre Bestandteile sind durch Grenzschichten oder Hüllen voneinander getrennt. Insofern steht für die Betrachtung „natürlicher Verpackungen“ eine nahezu unendliche Fülle von Objekten zur Verfügung. Alles in der Natur ist für verschiedenste Zwecke verpackt, umhüllt, sortiert,... und so liefern uns die Verpackungslösungen der Natur nicht nur Anregungen für neue Verpackungstechniken, sondern auch für menschliche „Schutzverpackungen“ wie zum Beispiel Motorradhelme, Rückenprotektoren, Knieschützer oder Schutzkleidung für Senioren und Kleinkinder.

Insgesamt sind im Laufe des Projekts 40 Ideenskizzen entstanden. Aus diesen wurden nach und nach die inter-

essanten und praktikablen Ansätze ausgewählt, jeweils mit der Zielgruppe erprobt, sukzessive verbessert und schließlich in den Katalog für das verleihbare Angebot aufgenommen. Die Studierenden profitierten in mehrfacher Hinsicht: Sie übten sich im ergebnisoffenen Ausprobieren, im erfahrungsbasierten Wissenserwerb und im Transfer neuer Inhalte in den Bildungsprozess. All das ist im normalen Studienalltag nicht die Regel. Es macht Freude und stärkt das Selbstvertrauen der Studierenden in die eigenen innovativen Fähigkeiten.



**PRÄSENTATION DES STUDENTISCHEN PROJEKTS**  
**„GRANATAPFELBIONIK“ © E. HEROLD**

Für die Erprobungen der Projektteile, Einzelthemen und Module mit verschiedenen Zielgruppen wurde ein gut funktionierendes Netzwerk von Kooperationspartnern aufgebaut:

- KITA im Gewerbehof in Karlsruhe
- Leopoldschule Karlsruhe (Ganztagsgrundschule)
- Hektor Kinderakademie in der Schülerakademie Karlsruhe e.V.
- Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe (SMNK)
- Fachdidaktischer Qualifikationslehrgang NaDiQuAk der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe (bis 2017)

Bereits nach der ersten studentischen Projektphase im Rahmen des Bionik-Seminars wurden die möglichen natürlichen Vorbilder auf Fruchtschalen und Eier eingegrenzt. Diese Objekte leuchten selbst Vorschulkindern als „Verpackungen“ unmittelbar ein. Biologisch handelt es sich dabei durchaus um komplexe Struktur- und Funktionszusammenhänge, die es zu verstehen und didaktisch angemessen zu reduzieren gilt.



**VERPACKUNGEN DER NATUR © B. NUSSBÄCHER**

Als Resultat stand schließlich folgendes Programm, das aus acht Modulen besteht:

**„Wie verpackt der Mensch?“**, ab 5 Jahren: Kinder verpacken sich selbst oder Geschenke und sammeln verpackte Dinge. Sie bestimmen die Aufgaben der einzelnen Verpackungen und bewerten ihren Nutzen.

Die vorgeschlagenen Verkleidungsspiele werden mit speziellen Aufgabenkarten initiiert. Sie zeigen bildlich dargestellte Anlässe, für die jemand aus einem Fundus von Requisiten verkleidet werden soll. Zu sehen sind z.B. ein Sandstrand, das Meer, die Sonne oder Schneewetter. Alt und Jung, aber auch kleine und große Leseunkundige oder Menschen mit geringen Deutschkenntnissen können mitmachen und haben ihren Spaß dabei.

**„Die Zitrone im Schutzanzug“**, ab 8 Jahren, Teile davon bereits ab 5 Jahren: Die Schale von Zitrusfrüchten wird als stoßdämpfende, bruch sichere und gegen Hitze, Kälte und Verdunstung schützende Verpackung analysiert und beschrieben. Sie besteht aus einem Gradienten-Verbundmaterial, einem möglichen natürlichen Vorbild für zahlreiche stoßdämpfende Schutz einrichtungen.

**„Alles Banane“**, ab 8 Jahren, Teile ab 10 Jahren: Was hat eine Bananenschale mit Stahlbeton gemeinsam? Was zeigen uns dazu der Aufbau und die Materialeigenschaften der Bananenschale? Das Bauprinzip ist in der Technik weit verbreitet: Sie ist ein Beispiel einer besonders reißfesten multifunktionalen Verpackung aus einem faserverstärkten Verbundmaterial.

**„Erdnussbionik“**, ab 11 Jahren: Wie bei allen Fruchtschalen handelt es sich auch hierbei um eine multifunktionale Hülle aus Verbundmaterial. Die Materialanalyse kann zu fantasievollen Erfindungen anregen, die entsprechend der bionischen Arbeitsweise auch in völlig anderen Bereichen zum Einsatz kommen, beispielsweise in der Architektur.

**„Wie geht's auf?“**, ab 10 Jahren: Aufreißfäden beim Kaugummipäckchen oder Ring-Pull-Verschlüsse bei Getränkedosen haben verblüffend ähnliche Entsprechungen

in der Natur: Bohnen, Erbsen, Bananenschale ... Hat die Banane tatsächlich Pate gestanden für den Ring-Pull-Verschluss?

**„Aufräumen nach dem Vorbild der Natur“**, ab 11 Jahren: Hilft uns der Granatapfel im Kinderzimmer Ordnung zu schaffen? Junge Bionikerinnen und Bioniker entdecken die Geometrie in der Natur und finden kreative Lösungen, z.B. für Stapelsysteme ihrer Spielsachen.

**„Knospen – Falten machen's klein“**, ab 11 Jahren: Blüten- und Blattknospen wird ein Geheimnis entlockt: Falten sind ein universelles multifunktionales Prinzip; sie sparen Platz, schützen und regen zu neuen Gestaltungen an.

**„Wenn die Verpackung nicht mehr gebraucht wird“**, ab 8 Jahren: Verpackungen belasten die Umwelt, besonders, wenn sie als Müll in der Landschaft landen. Was kann die oder der einzelne tun, um Verpackungsmüll zu vermeiden? Wie geht die Natur mit Abfall um? Klar, natürliche Verpackungen sind kompostierbar und damit weitgehend recyclingfähig.

### **„DIE ZITRONE IM SCHUTZANZUG“ – ODER WIE WIR EINE AUFPRALLDÄMPFENDE HANDY-HÜLLE ERFINDEN**



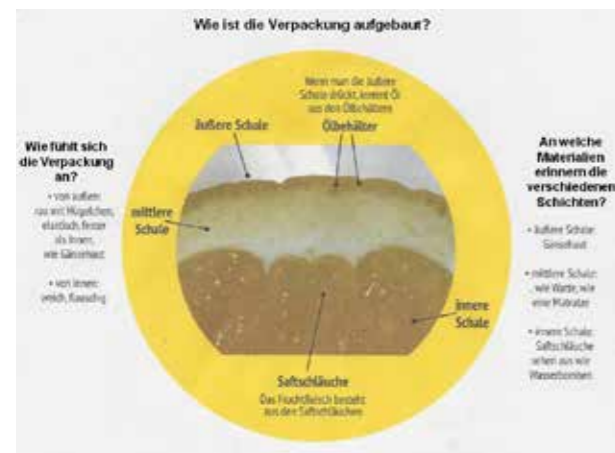
**AUS WELCHEN SCHICHTEN IST DIE POMELOSCHALE AUFGEBAUT? © U. WIEGEL**

Am Anfang steht die Überlegung, welcher natürliche Gegenstand dafür als Vorbild infrage kommt: Im Idealfall

suchen die Kinder geeignete Objekte draußen in der Natur: Kastanien, Nüsse, Hagebutten ... Es empfiehlt sich, diese Sammlung mit dickschaligen Pomelos oder anderen Zitrusfrüchten zu ergänzen. Roskastanien sind als Untersuchungsobjekt ebenfalls hervorragend geeignet. Ihre Reifezeit liegt jedoch Anfang September, in einer Zeit, in der in der Regel in Baden-Württemberg noch Sommerferien sind.

Im nächsten Schritt werden die Verpackungen der Natur in einfachen Aufprall- und Quetschversuchen getestet: Welche übersteht einen Aufprall aus zwei Metern Fallhöhe am besten? Was passiert, wenn sie von einem schweren Schlag getroffen oder langsam in der „Quetschmaschine“ gedrückt wird? Die stabilste „Verpackung“ – in der Regel die beeindruckend große Pomelo – wird für weitere Untersuchungen ausgewählt.

Daraufhin wird gemeinsam der Frage nachgegangen, welche Bauprinzipien der Fruchthülle deren aufpralldämpfende Eigenschaft bewirken: Zunächst lernen die Kinder die Fruchthülle als Verpackung für die Samen als das zu schützende Packgut, kennen. Anschließend wird die Verpackung genauer unter die Lupe genommen, indem die Fruchthülle in ihre Bestandteile zerlegt und ihre Anatomie so genau wie möglich untersucht wird. Zu erkennen ist die mehrschichtige Schale, deren Aufbau sich von außen nach innen allmählich verändert: Im Randbereich sieht das Gewebe feinporig und dicht aus, weiter zum Fruchtfleisch hin wird es watteartig locker mit immer größeren Hohlräumen. Die äußerste Randschicht enthält die Ölbehälter. Das Fruchtfleisch besteht aus den Spalten mit zahlreichen Saftschläuchen. Es wird ein Schichtenmodell gezeichnet, in dem den einzelnen Elementen Eigenschaften und Funktionen zugeordnet werden können. Ingenieurinnen und Ingenieure würden die Schale der Pomelo, der größten Zitrus-Zuchtform, als ein Mehrkomponentenmaterial mit Gradienteneigenschaften bezeichnen - ein Material, bei dem sich die Eigenschaften von außen nach innen allmählich ändern. Kinder finden fantasievollere Bezeichnungen.



**ANATOMISCHE ANALYSE DER ZITRUSFRUCHTSCHALE. GRAFIK © A. MARCI**

Nun wird erforscht, ob das bei der Pomelo gefundene Verpackungsprinzip für unsere Problemlösung geeignet ist: Entsprechend der Analyse wird ein Materialmodell erstellt.

Dafür steht den Kindern ein Fundus verschiedener Stoffe, Papiere, Schaumstoffe und weiterer Materialien zur Verfügung. Eine wichtige Anforderung ist, das Material so sparsam wie möglich zu verwenden. Schließlich wird die Tauglichkeit mit einem rohen Ei getestet, das in das neue Material eingehüllt einen Sturz aus zwei Metern Höhe überstehen soll. Siegermaterial ist die leichteste Verpackung, die am wenigsten Material verbraucht hat. Mit der Vorauswahl an Modellbaumaterialien lassen sich der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe und die Anforderung an die fantasievolle Kreativität variieren.



**DAS SIEGERMATERIAL © U. WIEGEL**

Zum Abschluss wird überlegt, ob die neue Erfindung ein Fortschritt im Verpackungswesen ist: Die Kinder diskutieren das Für und Wider ihrer Erfindung: Haben wir eine gute Verpackung erfunden? Brauchen wir überhaupt solch eine aufwändige Spezialverpackung und wenn ja, wofür? Welche Bedingungen muss sie erfüllen, um besser zu sein als bereits existierende Verpackungen? Was passiert mit der Verpackung, wenn sie nicht mehr gebraucht wird?



**FROSCHLAICH © PRILL - CAN STOCK PHOTO INC**

### FROSCHLAICH IST INNEN ECKIG

Die Versuchstechnik zur Demonstration von Formbildungsvorgängen wurde für das Modul „Aufräumen nach

dem Vorbild der Natur“ entwickelt. Es geht dabei um Naturobjekte, die sich als Vorbild für platzsparendes Sortieren, Anordnen oder Stapeln von Gegenständen wie z.B. Waben eignen. Zahlreiche Polyederformen in der Pflanzenwelt wie z.B. die Samen im Granatapfel, die Sammelfrucht der Himbeere, die Kerne der Hagebutte oder die geldrollenartig gestapelten Samen der Iris sind hierfür Beispiele. Froschlaich bildet eine nicht alltägliche Ergänzung.

Am Beispiel Froschlaich kann gezeigt werden, dass Formen in der Natur unter Einwirkung bestimmter äußerer Faktoren zwangsläufig entstehen können und nicht, wie landläufig vermutet, aufgrund genetischer Festlegung zustande kommen. Der hier beschriebene Demonstrationsversuch verdeutlicht die Entstehung von Polyederformen unter bestimmten äußeren Bedingungen. Er ist für Kinder von acht bis zwölf Jahren konzipiert und wurde bei der Tagung der Gesellschaft für Limnologie 2017 in Cottbus zum Renner bei den Schulklassen, die zur Aktionstheke „Wasser & Bildung“ kamen.

Froscheier sind von einer dünnen Gelschicht umhüllt, die nach dem Absetzen des Laichs im Kontakt mit Wasser stark aufquillt. Auch wenn der frisch abgelegte Laich zunächst wie eine Ansammlung kleiner Kugeln aussieht, sind bei genauerer Betrachtung zwischen den einzelnen Gelhüllen plane Grenzflächen zu erkennen. Im Innern des Ballens sind Eier vieler verschiedener Polyederformen zu vermuten.

Daraus ergibt sich die Frage: Wie entstehen diese mehrflächigen Formen?

Auffällig ist die Ähnlichkeit mit Seifenblasen, zudem ist die Formbildung aufgrund der energetisch günstigsten Anordnung der im Wasser schwimmenden Gelkugeln nicht von der Hand zu weisen. Das Zustandekommen des „Polyederhaufens“ kann folgendermaßen beschrieben werden:

Der frisch abgelegte Froschlaich nimmt in kurzer Zeit sehr viel Wasser auf. Dadurch werden die einzelnen Eier rasch größer. Gleichzeitig wird der Laichballen vom umgebenden Wasser an einer entsprechend raschen Volumenzunahme gehindert. So drücken sich die elastischen Gelhüllen gegenseitig in die Polyederformen.

### VERSUCHSAUFBAU

Der beschriebene Sachverhalt soll nun mit einem möglichst einfachen Experiment demonstriert werden. Naheliegender ist es, zahlreiche Froscheimodelle in einem „Ballen“ gleichzeitig an Größe (Volumen) zunehmen zu lassen und diese Ansammlung so zu gestalten, dass auch im Innern des „Ballens“ Formveränderungen zu beobachten sind. Mit Wasser befüllbare Luftballons („Wasserbomben“) eignen sich zwar bestens als Modelle für den Laich, es bedarf jedoch einer aufwändigen Anlage, um alle Ballons gleichzeitig mit Wasser zu füllen und in einem transparenten Gefäß die Verformungen sichtbar zu machen. Das Prinzip kann genauso gut demonstriert werden, wenn die in ein Gefäß gestapelten wassergefüllten Ballons von außen zusammengequetscht werden:

Benötigt werden dafür ca. 50 kleine Luftballons, die mit etwa 50 ml Wasser luftblasenfrei gefüllt werden, so dass sie einigermaßen gleich groß sind. Die Wasserkugeln lässt man eine Zeitlang ruhen; dadurch werden sie weicher, stärker verformbar und platzen nicht so leicht.

Als Vorrichtung zum Verformen der Wasserkugeln wurde eine handelsübliche Obstpresse umgebaut: Der Saftauffangteller wird durch ein Holzbrett ersetzt, darauf stellt man einen Zylinder aus Plexiglas. Die Metallscheibe am Ende der Spindel drückt beim Herabdrehen direkt auf eine Plexiglasscheibe, die das Quetschgut bedeckt.



**KINDER EXPERIMENTIEREN MIT DER „QUETSCHMASCHINE“ © V. GRIENER, SMNK**

... und so wird's gemacht:

Die Wasserbomben werden zunächst in den Plexiglaszylinder gestapelt, wobei der Boden mit etwa sieben bis zehn Wasserkugeln dicht bedeckt wird. In den darüber liegenden zwei bis vier Schichten kann mit verschiedenen Legemustern experimentiert werden, z.B. Lücke auf Lücke oder direkt übereinander. Die Kugeln werden mit der Platte aus Plexiglas abgedeckt und durch Drehung der Spindel gequetscht.

Welche Formen sind zu erkennen? Sehen die Körper gleich aus? Wenn nicht, welche Formen herrschen vor? Was passiert, wenn die Größe und Anzahl der Kugeln verändert wird? Welche Formen entstehen bei regelmäßiger, unregelmäßiger oder zufälliger Ausgangsanordnung?



ABB.10 JE NACH STAPELMUSTER ENTSTEHEN BEIM QUETSCHEN UNTERSCHIEDLICHE FORMEN © U. WIEGEL

## BEOBACHTUNG UND INTERPRETATION

Die in der Mitte liegenden Kugeln erhalten so viele Flächen wie Kugeln außen herum liegen. Die Kugeln werden so stark gedrückt, dass sie jede Lücke ausfüllen. Dabei werden sie eckig. Die außen liegenden Kugeln werden auf der einen Seite platt, weil sie gegen die Wand gedrückt werden. Am Ende passen sie in einen niedrigeren Raum als am Anfang. Je nach Stapelmuster entstehen beim Quetschen unterschiedliche Formen mit überwiegend fünf- und sechseckigen Flächen. In der mittleren Reihe sind von außen auch regelmäßige Sechsecke zu sehen. Auf dem mittleren Bild sind ebenfalls drei Reihen ähnlich großer Wasserbomben zu sehen, die jedoch nicht auf Lücke, sondern direkt übereinander gestapelt wurden. Abbildung 10 rechts zeigt ein Flächenmuster, das bei unregelmäßiger Zufallsanordnung entstehen kann. Die in den Quetschversuchen zu erkennende Häufigkeit von Mustern mit fünf- und sechseckigen Grenzflächen ist der im Froschlaich ähnlich.

Die Quetschversuche verdeutlichen auf der für die Zielgruppe angemessenen Verständnisebene, dass die Größe und Anordnung der Objekte die Rahmenbedingungen für das Entstehen unterschiedlicher Polyederformen bestimmen und so auch in der Natur unter definierten äußeren Bedingungen zwangsläufig geometrische Figuren entstehen können.

