

**Projekttitel: NanoBiNE**  
**Nanotechnologie im Kontext einer**  
**Bildung für nachhaltige Entwicklung**

**NanoBiNE**  
Nanotechnologien im  
Kontext einer Bildung  
für nachhaltige  
Entwicklung

Kooperationsprojekt der  
Universitäten Hildesheim,  
Göttingen, Oldenburg und des  
IPN in Kiel.

Aktenzeichen der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU): 32721/01



**Deckblatt**



**Abschlussbericht**



gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

Ansprechpartner Hildesheim:

**Bewilligungsempfänger:**

Universität Hildesheim; Prof. Dr. Jürgen Menthe (Abteilung Chemie)

Stiftung  
Universität Hildesheim  
Institut für Biologie und Chemie  
Abt. Chemie  
Universitätsplatz 1  
31141 Hildesheim

**Kooperationspartner:**

- Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und der Mathematik (IPN) in Kiel; Prof. Dr. Ilka Parchmann & Dr. Tobias Plöger (Didaktik der Chemie)
- Georg-August-Universität Göttingen; Prof. Dr. Thomas Waitz (Chemiedidaktik)
- Carl von Ossietzky Universität Oldenburg; Prof. Dr. Verena Pietzner (Didaktik der Chemie)

Prof. Dr. Jürgen Menthe  
Fon: 05121 883-40762  
E-Mail: [menthe@uni-hildesheim.de](mailto:menthe@uni-hildesheim.de)

Anne Munk  
Fon: 05121 883-40778  
E-Mail: [munkan@uni-hildesheim.de](mailto:munkan@uni-hildesheim.de)

Peter Düker  
Fon: +49 5121 883-40760  
E-Mail: [dueker@uni-hildesheim.de](mailto:dueker@uni-hildesheim.de)

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



Az	<b>32721/01</b>	Referat	<b>41</b>	Fördersumme	<b>119.872,- €</b>
----	-----------------	---------	-----------	-------------	--------------------

**Antragstitel** NanoBinE – Nanotechnologie im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung

**Stichworte** Bildung für nachhaltige Entwicklung, Nanotechnologie, Schülerlabor, Lehrkräftefortbildung, Bewertungskompetenz

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
<b>24 Monate</b>	<b>01.06.2016</b>	<b>30.05.2018</b>	

Zwischenberichte alle sechs Monate	Erster Zwischenbericht (01.06.2016 bis 30.11.2016) liegt vor	Zweiter Zwischenbericht (01.12.2016 bis 31.05.2017) liegt vor	Dritter Zwischenbericht (01.06.2017 bis 30.11.2017) anbei

<b>Bewilligungsempfänger</b> Universität Hildesheim Institut für Biologie und Chemie Abt. Chemie Universitätsplatz 1  31141 Hildesheim	Tel 05121/883-40762
	Fax
	Projektleitung Prof. Dr. Jürgen Menthe
	Bearbeiter Jürgen Menthe

**Kooperationspartner** Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und der Mathematik  
Prof. Dr. Ilka Parchmann & Dr. Stefan Schwarzer (Didaktik der Chemie)  
Olshausenstraße 62 / 24118 Kiel

Universität Göttingen, Prof. Dr. Thomas Waitz (Abt. für Fachdidaktik Chemie)  
Tammannstr. 4 / 37077 Göttingen

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Prof. Dr. Verena Pietzner (Didaktik der Chemie), Postfach 2503 / 26111 Oldenburg

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

Das Projekt versteht sich als Fortbildungsinitiative, die Schülerlabore und Unterrichtssequenzen zur BnE anhand aktueller Problemstellungen entwickelt und bereitstellt. Das Verknüpfen von Fachwissen und Aspekten einer Bildung für nachhaltige Entwicklung im Kontext Nanowissenschaften und Nanotechnologie durch Schülerinnen und Schüler steht hierbei im Mittelpunkt. Geschehen soll dies durch inkrementelle Erweiterung und Durchführung von Schülerlaboren an den zwei Hauptstandorten Hildesheim und Göttingen, deren fachliche Inhalte und experimentelle Settings gesellschaftlich gerahmt werden und mit einem Entscheidungsplanspiel gezielt BnE adressieren. Diese Settings dienen als Input für die Entwicklung von Unterrichtseinheiten, die über Fortbildungsformate in die Praxis gegeben werden.