Voraussichtlich Anfang 2019 erscheint ein Leitfaden mit Anregungen für schulische und außerschulische Projekte zum Thema Verpackung und Bionik. Die „Quetschmaschine“ – sie ist auch für andere Quetschtests z.B. für Materialprüfungen geeignet – kann wie zahlreiche andere Materialien und Geräte von Lehrkräften der Region kostenlos entliehen werden. ■



**UTE WIEGEL** IST DOZENTIN FÜR BIONIK AN DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE UND UNTERRICHTET UMWELTPÄDAGOGIK AN DER FACHSCHULE FÜR SOZIALPÄDAGOGIK IN FLEHINGEN. NACH DEM 2. STAATSEXAMEN IN BIOLOGIE UND RELIGIONSKUNDE WAR SIE ZUNÄCHST

ALS LEHRERIN UND SPÄTER ALS MUSEUMSPÄDAGOGIN AN VERSCHIEDENEN NATURKUNDEMUSEEN TÄTIG. BIS HEUTE IST SIE FREIE MITARBEITERIN AM PFALZMUSEUM FÜR NATURKUNDE IN BAD DÜRKHEIM SOWIE AM STAATLICHEN MUSEUM FÜR NATURKUNDE KARLSRUHE.



## LITERATUR

- HILL, B. (2006).** Bionik – Lernen von der Natur. Berlin: Duden Paetec Schulbuchverlag.
- WIEGEL, U., & MARTENS, A. (2012).** Von Früchten und Samen das Fliegen lernen. Ein Praxishandbuch zur Bionik für Menschen ab 8. Baden-Württemberg Stiftung (Hrsg.): Arbeitspapiere der Baden-Württemberg Stiftung, Forschung Nr. 3, Stuttgart.

# Mikroplastik in der Umwelt

## TOTE SEEVÖGEL MIT EINEM MAGEN VOLLER PLASTIK

Eines der bedeutendsten Umweltprobleme der Menschheit sind Kunststoffemissionen, die in die Umwelt gelangen. Inzwischen wird dieses Problem bewusster wahrgenommen, da die Medien sich zunehmend in Berichten und Bildern über mit Plastikmüll verschmutzte Sandstrände oder verendete Seevögel, deren Mägen voller Plastikmüll sind (Abb. 1), dem Thema annehmen. Überschriften wie „Plastikmüll vergiftet Schlüsselspezies der Nordsee“, „Laut Experten liegen auf dem Grund der Nordsee rund 600.000 Kubikmeter Plastikmüll“ (Stein, 2013) erregen Aufmerksamkeit und sensibilisieren. Weitere Schlagzeilen sind: „Albatrosse füttern Küken mit Plastikteilen“, „Pottwale sterben nachweislich an Plastikmüll“ (Springer, 2013). Im Magen eines Pottwals befanden sich u.a. mehrere Meter Plastikfolien, die zur Abdeckung in Treibhäusern verwendet werden (UBA, 2013). Bekannt sind auch Fotografien von Plastikmüll im Wasser, insbesondere in den Plastik-Müllstrudeln der Ozeane; der bekannteste ist hier der Great Pacific Garbage Patch im Nordpazifik. Diese Müllstrudel, in denen sich der Plastikmüll konzentriert, sind identisch mit den fünf subtropischen Ozeanzirkulationswirbeln (Nord- und Südatlantischer Wirbel, Nord- und Südpazifischer Wirbel sowie der Indische Ozean Wirbel). Man muss aber gar nicht in die Ferne schweifen, ein Blick in den Karlsruher Rheinhafen nach einem Hochwasserereignis kann auch sehr nachdenklich stimmen (Abb. 2).

Warum ausgerechnet Seevögel Plastikmüll verspeisen bzw. sogar ihre Küken damit füttern, ist inzwischen aufgeklärt worden (Savoca et al., 2016): Der Plastikmüll nimmt den Geruch des Meeres an und viele Seevögel wählen ihr Futter anhand seines Geruchs aus. Der Meergeruch ist auf die chemische Verbindung Dimethylsulfid (DMS) zurückzuführen, die sich im Meer aus Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP) bildet (Savoca et al., 2016).

Basstölpel verheddern oder strangulieren sich in Plastikmüll, z.B. in Fischernetzen und Tauen, die sie auch zum Nestbau nutzen. In der größten Basstölpel-Kolonie der Welt in Grassholm, Wales, enthielten die Nester der Tiere im Schnitt fast 470 g Kunststoffe, was bei 40000 Brutpaaren rund 18,5 Tonnen Plastikmüll entspricht (UBA, 2013). Auch die 200 Helgoländer Brutpaare hatten alle Plastikmüll im Nest (UBA, 2013) und auf den Brutfelsen findet man immer auch strangulierte Vögel. Auf der Insel Helgoland setzt man mit dem Projekt der Meeresbiologin Rebecca Störmer, „De Green Anna“, ein Zeichen gegen die Plastik-Vermüllung der Ozeane und verkauft grüne Einkaufstaschen aus recyceltem Kunststoff. Der Autor hat bei seinem letzten Besuch der Biologischen Anstalt Helgoland im Frühjahr 2018 auf

der Insel eine solche Tasche erworben. Auf deren Seite befindet sich ein Gedicht, dessen ersten Zeilen sehr nachdenklich stimmen:

*„Ich stand am Strand von Helgoland,  
wo massenhaft ich Plastik fand.  
Und selbst die Vögel auf den Klippen,  
bau'n Nester schon aus Plastikstrippen!“*



**ABB.1 VERENDETER ALBATROSS-JUNGVOGEL, DESSEN MAGENINHALT VOLLER PLASTIKMÜLL IST.**



**ABB.2 PLASTIKMÜLL IM KARLSRUHER RHEINHAFEN NACH EINEM HOCHWASSEREREIGNIS**

## PRIMÄRES UND SEKUNDÄRES MIKROPLASTIK

Neben den Auswirkungen von Makroplastikemissionen auf Ökosysteme werden seit etwa einem Jahrzehnt vermehrt auch die Auswirkungen von Mikroplastikemissionen erforscht (Sadri et al., 2014). Als Mikroplastik werden

im Allgemeinen Kunststoffteilchen bezeichnet, die kleiner als 5 mm sind. Diese Mikroplastikpartikel entstehen, wenn Kunststoffmüll unter dem Einfluss von Sonnenstrahlen, Luft oder Wasser sowie Reibungskräften in kleinere Einzelteile zerfällt. Aufgrund ihrer Genese aus Makroplastik werden sie als *sekundäres Mikroplastik* bezeichnet. Mikroplastik wird aber auch direkt von der Industrie hergestellt (*primäres Mikroplastik*). So enthalten zahlreiche Duschgele oder Peelingcremes Mikroplastikpartikel, die auch als Microbeads bezeichnet werden. Diese Mikroplastikpartikel werden wegen ihrer Eigenschaften als feine bzw. schonende Schleifpartikel in den entsprechenden Kosmetika eingesetzt. Schweden zog bereits die Konsequenzen und verbietet seit dem 1. Juli 2018 den Verkauf solcher Kosmetikprodukte. Ende September 2018 entschied das EU-Parlament mit einer überwältigenden Mehrheit von 597 zu 15 Stimmen, den Einsatz von Mikroplastik in Kosmetika bis 2020 zu verbieten. Die Verwendung von Mikroplastik in Zahnpasten ist erfreulicherweise bereits jetzt von den meisten Herstellern aufgegeben worden (BUND, 2015). Eine weitere Mikroplastikemissionsquelle ist verlorengegangenes Plastikgranulat, das als Rohmaterial von der Kunststoffindustrie hergestellt wird (vgl. Abb. 3 unten rechts).

Die hohen Konzentrationen von Mikroplastikpartikeln in den Ozeanen und ihre erheblichen Auswirkungen auf Meerestiere sind schon seit längerem bekannt (Andrady, 2011; Holm et al., 2013). Doch auch in Binnengewässern konnten

Mikroplastikpartikel in großer Zahl nachgewiesen werden (Lechner et al., 2014). Mikroplastikpartikel befinden sich des Weiteren in hohen Konzentrationen im schwimmenden Meereis (Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein, 2017). Zudem konnten Mikroplastikpartikel in zahlreichen Organismen wie in Wasserflöhen, Muscheln oder Fischen identifiziert werden (Köhler, 2014). Eine aktuelle Publikation der britischen University of Reading belegt, dass Mikroplastikpartikel über Mücken in Fledermäuse gelangen (Al-Jaibachi et al., 2018). Diese Publikationen zeigen, welche wichtige Rolle das Thema Mikroplastik derzeit gerade in der interdisziplinären Umweltforschung spielt.

Ein weiteres Problem ist, dass Mikroplastikpartikel in der Regel nicht aus den Abwässern einer Kläranlage entfernt werden können und somit ungehindert in Seen, Flüsse und Meere gelangen (Gerdtts et al., 2014). Nicht wahrgenommen wird in diesem Zusammenhang auch, dass aus der häuslichen Waschmaschine Mikroplastikfasern, z.B. aus Fleecejacken, die aus recycelten PET-Getränkeflaschen hergestellt werden, ins Abwasser gelangen. Ein Forschungsprojekt des Alfred-Wegener-Instituts in ausgewählten Kläranlagen des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbandes hat gezeigt, dass sich im Zeitraum eines Jahres Milliarden von Mikroplastikpartikeln im gesamten Klärschlamm ansammeln. Ebenso wurde die Zusammensetzung der Millionen an Mikroplastikpartikeln untersucht, die in den Auslauf der Kläranlagen und somit in die Oberflächengewässer gelangen. Dies lässt sich zwar vermeiden, wenn vor dem Auslauf der Kläranlage mit Hilfe von spezi-

ellen Tuchfiltern eine Schlussfiltration durchgeführt wird, die Mikroplastikteilchen mit einem Durchmesser von mehr als 10 Mikrometer auffängt, bedeutet aber auch, dass Kläranlagen in absehbarer Zeit kostenaufwändig nachgerüstet werden müssen.

### VON DER AKTUELLEN UMWELTFORSCHUNG DIREKT IN DIE SCHULE UND UMWELTBILDUNG

Am Institut für Chemie der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe werden vom Autor gemeinsam mit Studierenden Modelleexperimente entwickelt, die aktuelle Forschungsergebnisse aus den Umweltwissenschaften mit möglichst einfachen Mitteln anschaulich nachvollziehbar machen. Diese Modelleexperimente werden schließlich interessierten Institutionen aus dem Bildungssektor für die Aus-, Fort- und Weiterbildung zur Verfügung gestellt. Ziel der entwickelten Modelleexperimente ist es insbesondere, einen aktuellen Beitrag zur Umweltbildung zu leisten und Studierende, Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte zu sachlichem, kritischem und wissenschaftlich fundiertem Denken anzuleiten. Die entwickelten Experimente sollen geeignet sein, fachübergreifende Aspekte der Chemie mit denen anderer naturwissenschaftlicher Fachdisziplinen, der Umwelttechnik und der Lebenswelt mit Hilfe von Basiskonzepten des Chemieunterrichts anschaulich zu verknüpfen.

### MODELLEXPERIMENTE ZU MIKROPLASTIK

Ungläubiges Erstaunen rufen immer wieder die Resultate der Experimente hervor, in denen primäre Mikroplastikpartikel aus Kosmetikartikeln isoliert werden. Im Prinzip werden hier die klassischen Laborarbeitsweisen des Chemie-Anfangsunterrichts zur Stofftrennung von Stoffgemischen angewandt. Unter Zuhilfenahme geeigneter Filter (Siebe bzw. Metall- oder Kunststoff-Kaffeefilter) mit einer Maschenweite kleiner als 0,2 mm bzw. kleiner als 0,07 mm (bei den Kaffeefiltern), wird ein Mikroplastik-haltiges Duschgel bzw. eine Mikroplastik-haltige Peelingcreme mit viel Wasser ausgewaschen, die abgetrennten Mikroplastikpartikel an der Luft getrocknet und schließlich die Ausbeute bestimmt (Abb. 4). Eine mikroskopische Untersuchung der Mikroplastik-Partikel lässt Rückschlüsse auf den Herstellungsprozess zu (Hachtel et al., 2015; Abb. 5).

Weitere Modelleexperimente wurden zu Mikroplastikpartikeln in der Nahrungskette entwickelt (Hachtel et al., 2015; Zeckey et al., 2018). Abb. 6 zeigt Mikroplastikpartikel, die sich u.a. in den Kiemen einer aufgeschnittenen Teichmuschel befinden. Markus Zeckey untersuchte in seiner Masterarbeit die Auswirkungen von Mikroplastik auf Wirbellose des Süßwassers am Beispiel folgender Testorganismen: *Asellus aquaticus* (Wasserassel), *Gammarus pulex* (Bachflohkrebs) sowie *Daphnia magna* (Wasserfloh). Präpariert wurden aus einem gefärbten und mit einem Fluoreszenzfarbstoff versehenen Nylonfaden Polyamid-Fasern einer



ABB.3 MIKROPLASTIKPARTIKEL ISOLIERT AUS KOSMETIKPRODUKTEN, UNTEN RECHTS: MP-GRANULAT



ABB.4 „AUSBEUTE“ AN MIKROPLASTIK AUS KOSMETIKPROBEN NACH STOFFTRENnung MIT GEEIGNETEN ENGMASCHIGEN SIEBEN

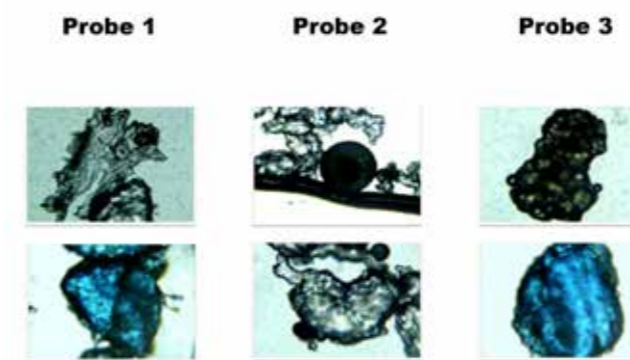


ABB.5 MP-PARTIKEL AUS ABB. 4 UNTER DEM MIKROSKOP



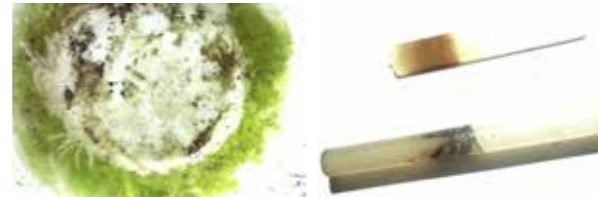
Länge von 21,0 bis 2758,9 Mikrometern und einem Durchmesser von 8,0 bis 83,2 Mikrometern. *A. aquaticus* und *G. pulex* nahmen Polyamid-Fasern mit der Nahrung auf, zeigten aber keine erhöhten Mortalitätsraten. *D. magna* zeigte keine Hinweise auf Ingestion von Polyamid-Fasern. Aufgrund der Größe und der Form der Partikel waren die Fasern für die Wasserflöhe nicht verfügbar. Allerdings konnte gezeigt werden, dass die Adhäsion von Fasern an den Organismus zu äußeren mechanischen Beeinträchtigungen sowie zu Bewegungsunfähigkeiten und damit zum Tod führten. Markus Zeckey untersuchte ebenfalls das Verhalten der Polyamid-Fasern im Wasser. Transportprozesse wie Sedimentation, Adhäsion (an Steine, Blätter, Algen und Schwebstoffe) und die Bildung von Agglomeraten wurden ebenfalls untersucht und dokumentiert (vgl. Abb. 8).



**ABB.6 MP-PARTIKEL IN EINER TEICHMUSCHEL: MIKROPLASTIKPARTIKEL WERDEN VON DEN KIEMEN AUFGENOMMEN UND GELANGEN SO IN DIE NAHRUNGSKETTE**

Aktueller Untersuchungsgegenstand der Umwelt- und Meeresforschung sind die intensive Erforschung der Adsorption von hochtoxischen Chemikalien (z.B. PCB, Dioxine, Hexachlorbenzol) an Kunststoffpartikel im Wasser, deren Chemodynamik und deren Auswirkung auf Organismen. Ein einfaches Modellexperiment, das in diesem Zusammenhang die Adsorption von chemischen Verbindungen zeigt, ist die Adsorption eines dunkelbraun gefärbten Eisen(III)-Dopamin-Komplexes oder eines orangefarbenen Carotinoids auf Kunststoffe (Abb. 7). Ein ebenso aktuelles Themengebiet der Meeresforschung ist die Verbreitung von pathogenen Vibrionen, d.h. Bakterienarten

der Gattung *Vibrio*, die auch beim Menschen unter Umständen gefährliche Wundinfektionen auslösen können. In heißen Sommern haben Vibrionen bereits Strände der Nord- und Ostseeküste erreicht. Als Vehikel nutzen Vibrionen Mikroplastikpartikel, auf denen sie in Form von Bakterienfilmen wachsen. Angesichts der aufgrund des Klimawandels steigenden Wassertemperaturen beispielsweise in der Nordsee ist die Erforschung des Risikos, das für Fische und andere Meerestiere von infektiösen Vibrionen ausgeht, von immenser Bedeutung. Auch ist bisher nicht genau bekannt, wie viele Bakterienspezies der Gattung *Vibrio* für den Menschen ein Infektionspotenzial haben.



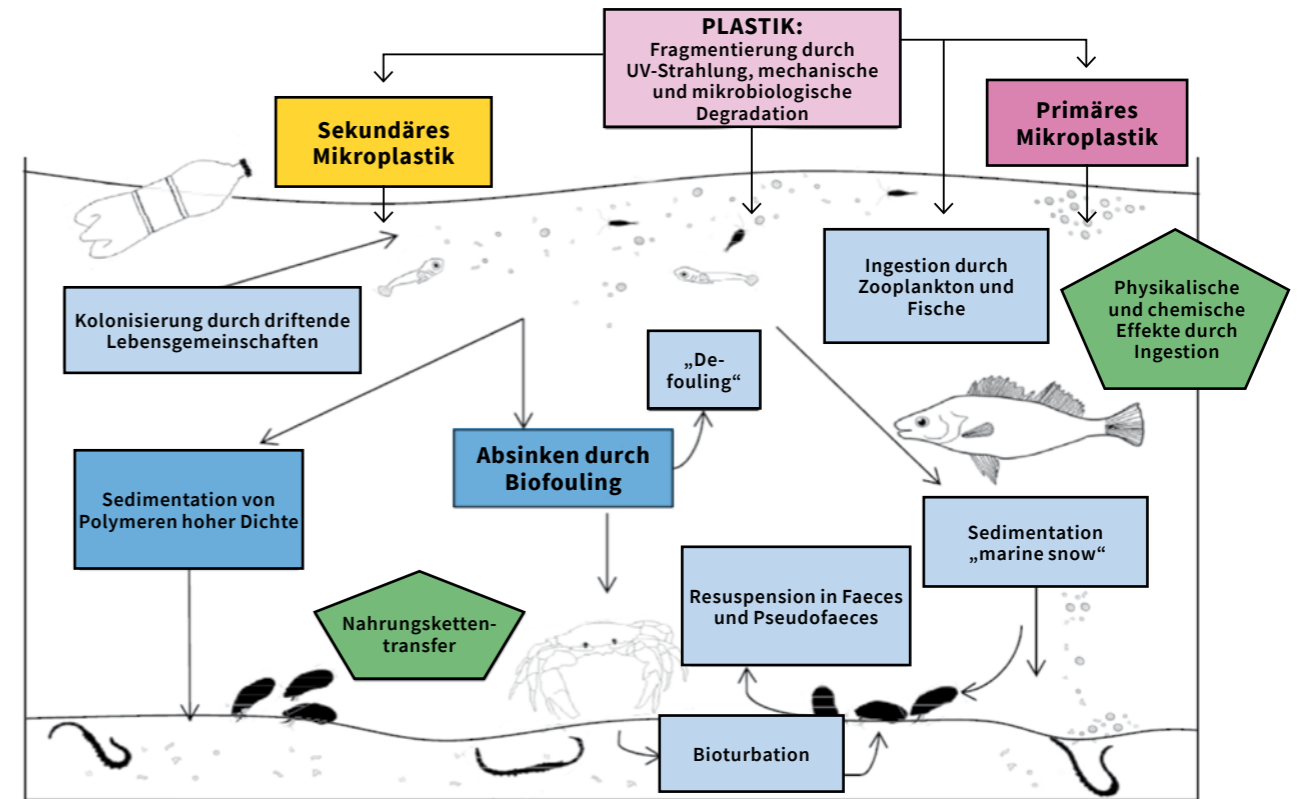
**ABB.7 BIOFOULING (LINKS) UND ADSORPTION EINER EISEN-DOPAMIN-HALTIGEN VERBINDUNG AUF KUNSTSTOFFEN**

### TRANSPORTWEGE VON PLASTIKPARTIKELN IN OBERFLÄCHENGEWÄSSERN UND OZEANEN

Seit über 60 Jahren werden Kunststoffe in Massenproduktion hergestellt. Die Weltjahresproduktion beträgt derzeit etwa 300 Millionen Tonnen (300.000.000.000 kg). Davon gelangen jährlich ca. 8 Millionen Tonnen ins Meer, aber nur 80.000 Tonnen (also nur 1%) sind an der Meeresoberfläche auffindbar, wovon wiederum die Hälfte (also 0,5% bzw. 40.000 Tonnen) in die subtropischen Ozeanwirbel bzw. Müllstrudel gelangen (Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein, 2017). Wo ist der Rest? Was passiert mit dieser Menge? Aus diesen Kunststoffpartikeln wird letztendlich Mikroplastik gebildet, das einer Bio- bzw. Chemodynamik unterliegt, wie die Grafik in Abb. 8 zeigt. Kunststoffe mit einer größeren Dichte als Wasser (z.B. PET, PVC) sinken letztendlich auf den Meeresboden, Kunststoffe mit einer geringeren Dichte als Wasser (z.B. Polyethen PE, Polypropen PP) schwimmen auf dem Wasser. Zu beachten ist, dass im salzigen Meerwasser andere Dichteverhältnisse vorliegen als in Süßwasser. In den Ozeanen können Plastikpartikel (besonders Makroplastik) mit Meeresalgen oder Muscheln bewachsen werden (Biofouling), was dann zu einem Absinken dieser Partikel bis auf den Meeresgrund führt. Abb. 9 zeigt das hierzu entwickelte Modellexperiment.

### WIE LÄSST SICH MIKROPLASTIK IM GEWÄSSER-SEDIMENT QUANTITATIV AUFSPÜREN?

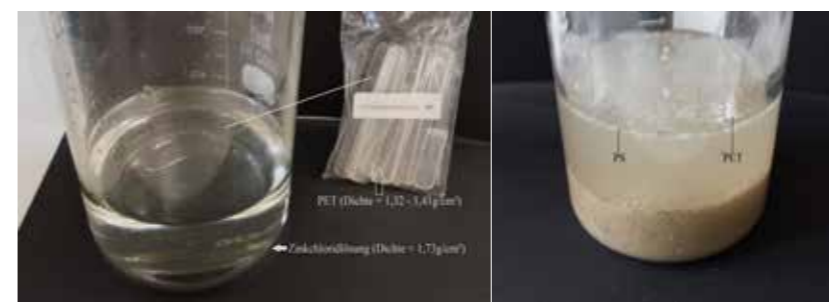
Eine aktuelle Methode der Umweltforschung ist die quantitative Isolierung von Mikroplastik-Partikeln aus Gewässersedimenten mit Hilfe eines sogenannten MPSS (Mikroplastik-Sediment-Separator). Der MPSS wird von einer auf die



**ABB.8 TRANSPORTWEGE VON MP IM MEER: BIO- UND CHEMODYNAMIK**



**ABB.9 MODELLEXPERIMENT ZU „ABSINKEN DURCH BIOFOULING“**



**ABB.10 MODELLEXPERIMENT ZUM MIKROPLASTIK-SEDIMENT-SEPARATOR (VGL. ABB. 11): POLYETHYLENTEREPHTHALATE ZUNÄCHST IM SEDIMENT VERGRABEN, SCHWIMMEN NACH DICHTÄNDERUNG AN DER OBERFLÄCHE (RECHTS) UND KÖNNEN ABGETRENNT WERDEN.**

Entwicklung von Geräten zur Umweltanalytik von Gewässern bzw. Meeren spezialisierten Firma in Einzelanfertigung gebaut und hat einen entsprechenden Preis. Das Prinzip der Trennung von Mikroplastik vom Sediment ist eine Dichtentrennung mit Hilfe einer gesättigten Zinkchlorid-Lösung der Dichte 1,73 g/ml. Damit lassen sich Mikroplastik-Partikel quantitativ aus dem Sediment isolieren. Abb. 10 zeigt das entwickelte Modellexperiment und Abb. 11 den realen MPSS.



**ABB. 11** MIKROPLASTIK-SEDIMENT-SEPARATOR (MPSS) DER KIELER FA. HYDROBIOS

## AUF WELCHEN PFADEN GELANGT PLASTIK INS MEER? KONSEQUENZEN FÜR POLITIK, GESELLSCHAFT UND UMWELTBILDUNG

Das Ausmaß des Mikro- und Makroplastik-Umweltproblems ist mittlerweile auch dank der Medien klar erkannt. Mehr Umweltbildung und Umweltwissen sind gefragt. Wenn wir uns vergegenwärtigen, auf welchen Eintragungswegen Kunststoffe ins Meer gelangen, lässt sich schnell ausmachen, an welchen Stellschrauben die Menschen drehen müssten:

Die wesentlichen Eintragswege von Kunststoffen ins Meer:

- Fehlendes oder schlechtes Abfallmanagement bzw. Recyclingsystem
- Ungereinigte Abwässer von Städten und Industrie
- Mikroplastik als Zusatz in Kosmetikprodukten bzw. Mikroplastikfasern aus Waschmaschinen, die in Kläranlagen nicht herausgefiltert werden
- Verlorene oder absichtlich auf See entsorgte Fischernetze bzw. Angelschnüre
- Verlorene Schiffsladungen und Schiffsmaterial
- Illegal auf See entsorgter Müll
- „Katastrophenmüll“ von tropischen Wirbelstürmen, Sturmfluten und Tsunamis
- Auf See getragene Trümmer und Müll

## JE EIN CHEMISCHER UND BIOLOGISCHER HOFFUNGSSCHIMMER AM HORIZONT

In der chemischen Polymerforschung wird derzeit versucht, die Langlebigkeit von Polyethen (über 400 Jahre) durch den gezielten Einbau von Spaltstellen, sozusagen durch „Soll-

bruchstellen“, zu verringern und eine biologische Abbaubarkeit zu ermöglichen. Dies kann als „chemical engineering“ bezeichnet werden. Als geeignete Spaltstellen in einem Polyethen-Molekül wird der Einbau von Phosphat-Gruppen untersucht (Hübner, 2018). Erwähnt werden sollen in diesem Zusammenhang auch Publikationen zu Untersuchungen, die gezeigt haben, dass beispielsweise Mehlwürmer Plastikpartikel fressen und somit abbauen (Bombelli et al., 2017).

Lösungen des Kunststoffmüll-Problems sind dringend notwendig. Seit 1950 wurden bereits 8,3 Milliarden Tonnen Kunststoffe weltweit produziert, von denen inzwischen 4,9 Milliarden Tonnen als Müll auf Deponien oder direkt in der Umwelt gelandet sind: Diese Masse auf Lastwagen verteilt würde eine LKW-Kette ergeben, die fast 50 mal um unseren blauen Planeten Erde reicht (Hübner, 2018). Eine Vorstellung, die uns sehr zum Nachdenken bringen sollte.

Beunruhigen sollte uns auch die Entdeckung einer neuen Gesteinsart aus der Plastikosphäre, die zukünftige Geologen zur Altersdatierung des Plastikzeitalters nutzen können: Kunststoffmüll, der auf Hawaii von Lava eingeschlossen wurde.

## ZU GUTER LETZT AUCH DAS NOCH: MIKROPLASTIK ERSTMALS IM MENSCHEN NACHGEWIESEN!

Am 23. Oktober 2018 berichteten die Medien, dass in einer Pilotstudie erstmals Mikroplastik in menschlichen Stuhlproben entdeckt wurde, und zwar bei allen der acht aus aller Welt an der Studie teilnehmenden Probanden und Probandinnen. Im Mittel wurden 20 Mikroplastik-Teilchen pro 10 Gramm Kot nachgewiesen. Die für Mikroplastik-Analysen im Umweltbundesamt Wien zuständige Expertin Bettina Liebmann erklärte, dass im Labor in den Proben neun verschiedene Kunststoffarten (am häufigsten und in allen Proben PP und PET) nachgewiesen werden konnten. Vorgestellt wurden die Ergebnisse am 24. Oktober 2018 auf dem internationalen UEG-Gastroenterologie-Kongress in Wien. Sie stellen die Grundlage für weitere Untersuchungen dar, um potenzielle Gefahren von Mikroplastik für den Menschen abschätzen zu können (UBA Wien, 2018; ZEIT online, 2018). Mikroplastik-Partikel kleiner als 100 Mikrometer sowie Nanopartikel dürften hierbei problematisch sein und sollten genauer in ihrer Wirkung untersucht werden.

## MIKROPLASTIK – EIN PERSÖNLICHES DÉJÀ-VU

Dieser Beitrag endet mit einem kleinen „Déjà-vu“ des Autors: Bereits in seiner Kindheit hatte er ein aufgewecktes Interesse für die Natur, insbesondere für das Meer, und für naturwissenschaftliche Fragestellungen jeglicher Art. So entdeckte, separierte und untersuchte er bereits mit sieben Jahren an den Bühnen am Sylter Strand von Westerland zahlreiche kleine bunte Kunststoffkügelchen, die kleiner als 5 mm waren: Die Bezeichnung „Mikroplastik“ gab es damals allerdings noch nicht ... ■



**DR. WOLFGANG SCHMITZ IST ALS AKADEMISCHER OBERRAT AM INSTITUT FÜR CHEMIE DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE TÄTIG. NACH SEINEM STUDIUM DER CHEMIE UND DER GEOGRAPHIE FÜR DAS LEHRAMT DER SEKUNDARSTUFEN I UND II AN DER UNIVERSITÄT ZU KÖLN**

**UND DER PROMOTION AM INSTITUT FÜR ANORGANISCHE CHEMIE DER UNIVERSITÄT ZU KÖLN ÜBER TERT.-BUTYLDIFLUORPHOSPHAN-KOMPLEXE DES RUTHENIUMS FOLGTE AM STUDIEN-SEMINAR KÖLN DAS REFERENDARIAT. EBENSO WAR ER ALS CHEMIELEHRER TÄTIG. ER ENGAGIERT SICH IN DER CHEMIELEHRERFORTBILDUNG UND ALS SCHULBUCHAUTOR. SEINE FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE LIEGEN IN DER ENTWICKLUNG VON EXPERIMENTEN UND KONZEPTEN ZUR UMWELTBILDUNG AUS DEM BEREICH DER CHEMISCHEN LIMNOLOGIE, DER MEERESCHEMIE UND DER UMWELTCHEMIE.**



## AUSGEWÄHLTE LITERATUR

- AL-JAIBACHI, R., CUTHBERT, R. N., & CALLAGHAN, A. (2018).** Up and away: ontogenic transference as a pathway for aerial dispersal of microplastics. *Biology Letters*, 14, 20180479.
- ANDRADY, A. L. (2011).** Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1596-1605.
- BOMBELLI, P., HOWE, C. J., & BERTOCCHINI, F. (2017).** Polyethylene bio-degradation by caterpillars of the wax moth *Galleria mellonella*. *Current Biology*, 27, R283-R293.
- BUND (HRSG.) (2015).** Mikroplastik. Die unsichtbare Gefahr. <http://www.bund.net>
- GERDTS, G., MINTENING, S., INT-VEEN, I., & LÖDER, M. (2014).** Mikroplastik in ausgewählten Kläranlagen des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbandes (OOWV) in Niedersachsen. Abschlussbericht: Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), Biologische Anstalt Helgoland, Helgoland 08.10.2014. [http://www.awi.de/fileadmin/user\\_upload/News/Press\\_Releases/2014/4\\_Quartal/Mikroplastik\\_Klaeranlagen/Abschlussbericht\\_Mikroplastik\\_in\\_Klaeranlagen.pdf](http://www.awi.de/fileadmin/user_upload/News/Press_Releases/2014/4_Quartal/Mikroplastik_Klaeranlagen/Abschlussbericht_Mikroplastik_in_Klaeranlagen.pdf)
- HACHTEL, J., LANGROCK, K., & SCHMITZ, W. (2015).** Mikroplastik im Wasser: Modellexperimente für die Umweltbildung. *Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2014 (Magdeburg), Hardeggen 2015*, 164-168.
- HEINRICH-BÖLL-STIFTUNG SCHLESWIG-HOLSTEIN (HRSG.) (2017).** Meeresatlas: Daten und Fakten über unseren Umgang mit dem Ozean. Kiel. <http://www.meeresatlas.org>

- HOLM, P., SCHULZ, G., & ATHANASOPOULU, K. (2013).** Meeresverschmutzung der neuen Art: Mikroplastik – ein unsichtbarer Störenfried. *Biologie in unserer Zeit*, 43, 27-33.
- HÜBNER, K. (2018).** Plastik – gut verträglich. *MaxPlanck-Forschung*, 18, 56-63.
- KÖHLER, A. (2014).** Aufnahme und Wirkung von Mikroplastik in Muscheln. In Kooperation mit von MOOS, N., FRITSCH, J., & LÖDER, M. In: Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): *Mikroplastik in der Umwelt*. Statuskolloquium am 03.07.2014. LfU 26S.
- LECHNER, A., KECKEIS, H., LUMESBERGER-LOISL, F., ZENS, B., KRUSCH, R., GLAS, M., TRITTHART, M., & SCHLUDERMANN, E. (2014).** The Danube so colourful: a potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe's second largest river. *Environmental Pollution*, 188, 177-181.
- SADRI, S., & THOMPSON, R. C. (2014).** On the quantity and composition of floating plastic debris entering and leaving the Tamar Estuary, Southwest England. *Marine Pollution Bulletin*, 81, 55-60.
- SAVOCA, M. S., WOHLFEIL, M. E., EBELER, S. E., & NEVITT, G. A. (2016).** Marine plastic debris emits a keystone infochemical for olfactory foraging seabirds. *Science Advances*, 2(11):e1600395.
- SPRINGER, A. (HRSG.) (2013).** Verseuchte Weltmeere - Was Sie über die Plastik-Pest wissen sollten. <https://www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article114474624/Was-Sie-ueber-die-Plastik-Pest-wissen-sollten.html>
- STEIN, A. (2013).** Meeresbiologie: Plastikmüll vergiftet Schlüsselspezies der Nordsee. <https://www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article122662485/Plastikmuell-vergiftet-Schlüsselspezies-der-Nordsee.html>
- UBA (HRSG.) (2013).** Info-Blatt 1. Auswirkungen von Meeresmüll. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/auswirkungen\\_von\\_meeresmuell.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/auswirkungen_von_meeresmuell.pdf)
- UBA WIEN (2018).** Erstmals Mikroplastik im Menschen nachgewiesen. [http://www.umweltbundesamt.at/aktuell/presse/lastnews/news\\_2018/news\\_181023](http://www.umweltbundesamt.at/aktuell/presse/lastnews/news_2018/news_181023)
- WRIGHT, ST. L., THOMPSON, R. C., GALLOWAY, T. (2013).** The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution* 178, 483-492
- ZECKEY, M., SCHMITZ, W., GRABOW, K., & MARTENS, A. (2018).** Einfluss von Mikroplastik auf Wirbellose des Süßwassers. *Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung (2017) in Cottbus, Hardeggen 2018*, 516-527.
- ZEIT ONLINE (2018).** Plastikmüll: Forscher finden erstmals Mikroplastik in Stuhlproben von Menschen. <http://www.zeit.de/wissen/2018-10/plastikmuell-mikroplastik-stuhlproben-menschen>



# Wasserkochen: eine Nachhaltigkeitsfrage?

*Wiesmüller: MINT in einer Kultur der Nachhaltigkeit. Was heißt das konkret? Große politische Überlegungen dazu sind: Wir brauchen Windparks, müssen den Flächenverbrauch eindämmen, den öffentlichen Verkehr ausbauen, die Industrie auf Umweltstandards verpflichten. Das alles ist dringlich. Kommt es aber nicht ebenso auf den Einzelnen bei seinem Verhalten in Alltagssituationen an?*

*Das folgende Unterrichtsprojekt von Tobias Rauch, das er für seine Schulpraxis und für seinen Lehrauftrag an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe in der Technischen Bildung entwickelt hat, richtet sich auf diesen Alltag. Es richtet sich auf eine Aufgabe des täglichen Lebens, mit der jeder Mensch zu tun hat; oftmals recht gedankenlos und nur der Nützlichkeit unterworfen, stellenweise aber auch rituell und seiner persönlichen Kultur Ausdruck verleihend. Wie erwärmen, wie kochen wir Wasser? Welche Dinge oder Apparaturen, welche Geräte können wir nutzen? Wie gehen wir mit dem Lebensmittel selbst um? Sind wir uns bewusst, dass wir dabei Energie wandeln? Denken wir an die Auswirkungen auf die Umwelt?*

*Rauchs Unterrichtsprojekt geht diesen Fragen nach, rational, aber auch emotional. Und sein Projekt ist geeignet, uns auf Fragen der Verantwortlichkeit im Alltagshandeln zu stoßen; schon für Schülerinnen und Schüler fassbar, aber auch eindrücklich für Erwachsene. Rauchs Projekt verbindet Unterricht im Fach Technik mit seinen Inhalten zusammen mit anderen fachlichen Inhalten aus der Physik, der Geschichte, der Ethik oder auch mit Deutsch. Damit erfüllt er in einem weiten Umfang eine Forderung der Didaktik der Technik: Sachfragen zu klären, Geschick im Umgang mit Technik zu fördern, Fragen der gesellschaftlichen Auswirkungen von Technik aufzuwerfen und den Sinn und den Wert des technischen Handelns zu beurteilen.*

## JA, WASSERKOCHEN IST EINE FRAGE DER NACHHALTIGKEIT

Eine „technisch reife Person“ zeichnet sich dadurch aus, dass sie sich in Lebenslagen zu orientieren und Dinge kritisch zu hinterfragen weiß, um somit bewusste Entscheidungen im Sinne der Nachhaltigkeit zu treffen. Hierzu gehört auch, wie die beschriebene Unterrichtseinheit zeigen wird, die Alltagsstätigkeit „Wasserkochen“.

## DER BILDUNGSPLAN

Im aktuellen Bildungsplan 2016 der Sekundarstufe I ist der Begriff „Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)“ innerhalb der Leitperspektiven als eigenständige Überschrift zu finden. Inhaltlich geht es darum, dass Schülerinnen und Schüler die Kompetenz erreichen, Verantwortung beim technischen Handeln zu übernehmen und verantwortungsbewusst in der Gegenwart und mit Blick auf zukünftige Generationen zu handeln. Hier gilt es, Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und –hemmende Handlungen zusammen mit der Technikklasse im Unterricht ausfindig zu machen.

## DER BILDUNGSAUFGABE

Von Herbert Kraatz, einem der Pioniere der Technischen Bildung des letzten Jahrhunderts, tätig an der Universität Hildesheim, stammt der Leitsatz „Mensch sein zu können in und mit der technischen Welt“ (Schmayl, 2013), der als Bildungsauftrag verstanden werden kann.

Technik ist das Werk des Menschen. Von der Idee über die Entwicklung des Artefakts bis hin zu seiner Verwendung spielen Gedankenprozesse des Menschen eine übergeordnete Rolle. Wir nutzen in unserer gegenwärtigen Technosphäre immer neuere Maschinen und erzielen neue Wirkmöglichkeiten (Wiesmüller, 2012). Eine Grenze des Machbaren scheint bis zum heutigen Tag nicht absehbar.

Es stellt sich deshalb die Frage, ob der Mensch in einer von Schnelligkeit und Wandel gekennzeichneten technischen Produktoptimierung überhaupt noch in der Lage ist, die vorhandene Technik zu beherrschen, letztlich „Mensch sein kann in und mit der technischen Welt“.

Um dies im Unterricht zu erreichen, ist es entscheidend, Technikbegeisterung und Technikverantwortung bei Schülerinnen und Schülern in der Balance zu halten. Dabei soll es nicht das Ziel sein, ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse und Fähigkeiten zu vermitteln, sondern anhand eines im Vorfeld durchdachten Ablaufs/ Konzepts bei den Jugendlichen einen Kenntnisstand aufzubauen, der ein abwägendes Betrachten technischer Erzeugnisse und Handlungen ermöglicht.

Hierbei sollte sich die Lehrperson das Wesen der Technik immer wieder bewusst machen, dass es nämlich der

Mensch ist, der die Technik „ins Leben ruft“ und einsetzt. Deshalb hat auch er sie zu verantworten.

## MÜNDIGKEIT BEIM TECHNISCHEN HANDELN

Diese technische Mündigkeit wollen wir in der Schule anbahnen. Es gilt, eine Brücke zu schlagen zwischen dem Alltag zuhause und dem, was wir im Unterricht tun. Jeder kommt einmal in die Situation, Wasser erhitzen zu wollen. Was uns so selbstverständlich erscheint, ist eine zentrale Frage technischer Möglichkeiten und unseres Konsumgebarens, der Rituale, Erfahrungen und alltäglicher Geschehnisse. Mit Hilfe der gewonnenen Erkenntnisse sollen Schülerinnen und Schüler die Kompetenz erlangen, beispielsweise bei der Neuanschaffung eines Wasserkochers eine reife und nachhaltige Kaufentscheidung zu treffen.

## MOTIVIERENDES LEHRARRANGEMENT

Im Mittelpunkt des Arrangements stehen konkret vorhandene technische Produkte und mediale Darstellungen: Der Unterricht soll motivieren und informieren sowie zum Nachdenken anregen. Hierbei kommen originale Technik, Tonspuraufnahmen, visuelle Brühvorgänge und eine „Black Box Methode“ zum Einsatz.

*Wiesmüller: Im Technikunterricht kommen mehrere Methoden und Aufgabenstellungen zum Einsatz, die sich gegenseitig ergänzen. Das Projekt zum Wasserkochen kann hierfür als ein besonders geeignetes Beispiel gelten. Es ist wichtig, dass sich Schülerinnen und Schüler auch in diesem Fach mit Sprache, in dem Fall über die Gegenstandsbeschreibung mit der Fachsprache aus dem Feld der Technik, auseinandersetzen. Bezeichnungen sagen oftmals etwas über die Funktion aus. Über die Verknüpfung mit der Sprache kann auch eine Funktionalität besser begriffen werden (z.B. der Ausguss). Zu dieser anfänglichen Aufgabenstellung gesellen sich im Fortgang des Projekts spezifisch technikdidaktische Methoden. Die Funktionsanalyse ist ein Weg dahin, Schülerinnen und Schüler, 'Wenn-dann-Beziehungen' vor Augen zu führen. Sie lernen statische von dynamischen Teilen zu unterscheiden oder Materialeigenschaften einzuschätzen, Wirkungen vorauszusehen und ein System zu begreifen. Die Technische Detaillösung, die die Aufmerksamkeit auf eine Besonderheit lenkt und den Vergleich mit anderen Lösungen anstrebt, steigert die Vorstellung für funktionale Varianten und ist ein Schritt hin zum kreativen Denken. Alle Technik ist final ausgelegt. Der Versuch schließlich, der die Funktionalität eines Bauteils prüft und die Tauglichkeit nachweist, ist dem technischen Vorgehen ur-eigen. Damit gehen Unterweisungen zur Sicherheit einher, die beim Umgehen mit Technik immer Priorität hat. Ergänzt wird das Arrangement durch Informationstexte zur Historie des Wassererhitzens. Diese rücken die kulturelle Seite der Technik ins Licht und zeigen Unterschiede auf. Unterschiede, die sich zum Teil über Jahrhunderte ergeben haben und in*

*unterschiedlichen kulturellen Kontexten zu unterschiedlichen technischen Lösungsgestalten geführt haben.*

## ERSCHLISSUNG UND STRUKTURIERUNG ANHAND VON LEITFRAGEN: „STECKBRIEF“

In die Thematik einführend wird das vorhandene Vorwissen der Schülerinnen und Schüler aktiviert und mittels einer Mind Map festgehalten. Orientiert an einem anleitenden Steckbrief werden anschließend unterschiedliche Aufgabenstellungen bearbeitet. Hier kommen unterschiedliche Methoden zum Einsatz, die zum Arsenal der Technikdidaktik gehören.

Erster Schritt: Unter Zuhilfenahme einer Wörterliste erstellen die Schüler eine **Gegenstandsbeschreibung**. Diese greift materiale Informationen (z.B. Bimetall) auf, beschreibt die Gestalt und weist auf ergonomische Besonderheiten hin (Griff, Ausguss). Sie nimmt Bezug auf elementare Naturgesetze (z.B. Aggregatzustand), die beim Wasserkochen wirksam sind oder auftreten. Es gilt, einen Alltagsgegenstand in seiner Besonderheit wahrzunehmen und genau zu betrachten.

### Steckbrief Wasserkocher

- 1. Definition des Wasserkochers**  
Betrachtet zunächst einen Wasserkocher.
- 2. Gegenstandsbeschreibung**  
Die folgenden sechs Regeln der Gegenstandsbeschreibung sollen euch ein Grundraster geben.
 

Bild des Kochers

  1. Benenne den Gegenstand und **kategorisiere** ihn!
  2. Beschreibe die **typischen Merkmale** des Gegenstandes!
  3. Nenne den **Verwendungszweck**!
  4. Achte auf eine **Struktur** in deiner Beschreibung!
  5. Schreibe im **Präsens**!
  6. Nutze präzise **Adjektive**!

(Hilfe: Wörterliste Gegenstandsbeschreibung)
- 3. Funktionsbeschreibung anhand einer Analyse**  
Betrachtet zunächst einen Wasserkocher.  
Wie funktioniert der Wasserkocher und seine einzelnen Teile zusammen? Um weitere Erkenntnisse zu erlangen, sollte der Wasserkocher während des Gebrauchs getestet werden.  
Notiere den Weg der Energiewandlung zum letztendlichen Brühvorgang.  
Der demontierte Wasserkocher dient hierzu als zusätzliche Anschauungshilfe.  
Falls der Kocher nicht vorhanden ist, kann eine von euch geplante Exkursion stattfinden. Hier können Bilder der einzelnen Teile notwendige Erkenntnisse hervorbringen. Auch eine Internetrecherche wäre möglich.
- 4. Technische Detaillösung**  
Schau dir eine technische Detaillösung deines Wasserkochers genauer an (z.B. der Ausguss, Heizquelle...). Was haben sich die/der Erfinder dabei gedacht? Wie wurde das von dir ausgesuchte technische Detail gelöst?  
Hinweis: vergleiche hierzu die Lösungen anhand von mitgebrachten Realobjekten oder den vorhandenen Bildern.
- 5. Funktionsprinzip der Sicherheitsvorkehrungen**  
Welche Sicherheitsvorkehrungen bietet dir der Wasserkocher. Hierzu kann jeweils ein/e Experiment/Analyse durchgeführt werden.  
Wasserkocher modern → Bimetall Schutzschalter (siehe Aufbau)  
Tauchsieder → Auftrennen der Heizspirale  
Pfeilkessel → Sicherheitsventil  
Samowar → elektr. Brühinheit, Thermostat
- 6. Kulturreihe**  
In welcher Zeitepoche wurde der Wasserkocher erstmals erwähnt? Gibt es einen Erfinder? Bringe die Wasserkocher in eine chronologische Reihenfolge, beginnend mit dem ältesten.

Der zweite Schritt ist eine **Funktionsanalyse**, die den detaillierten Ablauf der Energiewandlung bis zum letztendlichen Brühvorgang beinhalten soll. Vom Erfassen der Einzelfunktionalitäten über das Begreifen von Baugruppen, also dem Zusammenspiel von Einzelelementen, bis hin zum Verstehen des Gesamtsystems erkennen die Schülerinnen und Schüler im Wasserkochen ein komplexes Geschehen,

das der Mensch Zug um Zug technisiert hat. Sich die Entwicklung vom offenen Feuer mit darüber hängendem Gefäß bis hin zum elektrifizierten Vorgang zu vergegenwärtigen, ist sehr erhellend und am Beispiel des Wasserkochers sehr gut nachvollziehbar.



Ergänzt wird die Funktionsanalyse in einem nächsten Schritt durch die methodische Variante der „**Technischen Detaillösung**“ (Wiesmüller, 2006). Hierbei werden entscheidende Teile am Wasserkocher, wie zum Beispiel der Ausguss oder die Heizquelle, genauer unter die Lupe genommen. Es werden unterschiedliche Wasserkocher-Typen und deren Lösungsgestalten miteinander verglichen und auf ihre funktionellen sowie qualitativen Besonderheiten hin untersucht. Dabei wird deutlich, dass es nie nur die eine Lösung für ein technisches Problem gibt, sondern viele Varianten möglich sind.

Gewöhnlich sind in der Klasse Unfälle beim Gebrauch von Wasserkochern bekannt, deshalb bietet es sich an, sich auch über die Sicherheitsvorkehrungen ein Bild zu machen. Sehr interessant für Nutzerinnen und Nutzer ist, sich hierfür einen ausgebauten „Bimetall Schutzschalter“ genau anzuschauen. Ein **Versuch** dazu ermöglicht den Abschalt-

automatismus kennen zu lernen und zu verstehen. Es macht einen Unterschied, ob man ein Bimetall theoretisch erklärt bekommt oder ob man die unterschiedliche Ausdehnung von Metallen tatsächlich experimentell beobachtet. So entstehen Aha-Effekte, die sich einprägen. Außerdem sind Transferleistungen wahrscheinlicher, beispielsweise wenn die oder der Jugendliche darüber sinniert, wie das bei einem Bügeleisen funktionieren könnte. Als technikspezifische Methode kommt die **Demontage** in Betracht. Ein weiterer wichtiger Sicherheitsaspekt des Projekts ist dieser: „Laien, und somit Schülerinnen und Schüler, dürfen ein elektrisches Gerät, das sie selbst zerlegt und wieder zusammengebaut haben, nicht mehr in Betrieb nehmen! Um dies sicherzustellen, empfehlen Profis: Vor dem Experiment den Stecker am Kabel abschneiden.“

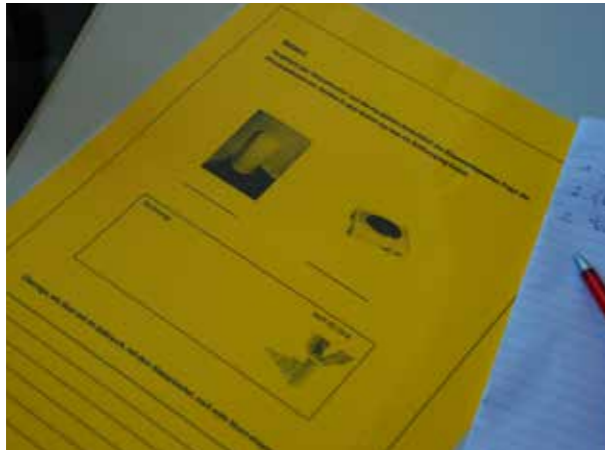


Um den Nachhaltigkeitsgedanken ins Spiel zu bringen und ein Differenzieren zu fördern, wird an einer Station des Arrangements die energetische Seite untersucht. Der Vergleich, Wasser in einem Wasserkocher oder in einem Kochtopf auf der Herdplatte zum Kochen zu bringen, hierbei den Zeit- und Energieaufwand zu quantifizieren wie auch den Stromverbrauch in Geldwert umzurechnen, rundet den Durchlauf ab. Methodisch gesehen handelt es sich hierbei um ein weiteres technisches **Experiment**.



Zum Abschluss wendet sich das Projekt der Vergangenheit zu. Wie hat sich das „Wasserkochen“ kulturgeschichtlich

im Laufe der Jahrhunderte entwickelt? Dabei werden den Schülerinnen und Schülern vorgefertigte **Informationstexte** mit angemessen didaktisch reduzierten Inhalten ausgehändigt.



Tag für Tag nutzen wir elektrische Gegenstände mit einer Selbstverständlichkeit, ohne zu hinterfragen, wie elementar wichtig das Erhitzen von Wasser für den Menschen seit jeher ist. Gerade die ungebrochene Selbstverständlichkeit des Gebrauchs heutzutage fordert uns dazu heraus, die technische Entwicklung kritisch und distanziert zu durchdenken. Über unser Verhalten können wir einen erheblichen Beitrag zur effizienten Nutzung von Energie leisten, was selbstverständlich nicht nur für das Erhitzen von Wasser gilt. Wenn wir in Gedanken unseren Alltag durchgehen, können wir – sensibilisiert durch das Projekt „Wasserkochen - eine Nachhaltigkeitsfrage?“ – viele Bereiche erkennen, bei denen es auf unsere tagtägliche Praxis ankommt, ob wir viel oder wenig Energie aufwenden.

*Wiesmüller: Vieles im Leben des Menschen ist Routine und läuft gleichförmig ab. Wir heizen oder kühlen unsere Wohnungen, benutzen Fahrzeuge, bereiten Speisen zu und gehen unseren Vergnügungen in der Freizeit nach. Fast für alle Verrichtungen benutzen wir technische Gegenstände oder bedienen uns technischer Systeme. Dabei wandeln wir Energie. Und diese Wandlungen haben Folgen: Emissionen, die als Abgase oder Wärme in die Atmosphäre abgegeben werden. Inzwischen müssen wir wahrnehmen, dass diese selbstverständliche Lebenspraxis für eine Weltbevölkerung von mehreren Milliarden Menschen den Planeten und seine Natur überfordert. Der Homo Technicus darf demnach nicht aufhören, die von ihm selbst ins Werk gesetzte Technik zu optimieren – vor allem im Sinne eines verantwortlichen Ressourcenverbrauchs und der effizienten Nutzung von Energie. Im Technikunterricht der Schule ist dies eine immer wieder zu übende Praxis bei den verschiedenen Aufgabenstellungen, die es zu bearbeiten gilt. Dies ist eine manuelle, vielmehr aber eine geistige Anstrengung. Dabei geht es um die ideale Korrespondenz von Nachdenken und gestaltendem Handeln. ■*



**PROF. DR. CHRISTIAN WIESMÜLLER**

STUDIUM DER FÄCHER KUNST-ERZIEHUNG/WERKPÄDAGOGIK, DEUTSCH, GEOGRAPHIE UND KATH. RELIGION IM LEHRAMT FÜR HAUPTSCHULEN, LANGJÄHRIG TÄTIG IM SCHULDienst IN BAYERN, PROMOTION AN DER KATH. UNIVERSITÄT

EICHSTÄTT-INGOLSTADT MIT DEM DISSERTATIONSTHEMA „BILDUNGSASPEKTE IM TECHNISCHEM MUSEUM“, HABILITATION AN DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE/ UNIVERSITÄT KARLSRUHE TH, HEUTE KIT) MIT DER SCHRIFT „SCHULE UND TECHNIK“. DERZEIT INSTITUTSLEITER FÜR PHYSIK UND TECHNISCHE BILDUNG AN DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE. ER ARBEITET AN DER BILDUNGS- UND SCHULTHEORETISCHEN BEGRÜNDUNG EINES ALLGEMEINBILDENDEN FACHES TECHNIK. WEITERE SCHWERPUNKTE SIND DIE KULTURELLE UND ÄSTHETISCHE DIMENSION DER TECHNIK UND DEREN BILDUNGSRELEVANZ SOWIE AUSSERSCHULISCHE LERNORTE. SEINE LEHRE STEHT IN DER TRADITION DER „HAMBURGISCH-KARLSRUHER LINIE“ DER TECHNIK-DIDAKTIK. ER IST SEIT 2013 ERSTER VORSITZENDER DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE BILDUNG (DGTB), SEIT 2010 VORSITZENDER DER LANDESFACHSCHAFT TECHNIK DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULEN BADEN-WÜRTTEMBERGS UND MITGLIED DES WISSENSCHAFTLICHEN BEIRATS DER STIFTUNG HAUS DER KLEINEN FORSCHER IN BERLIN. DURCH VERSCHIEDENE PROJEKTE MIT DER AUTOSTADT GMBH, DER PORSCHE SE, DEM VERBAND DES DEUTSCHEN MASCHINEN- UND ANLAGENBAUS VDMA SOWIE DER STIFTUNG MUSEUM FÖRDERTECHNIK IN SINSHEIM UNTERNIMMT ER DEN BRÜCKENSCHLAG ZWISCHEN BILDUNG UND WIRTSCHAFT.



**TOBIAS RAUCH** IST ALS LEHRBEAUFTRAGTER IM INSTITUT FÜR PHYSIK UND TECHNISCHE BILDUNG AN DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE UND ALS REALSCHULEHRER AN DER DRAIS GEMEINSCHAFTSSCHULE KARLSRUHE TÄTIG. NACH EINER SCHREINERLEHRE

ENTSCHIED ER SICH IM JAHR 2000 FÜR DEN VORBEREITUNGSDIENST ZUM FACHLEHRER FÜR MUSISCH TECHNISCHE FÄCHER IM PÄDAGOGISCHEN FACHSEMINAR KARLSRUHE MIT DEN FÄCHERN TECHNIK, SPORT UND WIRTSCHAFTSLEHRE/INFORMATIK. VON 2002-2013 WAR ER FACHLEHRER AN DER DAMALS NOCH DRAIS REALSCHULE KARLSRUHE. IM JAHR 2014 SCHLOSS ER DIESEM EIN STUDIUM ZUM REALSCHULEHRER MIT DEN FÄCHERN TECHNIK, SPORT UND THEOLOGIE AN, DAS ER 2017 MIT DEM ABSCHLUSS DES 2. STAATSEXAMENS ERFOLGREICH BEEENDETE.



## LITERATUR

- SCHMAYL, W. (2013).** Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts, Baltmannsweiler, 129.
- WIESMÜLLER, C. (2012).** Bildung unter der Bedingung der Technosphäre. In: Pfenning/Renn (Hg.): Wissenschaft und Technikbildung auf dem Prüfstand. Baden Baden, 29-46.
- WIESMÜLLER, C. (2006).** Schule und Technik. Baltmannsweiler, 286f.



# IMFOKUS

## Das Schülerlabor „make-Science!“

Am Institut für Chemie haben sich seit über zehn Jahren erfolgreich Schülerlabore für unterschiedliche Altersstufen etabliert. Neben dem Lehr-Lern-Labor „Kinder experimentieren“ (Karlsruher Kinderlabor) bietet seit 2010 das Schülerlabor „makeScience!“ Laborvormittage für Klassen der weiterführenden Schulen an. Je nach Jahrgangsstufe können die Schülerinnen und Schüler verschiedene Experimentierangebote wahrnehmen.

Die Laborangebote für die Sekundarstufe I fokussieren sich auf chemiebezogene Themen der Umwelt- und Nachhaltigkeitsbildung. In einem gemeinsamen Projekt mit den Universitäten Bremen, des Saarlandes und Erlangen-Nürnberg, das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) über drei Jahre gefördert wurde, wurden Schülerlaborangebote entwickelt, die besonders auf die zunehmend unterschiedlichen Lernvoraussetzungen heutiger Lerngruppen eingehen. Die Besonderheit ist, dass durch vielfältige Differenzierungsmöglichkeiten auch in ihrer Bildungsbiographie benachteiligte Lernende mit einbezogen werden. Somit können zum Beispiel sprachliche oder kognitive Defizite verstärkt berücksichtigt werden. Dies soll dazu beitragen, dass auch Jugendliche mit einem problematischem Bildungshintergrund bei der Thematisierung von Nachhaltigkeitsherausforderungen angesprochen und sensibilisiert werden.

So wurden die Versuchsanleitungen mit Hilfe von kreativen Gestaltungselementen, wie Comics, Blog- oder WhatsApp-Einträgen gestaltet und sprachsensibel formuliert. Die Anleitungen sollen sich verstärkt an den Kommunikationsmedien der Jugendlichen orientieren und dadurch ihre Motivation und ihr Interesse an der Auseinandersetzung mit umwelt- und nachhaltigkeitsrelevanten Fragestellungen fördern. Zusätzlich ermöglichen abgestufte Experimentiertippkarten und Lernhilfen das weitgehend selbstständige Experimentieren und Auswerten der Versuche aller Teilnehmenden.

An einem Laborvormittag untersuchen die Jugendlichen der Jahrgangsstufe neun oder zehn die Eigenschaften und Bestandteile von herkömmlichen Kunststoffen sowie von Biokunststoffen und stellen diese auch selbst her. Unter anderem wird im Labor mit Hilfe eines Waffeleisens ein Kunststoff auf der Basis von Kartoffelstärke hergestellt, der auch als Essgeschirr, wie es auch auf Festen verwendet wird, benutzt werden kann. Auch das Thema Recycling wird aufgegriffen. In einem der Versuche lernen die Jugendlichen wie Gummigranulat, das aus alten Fahrradschläuchen oder Reifen gewonnen wird, beispielsweise als Matten wiederaufbereitet werden kann. Die Jugendlichen kennen solche Matten als Tartanbahn oder auch als Bodenbelag von Spielplätzen aus ihrem Alltag.

Durch den hochgradigen Anteil an Differenzierung ist es aber auch möglich, leistungsstärkere Jugendliche zu

fördern. Die Willy-Brandt-Realschule Königsbach-Stein besucht regelmäßig mit besonders engagierten und naturwissenschaftlich interessierten Schülerinnen und Schülern der sechsten Klasse das Schülerlabor zum Thema „Wasser – Wasserreinigung“. Hier lernen die Jugendlichen neben den Eigenschaften von Wasser auch Möglichkeiten zur Reinigung und Wiederaufbereitung von Schmutzwasser kennen. Diese Jugendlichen werden an der Schule und im Schülerlabor besonders gefördert und zu Schülermentorinnen und -mentoren ausgebildet, um dann im naturwissenschaftlichen Unterricht Experimentierstationen zum Thema „Wasser“ betreuen und ihre Mitschüler bei der Durchführung der Versuche anleiten zu können.

Klassen bzw. Kurse der gymnasialen Oberstufe können an einem Laborvormittag im Rahmen des Projektes MINT<sup>2</sup>KA (Lehr-Lern-Labore in den MINT-Fächern als Innovations- und Vernetzungsfeld in der Lehrerbildung am KIT und an der PH Karlsruhe) zu Themen wie „Donator-Akzeptor-Reaktionen in Bubble-Tea-Bällchen“ experimentieren. Hier erschließen sich die Jugendlichen den Themenbereich des Donator-Akzeptor-Konzepts, das zu den Basiskonzepten der Chemie gehört, anhand von Versuchen in selbsthergestellten Alginate-Bällchen. Die Besonderheit dieser Experimente ist der ressourcenschonende Umgang mit Stoffen, da nur sehr geringe Chemikalienmengen eingesetzt werden. Zusätzlich ermöglichen Tipp-QR-Codes das weitgehend selbstständige Auswerten der Versuche durch die Jugendlichen. Ein weiteres Angebot ist das „Kriminallabor PH Karlsruhe“, wo anhand verschiedener forensischer Nachweisreaktionen und dem Entschlüsseln von Geheimtinten-Botschaften ein Täter überführt werden soll. Die Jugendlichen können hier als „Kriminalist“ ein anwendungsbezogenes chemisches Berufsfeld kennenlernen.

Die Resonanz auf alle Schülerlaborangebote von Seiten der Lehrkräfte und Jugendlichen ist durchweg positiv. Dies zeigt sich vor allem dadurch, dass es gelungen ist, während der letzten Jahre beständige Kooperationen mit Lehrkräften auszubilden, die mit unterschiedlichen Klassen das Schülerlabor regelmäßig besuchen. Mit den angebotenen Themen, die sowohl alltagsnah als auch feste Bestandteile des Bildungsplans sind, gelingt es weitgehend, die Schülerinnen und Schüler für umweltrelevante Themen zu interessieren und sensibilisieren.



### KONTAKT

**DR. UTA BECK** IST AKADEMISCHE MITARBEITERIN AM INSTITUT FÜR CHEMIE DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE, [UTA.BECK@PH-KARLSRUHE.DE](mailto:UTA.BECK@PH-KARLSRUHE.DE)

**SABRINA SYSKOWSKI** IST DOKTORANDIN IM INSTITUT FÜR CHEMIE AN DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE, [SYSKOWSKI@PH-KARLSRUHE.DE](mailto:SYSKOWSKI@PH-KARLSRUHE.DE)



## „Nachhaltigkeit ist für mich noch sehr theoretisch“.

### Mit Verbraucherbildung Nachhaltigkeit in den Alltag bringen



„Jetzt einen Kaffee...!“ Dieser Satz gehört für viele zum Alltag und da beginnt schon das Problem: Welcher darf's denn sein? Selbst zubereitet, serviert, aus ökologischer Landwirtschaft oder konventioneller, mit oder ohne Milch, Zucker, Kinderarbeit, Niedriglöhnen, fairem Anbau und Handel, mit viel Koffein oder wenig oder gar entkoffeiniert, aus dem Einweg-, Pfand- oder dem eigenen Becher? Und überhaupt: Kann Kaffee überhaupt nachhaltig sein, weil er nicht aus der Region kommt?

#### ALLTAG IST KOMPLEX UND WIDERSPRÜCHLICH

Verbraucherinnen und Verbraucher können aus einer historisch ungekannten Vielfalt an Konsumgütern wählen. Dabei bewegen sie sich in verschiedenen Spannungsfeldern, beispielsweise zwischen (Wahl-)Freiheit, Bevormundung und Verantwortung (vgl. Bartsch & Methfessel, 2018). Daraus ergeben sich häufig Widersprüche, z. B. „Kaffee trinken mit Kolleginnen, obwohl dieser möglicherweise nicht fair gehandelt ist?“.

Angesichts der aktuellen Herausforderungen wie Ausbeutung von Menschen, Ressourcenverknappung, Klimawandel und den damit verbundenen Folgen wird der Ruf nach einer nachhaltigen Entwicklung dringlicher. Dazu gehört, die Folgen der individuellen Konsumententscheidungen auf Um- und Mitwelt zu bedenken. Gleichzeitig gehören Widersprüche, Paradoxien und Ambivalenzen zum Konsumalltag. Zwar bekunden viele Menschen u. a. ihre Bereitschaft, höhere Preise für nachhaltige Produkte zu bezahlen, jedoch ohne dies tatsächlich zu tun.

#### NOTWENDIG SIND ALLTAGSKOMPETENZEN IM KONSUMALLTAG

Mit der Globalisierung und Digitalisierung verändert(e) sich unsere Konsumgesellschaft grundlegend. Auch Kinder und Jugendliche kaufen ein und machen ihre Erfahrungen damit, z. B. mit dem ersten Brötchen beim Bäcker oder dem Eis im Freibad, beim Musikdownload im Internet, Videos streamen, online shoppen u. s. w. Konsum ist ein Lebensbereich, der für die gesellschaftliche Teilhabe und soziale Verortung große Bedeutung hat.

Konsumerfahrungen sind jedoch nicht mit Konsumkompetenzen zu verwechseln! Hier setzt Verbraucherbildung an: Verbraucherbildung bezieht sich auf Fragen aus Sicht der Verbraucherinnen und Verbraucher mit dem Ziel, Alltagskompetenzen von Heranwachsenden zu fördern und ihnen jetzt und in Zukunft eine reflektierte, selbstbestimmte und verantwortungsbewusste Teilhabe an der Gesellschaft zu ermöglichen, die in vielen Bereichen Konsumgesellschaft ist (vgl. [www.evb-online.de](http://www.evb-online.de)). Integraler Bestandteil ist die Reflexion eigener Konsumententscheidungen und Handlungsmöglichkeiten, auch der Bedeutung des Konsums für die eigene Identität und individuelle soziale Verortung.

#### NACHHALTIGE ENTWICKLUNG MUSS DEN (KONSUM-)ALLTAG BETREFFEN

Der Satz „Nachhaltigkeit ist für mich noch sehr theoretisch“, stammt von einer Lehrperson aus einem Fokusgruppeninterview im Rahmen des cLEVER-Projekts (Dezember 2016). cLEVER steht für „Leitperspektive VERbraucherbildung“. Die Leitperspektiven im baden-württembergischen Bildungsplan 2016 sprechen Fähigkeitsbereiche an, die fächerübergreifend entwickelt werden sollen. Verbraucherbildung hat viele Schnittmengen zu anderen Leitperspektiven, u. a. zur Leitperspektive Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). Die haushaltsbezogene Perspektive wirft alltagsrelevante Fragen auf wie „Welche Bedürfnisse leiten meinen Konsum?“, „Welche Folgen hat mein Konsum für mich, für andere und für die Umwelt?“.



#### CLEVER BRINGT EINE NACHHALTIGE VERBRAUCHERBILDUNG IN DEN UNTERRICHT

Um Lehrpersonen bei der unterrichtlichen Umsetzung der Leitperspektive Verbraucherbildung zu unterstützen, wurde im Forschungsprojekt cLEVER ein Transferkonzept erarbeitet. Dazu gehören Fortbildungen und Handreichungen mit exemplarischen Unterrichtsbausteinen, die Verbraucherthemen aus dem (Konsum-)Alltag der Schülerinnen und Schüler aufgreifen. Zum Beispiel gibt es auf Getränkeeinkauf unterschiedliche Sichtweisen, die Konsumententscheidungen beeinflussen und Nachhaltigkeitsdimensionen betreffen: ökonomisch („Was bin ich bereit, auszugeben?“, „Was sind der Preis und die wahren Kosten?“ oder „Will ich wirklich möglichst viel für mein Geld haben?“), sozial („Wer verdient daran?“, „Wer trägt die Folgen?“ oder „Gibt es ein Recht auf Wasser?“), ökologisch („Welche Ressourcen werden für das Produkt eingesetzt?“, oder „Welche Transportmittel nutze ich für meine Einkaufswege?“). Dazu kann jedes Unterrichtsfach exklusiv beitragen, z. B.



im Mathematikunterricht Zahlen in Beziehungen setzen beim Vergleichen von Getränkepreisen oder Rechnen mit Geldbeträgen beim Überprüfen des Wechselgelds. Damit kommt der Alltag in die Schule: Was ist für mich das „beste“ Produkt? Welche Kriterien sind für mich wichtig (Nachhaltigkeit, Gesundheitswert, Preis)? Was mache ich, wenn ich zu wenig oder zu viel Wechselgeld bekomme?

#### WEITERE INFORMATIONEN

cLEVER-Projekt:  
[www.leitperspektive-verbraucherbildung.de](http://www.leitperspektive-verbraucherbildung.de)



#### LITERATUR

**BARTSCH, S. & METHFESSEL, B. (2018).** Zukunftsfähige Ernährungsbildung in einer globalisierten Esswelt. BZfE. Ernährung im Fokus, Heft 09–10, 290–296.



#### KONTAKT

**HEIKE MÜLLER** IST WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITERIN IM BEREICH FACHDIDAKTIK ARBEITSLEHRE AN DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT BERLIN, ZUVOR WAR SIE IM RAHMEN DES MILE- UND CLEVER-PROJEKTS AN DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE TÄTIG. [HEIKE.MUELLER.2@TU-BERLIN.DE](mailto:HEIKE.MUELLER.2@TU-BERLIN.DE)

**PROF. DR. SILKE BARTSCH** IST PROFESSORIN FÜR FACHDIDAKTIK ARBEITSLEHRE AN DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT BERLIN. VOR IHREM RUF AN DIE TU WAR SIE PROFESSORIN FÜR HAUSHALTS- UND ERNÄHRUNGSWISSENSCHAFT UND IHRE DIDAKTIK AN DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE (2010–2018).



**SALE**

**BIS ZU 70% REDUZIERT**

29012

SHOP AT  
ESPRIT.COM





# PERSPEKTIVEN

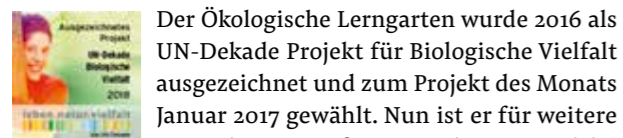
# Ökologischer Lerngarten erneut als UN-Dekade Projekt ausgezeichnet und in den europäischen Urban Nature Atlas auf- genommen

Erst kürzlich wurde der Ökologische Lerngarten in den englischsprachigen „Stadt-Natur-Atlas“ (Urban Nature Atlas) des europäischen Forschungsprojekts NATURVATION (NATure-based URban innoVATION) aufgenommen. Der interaktive Atlas bietet einen Überblick über nahezu ein-tausend naturbasierte, städtische Projekte in Europa. In-sgesamt 14 Institutionen erforschen die Integration von naturbasierten Lösungen im städtischen Raum sowie deren Einbeziehung in die Stadtentwicklung.

<https://naturvation.eu/nbs/karlsruhe/eco-pedagogical-school-garden>

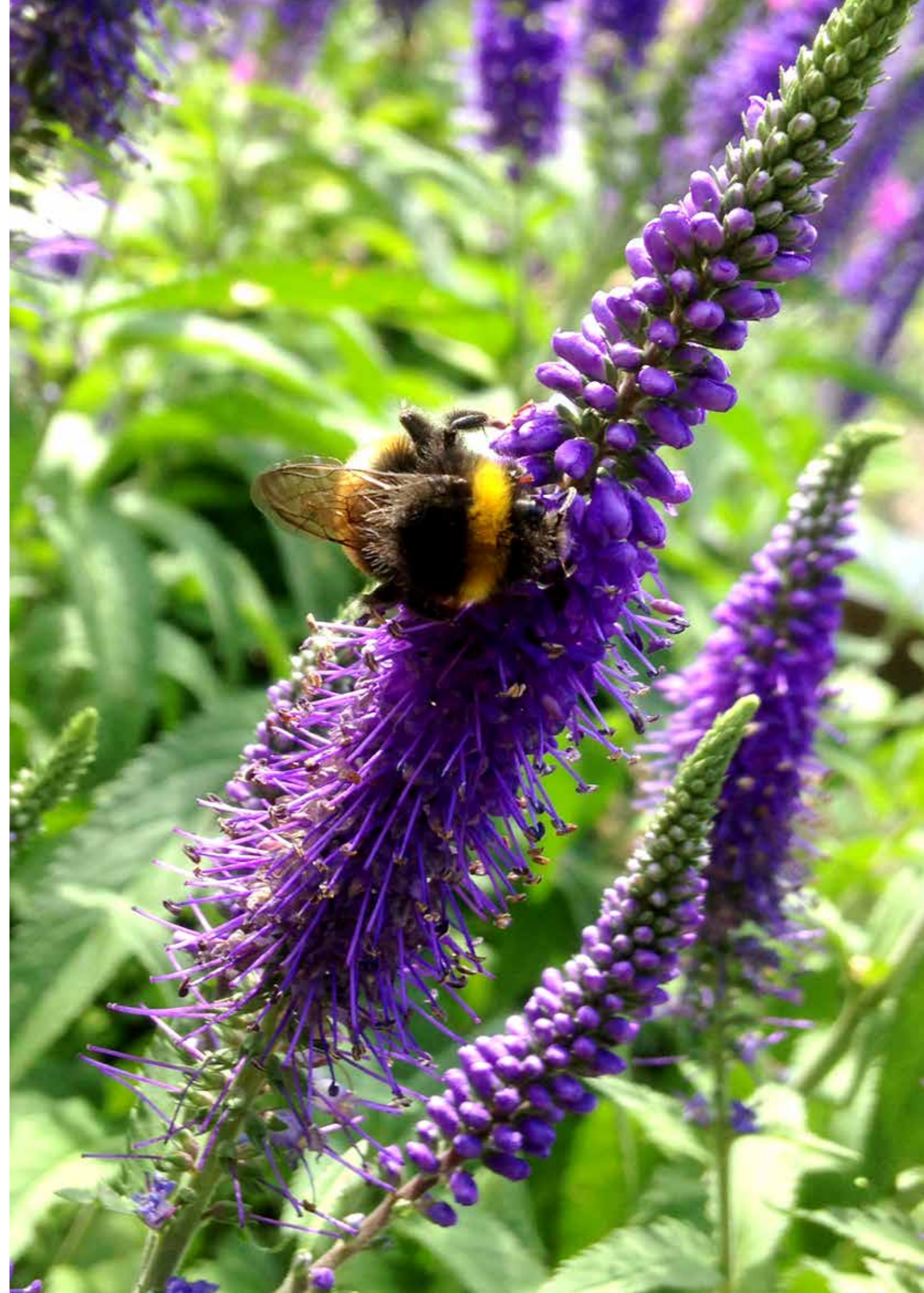
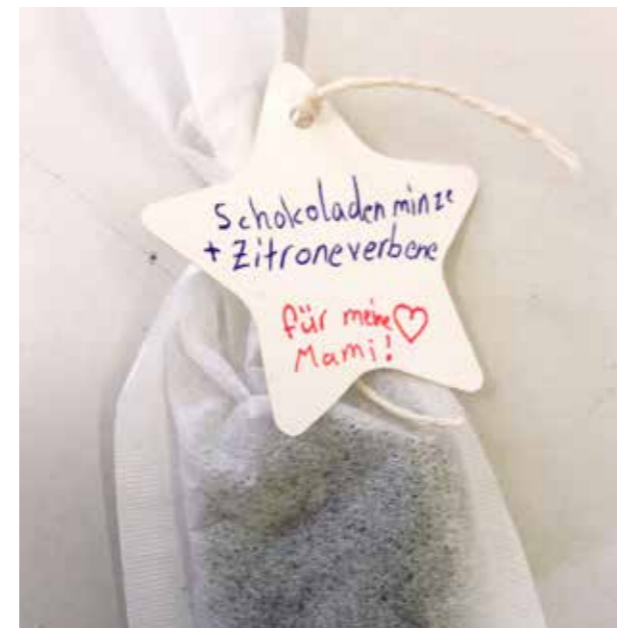


Bereits 2016 erschien ein von der Arbeitsgruppe gemeinsam herausgegebenes Buch zur Anlage, Pflege und Nutzung von Schulgärten. Vom gärtnerischen Grundkurs bis hin zur Öffentlichkeitsarbeit und Vernetzung enthält das Buch viele nützliche Tipps aus der Praxis. Die Inhalte orientieren sich u.a. an den aktuellen Bildungsplänen und berücksichtigen zeitgemäße Ansätze zur Umsetzung der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Zusätzlich zum Schulgartenbuch gibt es ein E-Book mit Unterrichtsmaterialien und Arbeitsblättern.



Der Ökologische Lerngarten wurde 2016 als UN-Dekade Projekt für Biologische Vielfalt ausgezeichnet und zum Projekt des Monats Januar 2017 gewählt. Nun ist er für weitere zwei Jahre rezertifiziert worden. Das Ziel der UN-Dekade Biologische Vielfalt bis zum Jahr 2020 ist es, die Menschen für die Wahrnehmung und Wertschätzung biologischer Vielfalt zu sensibilisieren und Maßnahmen zu vermitteln, wie die Vielfalt erhalten bzw. gefördert werden kann. Im Sinne der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt werden im Ökologischen Lerngarten Möglichkeiten geschaffen, biologische Vielfalt kennenzulernen, die eigene Nutzungs- und Gestaltungskompetenz im Umgang mit den natürlichen Ressourcen und die dafür notwendige Übernahme von Verantwortung zu erlernen. Die zukünftigen Lehrkräfte sowie Frühpädagoginnen und -pädagogen entwickeln so Fähigkeiten, die sie brauchen, um Kindern einen verantwortungsvollen Umgang mit der Natur im Sinne nachhaltiger Entwicklung nahe zu bringen.

<https://www.ph-karlsruhe.de/lerngarten>





MARTIN BINDER, CHRISTIAN WIESMÜLLER (HRSG.):

## Lernorte Technischer Bildung. Tagungsband anlässlich der 19. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Technische Bildung vom 15. – 16. September 2017.

BERLIN DGTB



Worin mag der Sinn liegen, nach Lernorten Technischer Bildung zu fragen und nicht zum Beispiel nach MINT-Lernorten? Mehr und mehr erkennen Akteure, die sich auf diesem Feld umtun, dass das T in MINT ein Bereich eigener Theorie und Praxis ist. Um das zu zeigen, werden in den Beiträgen des Bandes gezielt T-Anteile bei den vielen Initiativen und den außerschulischen Lernorten dargestellt; wird Wert darauf gelegt, ob es um Werkzeuge und Maschinen geht, ob Schülerinnen und Schüler konkret mit diesen umgehen, ob die gesellschaftlichen Auswirkungen von Technik thematisiert werden und ob Sinn und Wert der Technik hinterfragt werden. Auch weist der Band darauf hin, dass es ein Epizentrum technischer Bildung gibt; nämlich den gut ausgestatteten Technikraum in Schulen. Im

Band finden sich neben diesen Beispielen auch Ausführungen zu Kriterien, die man an außerschulische Lernorte hinsichtlich ihrer pädagogischen und didaktischen Qualität anlegen kann, die u.a. der Didakta Verband zusammengestellt hat.

In dem Buch finden sich zudem Beiträge des Nachwuchses zu anderen Forschungsprojekten, die nicht in direktem Zusammenhang mit dem Tagungsthema stehen. Insbesondere auch diese Lektüre empfiehlt Dr. Jörg Friedrich im Grußwort, Vorsitzender des Bereichs Bildung beim Verband des Deutschen Maschinen- und Anlagenbaus VDMA, dem Verband, der die Tagung der DGTB unterstützt und den Druck des Bandes ermöglicht hat. Die Herausgeber des Tagungsbandes sind beide Mitglieder des Lehrkörpers der PH Karlsruhe, Prof. Dr. Christian Wiesmüller leitet das Institut für Physik und Technische Bildung, Dr. Martin Binder lehrt an der PH als Privatdozent. Zu beziehen ist das Buch über die Schatzmeisterei der DGTB (bernd.borgenheimer@dgfb.de).

**PROF. DR. CHRISTIAN WIESMÜLLER LEITET DAS INSTITUT FÜR PHYSIK UND TECHNISCHE BILDUNG AN DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE UND IST SEIT 2013 ERSTER VORSITZENDER DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE BILDUNG.**

**PD DR. MARTIN BINDER HAT SICH AN DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE HABILITIERT, LEHRT DORT ALS PRIVATDOZENT UND IST INNERHALB DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE BILDUNG FÜR DAS REFERAT PUBLIKATIONEN ZUSTÄNDIG.**

RÜDIGER HAAS, MAJA, JERETIN-KOPF, CHRISTIAN WIESMÜLLER (HRSG.) (2018):

## Technische Kreativität. Interdisziplinäre Aspekte der kreativen Technikgestaltung. Band 2 der Reihe Technik und Technische Bildung.

STUTT GART: STEINBEIS-EDITION



Der zweite Band der Reihe Technik und Technische Bildung widmet sich der technischen Kreativität. Es besteht allgemein Konsens darüber, dass neben fachlichen Fähigkeiten die Kreativität der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu den Fähigkeiten gehört, die für die Weiterentwicklung der Unternehmen und deren Fortbestand zunehmend bedeutsam wird; mit den positiven Auswirkungen auf den Technologiestandort Deutschland.

Allerdings ist die Meinung noch weit verbreitet, dass sich die Kreativität spontan ergibt und dass ihre Ergebnisse das

Resultat einer Eingebung oder einer Erleuchtung sein könnten. Ein Zusammenhang zwischen der bereichsspezifischen Expertise und kreativen Ergebnissen wird oft nicht gesehen.

Wenn der Zusammenhang besteht, dann erweist sich technische Kreativität als ein Thema für Pädagogik und Didaktik. Wie lässt sich die bereichsspezifische Expertise fördern? In Unternehmen, aber auch schon in der Schule.

In diesem Band kommen Autoren verschiedener Fachdisziplinen zu Wort und beleuchten technische Kreativität aus ihrer jeweiligen Perspektive. Psychologische, pädagogische und technikkdidaktische Aspekte werden Gegenstand der wissenschaftlichen Auseinandersetzung. Diese werden ergänzt durch persönliche Berichte von Menschen aus völlig verschiedenen beruflichen Kontexten.

**PD DR. MAJA JERETIN-KOPF IST AN DER HOCHSCHULE KARLSRUHE TECHNIK UND WIRTSCHAFT, BEREICH WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER PRIVATDOZENTIN UND LEHRT AN DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE, WO SIE SICH MIT DER VENIA LEGENDI FÜR TECHNISCHE BILDUNG HABILITIERT.**

# Nachgefragt bei Dirk Fox

Dirk Fox ist Informatiker, Gründer und Geschäftsführer des auf Datenschutz und Datensicherheit spezialisierten führenden Beratungsunternehmens Secorvo, Herausgeber der Fachzeitschrift „Datenschutz und Datensicherheit“, geschäftsführender Vorstand des CyberForum e.V., Mitglied des Hochschulrats der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe sowie Vater dreier Kinder und Initiator der „Karlsruher Technik-Initiative“.



**B:** Guten Tag Herr Fox, wir freuen uns sehr, dass Sie sich zum Interview bereit erklärt haben. Wir würden es gerne mit einer Frage zu Ihrer Person und Ihrem Lebenslauf beginnen: Sie haben einmal von sich gesagt, Sie seien ein „zum enthusiastischen Karlsruher konvertierter Rheinländer“. Das macht neugierig. Erstens: Woher genau kommen Sie und was verschlug Sie nach Karlsruhe?

**F:** Auch von mir herzlichen Dank für die Einladung zu diesem Interview. Was verschlug mich nach Karlsruhe? Ich bin in Koblenz geboren und bewarb mich nach dem Abitur bei der ZVS um einen Informatikstudienplatz – das war damals noch so. Meine Wunschziele waren Aachen, München und Berlin. Karlsruhe war nicht mal dritte Wahl! Ich habe innerlich geflücht, als ich die Zusage erhalten habe und – vergeblich – gehofft, dass sich das noch irgendwie ändern lässt. Und dann habe ich diese Stadt lieben gelernt.

**B:** Ein glücklicher Zufall auch für uns: Sie kooperieren in vielen Bereichen mit der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe, zum Beispiel seit 2015 beim interaktiven Adventskalender „Krypto im Advent“. Sehr erfolgreich ist die Kooperation mit der von Ihnen initiierten Karlsruher Technik-Initiative, auf die wir nun näher eingehen möchten. Welche Idee und welches Konzept stecken hinter dieser Initiative?

**F:** Die Zielsetzung der Initiative ist es, Techniktalente möglichst früh unter Kindern, Jugendlichen, Schülerinnen und Schülern zu entdecken und zu entwickeln. Nach meiner Überzeugung kommt Technik-Kompetenz in den Schulen – in allen Schularten – zu kurz und ist doch wesentlich für den insbesondere wirtschaftlichen Erfolg unserer Gesellschaft. Meine Vorstellung ist, die Fokussierung auf Kompetenzen und die starke Lernorientierung, wie sie üblicherweise in der Schule stattfindet, durch eine spielerische Vermittlung von Kenntnissen und Fertigkeiten sowie die Weckung von Begeisterung zu ersetzen. Wesentliche Kernelemente dieses Konzepts sind die Freiwilligkeit – deswegen arbeiten wir mit AGs – und das Fehlen eines klassischen Lehrbetriebs. Das Lernen soll sich an Relevanz und Neugier orientieren: Über selbst gestellte Aufgaben, die die Schülerinnen und Schüler aus ihrer eigenen Vorstellung entwickeln, soll die Lust daran entstehen, bestimmte Basiskonzepte der Technik zu verstehen und zu begreifen. Darum geht es. Dieses Basiswissen soll zum Teil durch indirekte Vermittlung in Gestalt unterstützender Hilfestellungen, in erster Linie aber über eigenes Lernen, über selbstständiges Verstehen und Begreifen – auch im Wortsinne durch den haptischen Umgang mit dem Material – erworben werden. Dieser selbstgesteuerte Lernprozess wird am Ende durch ein funktionierendes technisches Modell gekrönt. Denn so hat sich im Grunde auch historisch die Technik entwickelt: aus konkreten, praktischen Problemstellungen heraus.



**B:** Und wie, meinen Sie, verstärkt das den Lerneffekt?

**F:** Ich glaube, in der Schule machen wir nach wie vor den Fehler, dass wir die Relevanz dessen, was wir vermitteln, bei den Kindern voraussetzen. Doch diese Voraussetzung ist meist nicht gegeben. Wir vermitteln den Kindern Lösungen, Lösungskonzepte, Vorgehensweisen, ohne dass sie überhaupt das innere Bedürfnis haben, diese kennen zu lernen und zu verstehen. In unserer Initiative machen wir es umgekehrt. Wir wollen die „Sehnsucht nach dem weiten, endlosen Meer“ (Saint-Exupéry) vermitteln und ihnen dann sagen: „Wenn ihr eine technische Lösung haben wollt, die dieses und jenes leistet, dann müsst ihr dazu die folgenden Einzelprobleme lösen.“ Und bei der Arbeit an einer Lösung, auch durch Versuch und Irrtum, merken die Kinder oft, dass sie diese Einzelprobleme mit ihrem bisherigen Hintergrund, also mit dem, was sie bereits an Kenntnissen mitbringen, nicht gelöst bekommen. Dann sind sie durstig wie Schwämme und bereit, sich Wissen vermitteln zu lassen und anzueignen, um genau diese Einzelprobleme zu lösen. Über diese Relevanz entsteht eine Lernkurve, die um ein Vielfaches steiler ist als die Lernkurve, die wir üblicherweise im regulären Schulunterricht hinbekommen.

**B:** Ja, weil es auch etwas von Weltwissen hat.

**F:** Exakt. Für mich ist Technik eine kulturelle Errungenschaft. Das ist elementares menschliches Basiswissen, das wir in allen Curricula, in allen Schularten sträflich vernachlässigen.

**B:** Wie kam es denn zur Kooperation mit der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe, und was macht die Kooperation mit der Pädagogischen Hochschule besonders?

**F:** Meine Initiative ist mit einer *fischertechnik*-AG gestartet, die ich im Jahr 2013 am Bismarck-Gymnasium eingerichtet habe, das meine Söhne zu der



Zeit besuchten. Dies geschah mit der sehr begrenzten Vision, in diesem kleinen Rahmen experimentell zu versuchen, das zu kompensieren, was im regulären Unterricht an Kompetenzvermittlung fehlt oder fehlschlägt. Das Experiment war nach drei Monaten so erfolgreich, dass wir uns vor Nachfragen kaum retten konnten. Da habe ich gemerkt, dass nicht nur ich diesen Mangel verspüre, sondern dieses Mangel-Empfinden weit verbreitet ist, zumindest in Karlsruhe. Über ein Gespräch mit Herrn Professor Werner Fischer, damals Vorsitzender des Hochschulrats der Pädagogischen Hochschule, ergab sich die Gelegenheit, das Konzept im Hochschulrat vorzustellen.

Nun bin ich kein Pädagoge, sich also als Nicht-Pädagoge vor dieses Gremium der PH zu stellen und über ein Konzept zu sprechen, das ja auch mit vielen pädagogischen Ansätzen bricht, war vielleicht ein mutiger Schritt. Aber es war mir vor allen Dingen wichtig, meine Grundmotivation zu vermitteln. Der Vortrag wurde sehr gut angenommen, und es sind daraus zwei enge Kontakte entstanden: mit Dr. Thomas Borys im Bereich der Informatik und mit Ralf Hansmann im Bereich der Technik. Der Kontakt zu Herrn Hansmann hat dazu geführt, dass wir nun sehr eng in der Initiative zusammenarbeiten. Sie umfasst inzwischen mehr als 45 Schulen im Raum Karlsruhe. Durch die Vermittlung von Studierenden als Betreuerinnen und Betreuer in die AGs haben wir einen ganz großen Hebel gewonnen, mit dem wir viel mehr Schulen erreichen können. Erst dadurch konnten viele AGs in der Entstehung unterstützt und gefördert werden.

**B: Über 45 Schulen im Raum Karlsruhe, das ist wirklich beeindruckend. Nichtsdestotrotz die Frage: Wann würden Sie sagen „Jetzt waren wir wirklich erfolgreich“? Und wie würde es dann weitergehen? Wie lässt sich technische Bildung weiter verbessern?**

F: Wir stoßen mit der Initiative - seit wir 2014 begonnen haben, das Konzept auf weitere Schulen auszuweiten - auf unglaublich viel Unterstützung. Eine Unterstützung, die mich zunächst überrascht und dann sehr gefreut hat, die aber auch beweist, dass es einen riesigen Bedarf gibt. Allerdings fehlt mir, nachdem die Initiative nun gute vier Jahre funktioniert, noch der endgültige Beweis ihrer Wirksamkeit. Wir begeistern viele Kinder, inzwischen sind es über 800 jede Woche. Aber ob es der Initiative tatsächlich gelingt, mehr Techniktalente zu entwickeln, werden wir erst wissen, wenn wir höhere Prozentzahlen an Schülerinnen und Schülern - Betonung durchaus auf Schülerinnen - haben, die nach Abschluss ihrer Schulbildung ein Technikstudium beginnen und erfolgreich absolvieren. Und das wissen wir frühestens in zehn Jahren. Meine Vision ist, wenn ich eine Messzahl formulieren müsste, dass Karlsruhe die Stadt in Deutschland wird, die den höchsten Anteil an Schülerinnen und Schülern in den Abitur- und anderen Abschlussjahrgängen hat, aus denen später erfolgreiche Ingenieurinnen und Ingenieure werden. Ob sich das so ohne weiteres messen lässt, ist eine offene Frage. Aber das ist meine Vision.

**B: Was steht dieser Vision im Weg?**

F: Der Weg dahin führt nicht nur über Begeisterung, sondern auch über die gelungene Vermittlung von Basiskenntnissen. Denn leider erleben wir es immer wieder an den Hochschulen, dass viele junge Menschen, die sich für Technikstudiengänge entscheiden, in den ersten ein, zwei, drei, vier Semestern scheitern. Sie beginnen das Studium mit falschen Vorstellungen, mit falschen Erwartungen, vielleicht auch mit falschen Vorkenntnissen und sehr häufig mit zu wenig Basisverständnis für die Fachrichtung. Deswegen habe ich auch vorgelagerte Ziele: Wie wäre es, wenn wir erreichten, dass ganz Deutschland zittert, wenn Teams von Karlsruher Schulen an nationalen und internationalen Robotik- oder Technikwettbewerben antreten? Wenn sich hier Preise und Erfolge häuften, die zeigen, dass die Karlsruher Teams, die sich an Wettbewerben beteiligen, weiter vorne sind, früher mit dabei sind und sich nachhaltiger mit Technik beschäftigen, dann wird deutlich, dass der Ansatz des an Neugier und Relevanz orientierten Lernens tatsächlich wirkungsvoller und leistungsfähiger ist. Erste Anzeichen dafür gibt es schon, beispielsweise die Programmier-AGs ab der dritten Klasse in einigen „unserer“ Grundschulen.

**B: Die Kinder starten in der Grundschule mit Programmieren?**

F: Ja, und das mit unglaublichem Erfolg und mit unglaublicher Begeisterung. Das ist ein sehr wichtiges Zwischenergebnis: Dass Kinder an die weiter-



führenden Schulen kommen, die bereits in der fünften Klasse sowohl über Technik- als auch über Programmierkenntnisse verfügen. Sie haben es ja eben gesagt, es geht hier um elementare Kenntnisse, aus meiner Sicht ist Technikverständnis tatsächlich ein Kulturgut. Ein Kulturgut, das in der Vergangenheit noch um einiges selbstverständlicher war als heute. Denn heute setzen wir voraus, dass Technik da ist und funktioniert - sie fällt quasi vom Himmel. Deshalb ist bereits ein wichtiges Teilziel erreicht, wenn es in Karlsruhe selbstverständlich wird, Technik-Talente sowie die Vermittlung von Technik genauso früh und lange vor den weiterführenden Schulen zu fördern, wie das bei Musiktalenten, Sporttalenten oder der Vermittlung von Kunst und Literatur bereits institutionenübergreifend eine Selbstverständlichkeit ist.

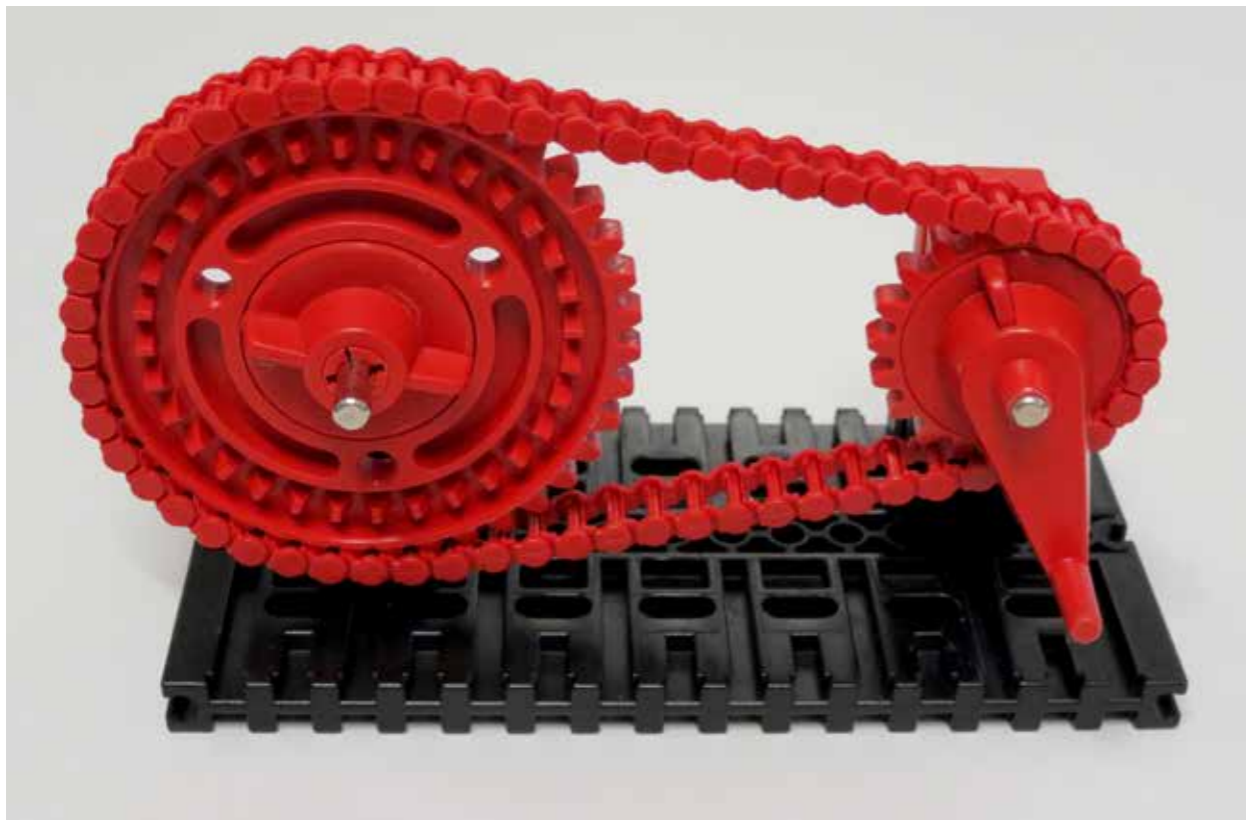
**B: Es war nun die Rede vom Programmieren, aber in zwei Beiträgen, mit denen Sie in DIALOG schon vertreten waren, stand jeweils die fischertechnik im Mittelpunkt. Woher die Begeisterung für die mittlerweile doch schon Jahrzehnte alten Baukästen?**

F: Diese Begeisterung geht auf meine eigene Jugenderfahrung zurück. Als meine Kinder begannen, sich mit technischem Spielzeug zu beschäftigen, habe ich mich wieder an die unglaublichen Flow-Erlebnisse erinnert, die ich in meiner Kindheit bei der Beschäftigung mit diesem Technik-Konstruktionssystem hatte. Das kann sich jemand, der es nicht selber erlebt hat, möglicherweise schwer vorstellen. Viele von den Kindern in den AGs erleben das ganz ähnlich. Das äußert sich im Verlust

jeglichen Zeitgefühls und darin, dass Hunger und Durst oder Hell-Dunkel keine Rolle mehr spielen. Es gibt nur noch dieses absolute Einlassen auf die Lösung eines selbst gestellten Problems und die Suche nach einer geeigneten technischen Umsetzung, die die Kinder alles Andere um sich herum vergessen lässt. Dadurch entsteht eine steile Lernkurve und letztendlich ein Lernerlebnis, das eine unglaubliche Befriedigung erzeugt. Wenn die Kinder am Ende ein fertiges Produkt vor sich haben, das sie selbst gestaltet, selbst entwickelt und bei dem sie selbst die technischen Herausforderungen gelöst haben, ist das - zumindest für die, die technikaffin sind - ein unbeschreiblich schönes Glückserlebnis. Die Erinnerung an diese eigenen Erlebnisse hat mich motiviert, auch meinen Kindern dazu Gelegenheit zu geben. Bei ihnen konnte ich genau dasselbe Phänomen in unterschiedlicher Ausprägung und Intensität beobachten. Das hängt, meine ich, vor allem damit zusammen, dass dieses Material *fischertechnik* eine unglaubliche Vielfalt ermöglicht: Es kann damit wirklich fast alles technisch realisiert werden, so großartig durchdacht und vielseitig ist es.

**B: In seiner Aufmachung ist es allerdings sehr puristisch.**

F: Ja, weil es dafür gedacht ist, technische Prototypen und Funktionsmodelle zu konstruieren, die exakt die gleiche Funktionsweise wie das reale Pendant haben, die sich auch physikalisch praktisch genauso wie ein echtes Großmodell verhalten. Daher ist Funktion wichtiger als Design. Dabei bleibt es einem erspart, die Elementarteile, die man für



eine technische Lösung braucht – seien es ein Grundgerüst, Achsen oder was auch immer – zunächst manuell herstellen und viel Zeit allein mit der Materialbearbeitung verbringen zu müssen. Stattdessen startet man mit diesem Prototypmaterial und kann sich vollständig auf die technische Funktionalität und das eigene technische Verständnis konzentrieren. Und genau das macht dieses Baukastensystem einzigartig – und ich kenne die meisten, die es gibt.

**B: Sie betonen die wichtige Rolle der frühen Förderung im Bereich MINT und technische Bildung. Welche Wünsche hätten Sie hier an die Ausbildung der Fachkräfte in der Frühpädagogik und vor allem an die Lehrerbildung?**

F: Ich glaube tatsächlich, dass wir in den Schulen zu wenig eigene, wirklich eigene, d.h. auch sich selbst erarbeitete Lernerlebnisse ermöglichen, und es gleichzeitig versäumen, Relevanzgefühle auszulösen. Kinder lernen in der Schule, weil sie lernen müssen. Kinder lernen das, was ein Curriculum vorgibt. In der Regel verstehen sie aber nicht, warum das zu Lernende von Bedeutung ist, warum sie es lernen müssen, wozu das gebraucht wird. Und deswegen glaube ich, dass wir uns stärker auf selbstgesteuertes, durch Neugier und Relevanzgefühl geleitetes Lernen konzentrieren müssen. Das ist schwierig in einem 45-Minuten-Schulsystem, wie wir es haben, und funktioniert auch nur sehr eingeschränkt mit Curricula, die regulierend eingreifen. Es heißt sich zum Teil auch mit Lernkontrollen, ist jedoch m.E. wesentlich dafür, dass wir eine Lernkultur entwickeln, die den Namen verdient. Wir

brauchen Kinder, die lernen wollen. Und das kommt nach meiner Überzeugung in den Schulen zu kurz. Deshalb muss auch den Lehrkräften vermittelt werden: Es gibt andere Methoden des Lernens als die, die später Erwachsene oder junge Erwachsene, denen die Relevanz bestimmter Dinge bewusst ist, anwenden. Natürlich ist Üben, beispielsweise von mathematischen Aufgaben, wichtig, um Routine zu bekommen. Aber wenn das Üben und die Routine vor der Begeisterung und dem Relevanzverständnis kommen, kann das eine Quälerei sein, die nicht zu nachhaltigen Lernerlebnissen führt.

**B: Aus dieser Perspektive ist Ihre Karlsruher Technik-Initiative für die Pädagogische Hochschule auch insofern ein Gewinn, weil unsere Physik- und Technikstudierenden durch die AGs schon früh mit dem von Ihnen Geforderten in Berührung kommen.**

F: Tatsächlich lernen oder erleben diese durchaus eine ganz andere Lernsituation, wenn auch nicht hundert Prozent vergleichbar mit einer schulischen Lernsituation, denn die Kinder kommen ja freiwillig. Hier haben diese dann viele Freiräume und zum Teil auch gar keine pädagogische Anleitung. Es gibt die Betreuung durch die Studierenden, aber keine Anleitung im engen Sinn. Zudem werden die AGs häufig von Eltern, manchmal auch von Schülerinnen und Schülern weiterführender Schulen betreut, die in den Grundschulen unterstützen. Diese haben nicht selten selbst ein Lernerlebnis, weil sie über die Beschäftigung mit dem Material und über die Beschäftigung mit den Kindern und der Aufgabenstellung selbst wieder in einen Lernprozess geraten.

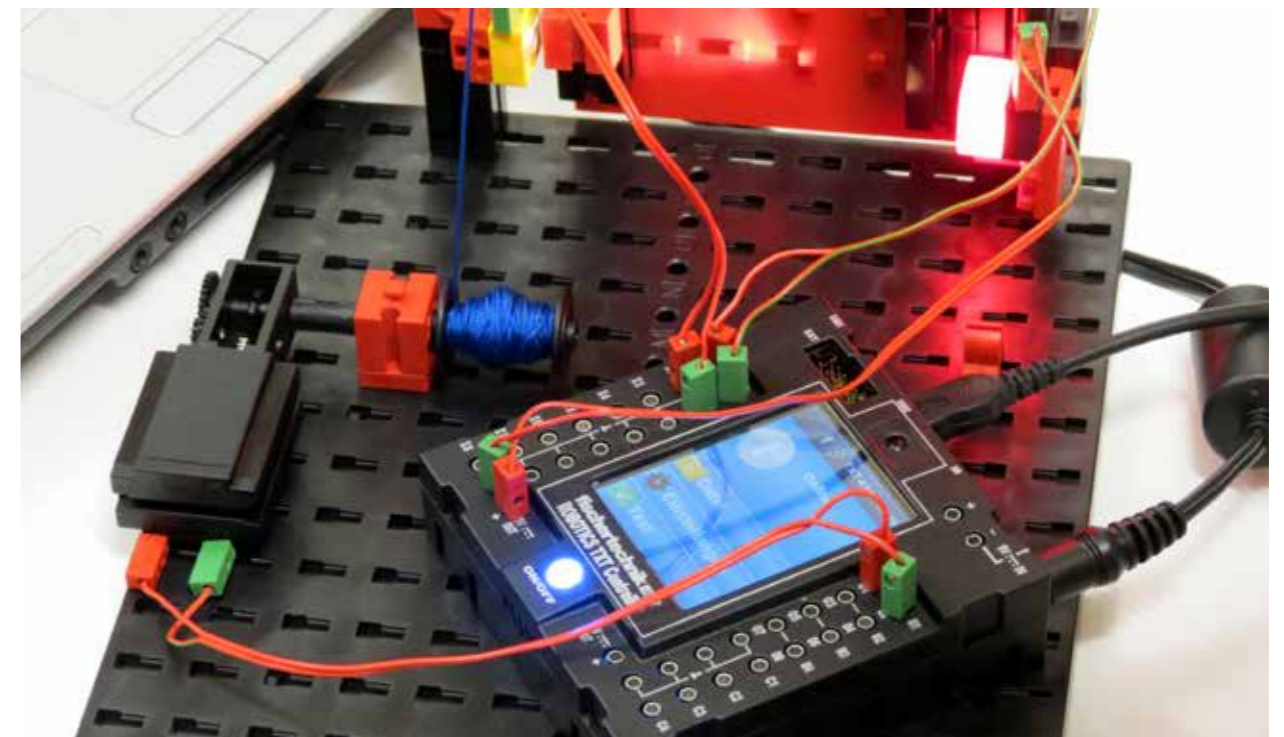
Und natürlich erhoffe ich mir, dass die Studierenden dort andere Möglichkeiten des Lernens erleben und daraus die Motivation mitnehmen, solche Ansätze später da, wo es möglich ist, auch in ihren Schulunterricht zu integrieren.

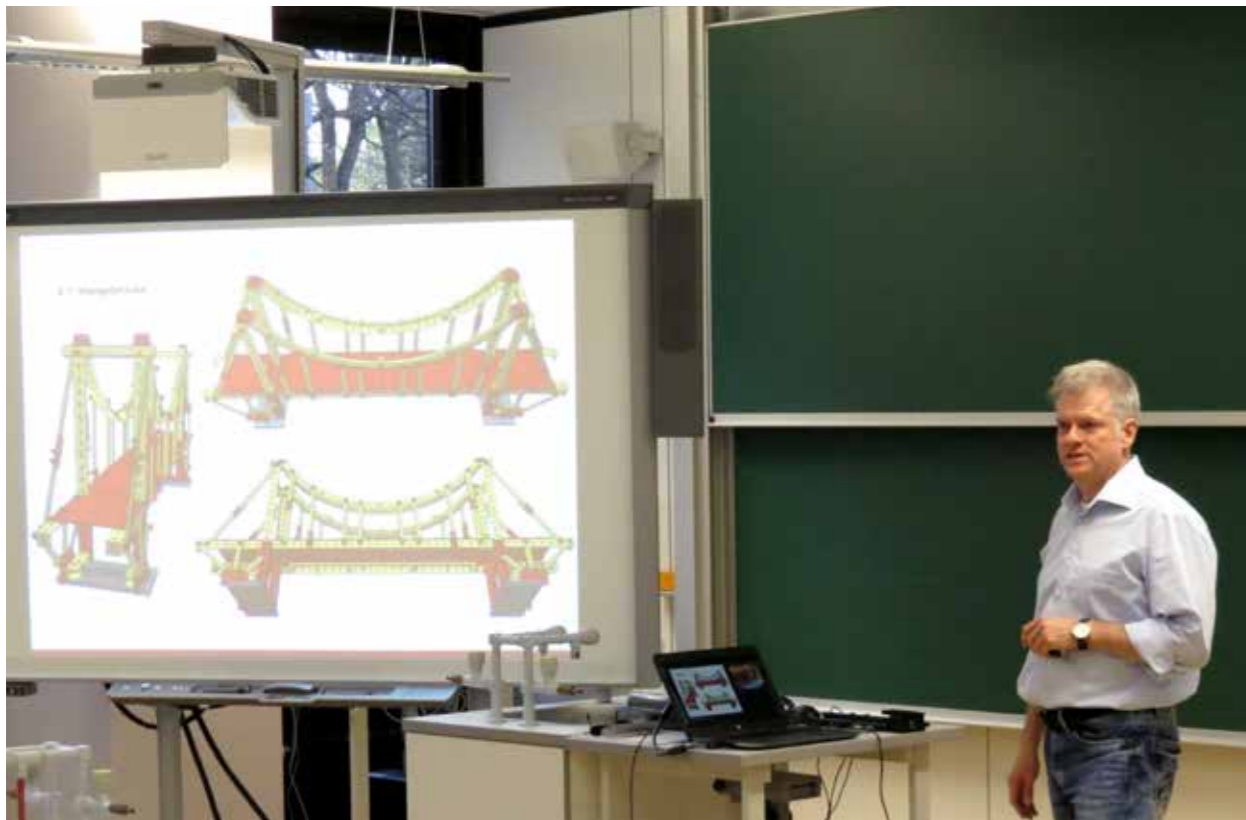
**H: Was sie beschreiben, gilt in der Fachdidaktik als forschendes Lernen, und Sie treffen genau den Punkt: Tatsächlich gibt es genügend Publikationen darüber, aber unsere Studierenden haben es in der Regel zu wenig selbst erfahren und da genau sehe ich das Potenzial: Durch ihr Engagement in der Technik-Initiative erleben die Studierenden forschendes Lernen. Damit bekommen wir vielleicht einen Hebel, mit dem sich die Unterrichtskultur verändern lässt. Denn sie können während ihres Studiums noch so viel über forschendes Lernen lesen – es gibt genügend dazu –, aber es wird zu wenig praktiziert.**

**B: Ein Teil von MINT, aber doch darüberhinausgehend, ist die „digitale Bildung“, ein Bereich, in dem Sie sich, wie oben schon erwähnt („Krypto im Advent“), ebenfalls engagieren. Welche Ansätze und Entwicklungen in Schule und Hochschule würden Sie empfehlen?**

F: Bei der Diskussion über digitale Bildung wird leider häufig die Verwendung digitaler Medien mit digitaler Bildung verwechselt. Die Frage des Einsatzes digitaler Medien muss man gar nicht diskutieren. Natürlich werden wir für die Vermittlung die Medien einsetzen, die wir zur Verfügung haben und es werden moderne Medien sein. Aber zu glauben, dass man damit digitale Bildung schafft, ist ein ganz großer Fehlschluss. Denn die Schülerinnen und Schüler können mit diesen Medien umgehen, zum Teil viel besser als wir. Deswegen müssen wir den Umgang mit diesen Medien auch gar nicht vermit-

eln. Das können die selber, genauso wie sie laufen können, wenn sie in die Schule kommen. Was wir vermitteln müssen, ist ein Verständnis darüber, was Digitalität bedeutet, wie Digitalität entsteht. Es geht dabei um technisches Verständnis, aber auch um den Umgang damit in der Gesellschaft: Welche Voraussetzungen erfordert Digitalität im Unterschied zur analogen Welt? Lassen sich bestimmte Vertrauenskonzepte, die wir in unserer menschlichen Welt sozial entwickelt haben, überhaupt ohne weiteres auf eine digitale Welt, eine Welt ohne direkte physische oder persönliche Kontakte, übertragen? Das sind Dinge, die die Kinder tatsächlich verstehen und lernen müssen. Und die haben mit dem Medium an sich überhaupt nichts zu tun. Und damit man diese digitale Welt versteht, muss man sie auch erzeugen können, man muss verstehen, und zwar nicht nur intellektuell verstehen, sondern von innen heraus begreifen, dass diese digitale Welt von uns geschaffen ist und dass man sie schaffen kann – dass jeder sie schaffen kann ... Deswegen halte ich Programmierkenntnisse für so elementar. In unseren *fischertechnik*-AGs in den Grundschulen programmieren und steuern die Kinder selbst entwickelte Modelle und erfahren damit, dass ein Mensch über das Verständnis der digitalen Technologie die analoge Welt gestalten und steuern kann. Das halte ich für wesentlich: dass die Schülerinnen und Schüler sich später nicht als Opfer der Digitalisierung verstehen, als Objekte einer auf sie zukommenden Welt, sondern dass sie verstehen, dass diese Welt gestaltet worden ist und dass sie dadurch, dass sie sich mit technischen Fragen beschäftigen, die Fertigkeiten erlangen, um an dieser Gestaltung mitzuwirken.





**B: Thema unseres Heftes ist „MINT in einer Kultur der Nachhaltigkeit“. Die enthaltenen Aufsätze stammen vor allem aus den Bereichen der Biologie, Chemie, Umwelt- und Verbraucherbildung. Welchen Beitrag zur Nachhaltigkeit kann die Informatik / IT leisten?**

F: Die Frage ist gar nicht weit weg von der Frage, mit der wir uns gerade beschäftigen haben. Es ist offensichtlich, dass wir in Zukunft große Herausforderungen zu bewältigen haben. Ein Blick in die Geschichte der Menschheit zeigt, dass es eine unglaubliche Beschleunigung bei der Technikentwicklung und damit auch bei der Beherrschung der Welt durch den Menschen gibt. Dass das nicht immer positive Folgen hat, der Mensch nicht immer in der Lage ist, das, was er geschaffen hat, auch tatsächlich zu beherrschen, ist auch keine neue Erkenntnis. Dennoch bin ich überzeugt davon, dass es nur einen einzigen Weg gibt, die Herausforderungen der Zukunft in einer Welt mit wachsender Weltbevölkerung und nicht wachsenden Ressourcen zu bewältigen: Indem man intelligent Technologie einsetzt, intelligent Ressourcenverschwendung verhindert, intelligent dafür sorgt, dass die knappen Ressourcen, die wir zur Verfügung haben, ausreichen, um diesen Planeten zu erhalten. Technik und Informationstechnik spielen da eine entscheidende Rolle. Deswegen bin ich überzeugt, dass der Einsatz insbesondere von Informationstechnik als einer per se eher „ressourcenarmen“ Technik uns in die Lage versetzen kann, Steuerungen und Lösungen zu entwickeln, die wir analog oder manuell nicht realisieren können. Sie ist Voraussetzung für einen intel-

ligenten Technikeinsatz. Auch wenn ich die dunklen Seiten des Einsatzes von Technik sicher nicht außer Acht lassen will, sehe ich darin die einzige Chance, die großen Herausforderungen der Zukunft zu bewältigen. Und das ist zugleich auch eine Aufforderung zur Technikgestaltung. Nur wenn wir unsere Technik und den Technikeinsatz geeignet ausgestalten, wird es uns gelingen, diese Welt – Sie nennen es nachhaltig, ich würde es human oder wertekonform nennen – für zukünftige Generationen zu erhalten.

**B: So schließt sich der Kreis. Wir haben bei der technischen Bildung begonnen und kommen zur Einsicht, welche wichtige Rolle das technische Wissen bei der Bewältigung anstehender Herausforderungen spielt. Zum Abschluss eine Frage, die wir bisher allen Karlsruher Interviewpartnern gestellt haben: Was gefällt Ihnen an Karlsruhe – abgesehen von der oben beschriebenen Vision –, was macht diese Stadt aus? Wo sehen Sie noch Optimierungsbedarf?**

F: Karlsruhe ist für mich eine überraschend offene Stadt, eine Stadt, in der man ständig Menschen trifft, mit denen Gestaltung möglich ist. Das hört sich so leicht an, ist aber faktisch schwierig, weil natürlich immer Motive unterschiedlicher Art die Menschen antreiben. Es gibt hier sehr viele Menschen, Karlsruherinnen und Karlsruher, Menschen aus ganz Deutschland, aus der ganzen Welt, die eine sehr hohe Bereitschaft mitbringen, sich auf Ideen einzulassen und sie mitzugestalten. Das merken wir nicht nur bei der Technik-Initiative, sondern auch bei anderen Dingen, die wir im



CyberForum initiiert und angestoßen haben. Das macht diese Stadt extrem lebenswert. Hier leben sehr viele wertvolle Menschen, die sich für Vieles gerne öffnen.

Problematisch erscheint mir hingegen ein wenig, dass die Stadt sich nach wie vor hauptsächlich als Stadt des Rechts verkauft. Damit transportiert sie in ihrem Image etwas, das natürlich ein wichtiges und prägendes Element dieser Stadt und der Stadtgeschichte ist, aber schon lange nicht mehr den alleinigen Kern ausmacht. In Karlsruhe selbst und in der Technologieregion gibt es rund 4300 IT-Unternehmen, das ist die größte Konzentration von IT-Unternehmen in ganz Europa. Es ist eine Bran-

che, die in Karlsruhe bereits fast 50 Prozent des Gewerbesteueraufkommens erwirtschaftet. Deshalb bin ich überzeugt, dass wir auch mit der Technik-Initiative und mit anderen Maßnahmen, die wir beispielsweise im CyberForum umsetzen, dafür sorgen müssen, dass Karlsruhe über seine Grenzen hinaus nicht nur als ein wichtiger IT-Standort, sondern als ein Motor der Digitalisierung verstanden wird.

**B: Wir danken herzlich für dieses Gespräch.**

**Das Gespräch führten Kirsten Buttgerit und Ralph Hansmann.**





## Impressum

**HERAUSGEBER** Rektorat der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe **REDAKTIONSTEAM** Kirsten Buttgereit, Ralph Hansmann, Dr. Wolfgang Menzel und Prof. Dr. Klaus Peter Rippe, außerdem für diese Ausgabe: Prof. Dr. Petra Lindemann-Matthies **REDAKTION UND KOORDINATION** Prof. Dr. Petra Lindemann-Matthies, Kirsten Buttgereit **ANSCHRIFT DER REDAKTION** Bismarckstraße 10, 76133 Karlsruhe, Tel.: +49 721 925 4014, Fax: -4010, E-Mail: [kirsten.buttgereit@vw.ph-karlsruhe.de](mailto:kirsten.buttgereit@vw.ph-karlsruhe.de) **BILDNACHWEISE** Die Rechte der Bilder liegen, wenn nicht anders angegeben, bei den Autorinnen und Autoren. *Umschlag innen:* Petra Lindemann-Matthies (Wald), PH KA, Tilman Binz; S. 5; 16: Petra Lindemann-Matthies; Klaus Peter Rippe – Fotograf Uli Deck; S. 8/9, 10; 12: Petra Lindemann-Matthies; S. 13-17: Ellinor Hoyer; S. 18, 23: v. Griener, SMNK; S. 20l, 21r, 22r1, 24: Ute Wiegel; S. 20r: E. Herold; S. 21l: B. Nussbächer; S. 22l: Grafik © A. Marci; S. 22r2: Can Stock Photo INC; S. 26, 27u, 28-30, 31u, 32-33: Wolfgang Schmitz; S. 27o: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albatross\\_at\\_Midway\\_Atoll\\_Refuge\\_%2888080507529%29.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albatross_at_Midway_Atoll_Refuge_%2888080507529%29.jpg), Chris Jordan (via U.S. Fish and Wildlife Service Headquarters) / CC BY 2.0; S. 31o: Graphik nach WRIGHT et al. 2013; S. 34: iStock.com/Umberto Pantalone; S. 36-38: Tobias Rauch, Christian Wiesmüller; S. 40/41: PH KA, Tilman Binz; S. 43o: Sabrina Syskowski; S. 43u: Uta Beck; S. 44: J. Kühner; S. 45o: Heike Müller; S. 45u, 46/47: K. Springmann; S. 48/49; 50r2, 51+52: Dorothee Benkowitz, Ökologischer Lerngarten; S. 50l1: © Ulmer Verlag; S. 50l2: © UN Dekade Projekt für Biologische Vielfalt; S. 50r1: © Projekt NATURVATION; S. 53: Die Rechte der Bilder liegen bei den Verlagen; S. 54+61: PH KA, Kirsten Buttgereit; S. 55+56: Thomas Borys; S. 57-60, 62/63: Ralph Hansmann **LAYOUT** Wagner Rexin **DRUCK** Druckhaus Karlsruhe – Druck + Verlag Südwest **AUFLAGE** 1400 Exemplare

Dialog ist auf zertifiziertem Recyclingpapier von einem regionalen Zulieferer gedruckt.

ISSN 2199-5265

**Dialog finden Sie online unter**

[www.ph-karlsruhe.de/aktuelles/publikationen/bildungsjournal-dialog/](http://www.ph-karlsruhe.de/aktuelles/publikationen/bildungsjournal-dialog/)

## Aus dem Inhalt

SEITE 10 Kollektive öffentliche Selbstverpflichtung – Jugendliche auf dem Weg zu einem nachhaltigeren Lebensstil SEITE 18 Gut verpackt: Lernen von der Natur SEITE 26 Mikroplastik in der Umwelt SEITE 34 Wasserkochen: eine Nachhaltigkeitsfrage? SEITE 40 IM FOKUS SEITE 48 PERSPEKTIVEN SEITE 54 NACHGEFRAGT bei Dirk Fox, Gründer und Geschäftsführer des Beratungsunternehmens Secorvo in Karlsruhe