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

In einer ersten Projektphase werden Schülerlabore mit Planspielkomponente an den Standorten Hildesheim und Göttingen entwickelt und über mehrere Durchführungen hinweg optimiert. Die Materialien aus den Schülerlaboren dienen als Input für die zweite Projektphase, die Entwicklung von Unterrichtseinheiten. Entwicklung, Erprobung und Überarbeitung dieser Unterrichtseinheiten für den Regelschulunterricht erfolgen nach dem Verfahren der partizipativen Aktionsforschung, d.h. durch Projektgruppen aus Lehrkräften, ergänzt durch fachwissenschaftliche und fachdidaktische Berater aus dem universitären Kontext. Die Ergebnisse werden in der dritten Phase des Projekts in Kooperation mit den Trägern der regionalen Lehrerfortbildungszentren an allen Standorten über Fortbildungsveranstaltungen für Lehrkräfte in die Praxis überführt.

Die Teilnehmenden der Fortbildungen erhalten ein Zertifikat als BnE-Coaches, Material mit Vorschlägen für BnE-Projekttag, Schul-AGs u.a.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Die Zusammenarbeit der verschiedenen Standorte erwies sich sowohl bezüglich der Schülerlaborkonzepte wie bezüglich der Begleitforschung als bereichernd – der Austausch der beteiligten Wissenschaftler/innen ermöglichte einen Wissenstransfer und eine Reflexion der jeweiligen Forschungsperspektiven. Das Verfahren der partizipativen fachdidaktischen Aktionsforschung führte zu stabilen Partnerschaften zwischen Schulen und den Universitäten, auch wenn es schwer war, angesichts der Rahmenbedingungen Lehrkräfte für diese zeitintensive Form der Zusammenarbeit zu gewinnen. Dennoch gelang es im Rahmen dieses Projekts, eine stabile Kooperation mit Lehrkräften und Partnerschulen zu etablieren, durch die eine langfristige Zusammenarbeit sowie eine weitergehende Nutzung des Materials erfolgen wird. Einen wichtigen atmosphärischen wie auch praktischen Beitrag leisteten dabei die NanoBiNE-Koffer, durch die das Projekt im Wortsinn an die Schulen getragen wird und durch die die fortgebildeten Lehrkräfte ihre Rolle als „BNE-Nanocoaches“ ausfüllen können.

Die Durchführungen selbst fanden guten Anklang, Lehrkräfte wie Schüler/innen gaben überwiegend sehr positive Rückmeldungen zu dem Besuch an der Universität, zu den Versuchen sowie zu den eingesetzten Planspielen. Die wenigen kritischen Rückmeldungen wurden genutzt, um das Material weiter zu verbessern,

Die entwickelten Unterrichtseinheiten für den Regelunterricht wie die Materialien aus den Schülerlaboren werden allen Interessierten auf dem Projektportal der Universität Hildesheim und der Universität Göttingen dauerhaft zur Verfügung gestellt. Auch die in Zusammenarbeit der Standorte entwickelten Fortbildungsformate können mit geringem Aufwand erneut angeboten werden. Über die Buchpublikation werden sowohl die Erträge der Projektarbeit (Unterrichtseinheiten, Materialien) als auch die Erfahrungen mit der partizipativen Aktionsforschung disseminiert. So werden Lehrkräfte wie Fachdidaktiker angesprochen und von den Projektergebnissen profitieren.

Als ein Ergebnis der Begleitforschung kann schon jetzt festgehalten werden, dass das Format der Technikfolgenabschätzung geeignet ist, einen realistischen Rahmen für die rationale und sachliche Auseinandersetzung mit lebensweltlichen Entscheidungsfragen zu bilden. Zugleich wird mit der Fokussierung auf argumentative Aushandlungsprozesse die Rolle von Intuitionen, Gefühlen und Routinen systematisch ausgeblendet. Damit folgt das Projekt einer Tendenz, die sich im Diskurs der Förderung der Bewertungskompetenz – insbesondere auch im Kontext Bildung für nachhaltige Entwicklung – seit längerem abzeichnet. In der Entscheidungspsychologie, der Moralpsychologie und der Soziologie gibt es zahlreiche Befunde zur Art und zur Funktion dieser Intuitionen. Die Reflexion ihrer Bedeutung wäre eine Voraussetzung, um den Widerspruch zwischen Reden und Handeln gerade im Bereich BNE zu erklären und ggfs. zu bearbeiten. Dieses Thema sollte weiter bearbeitet werden.

## **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Umfassende Kontaktaufnahme zu Schulen in und um Hildesheim und Göttingen, Mails an Schulleitungen und Sekretariate, Besuche auf Fachkonferenzen, im Fachnetz der Universität und in Studienseminaren, um das Projekt bekannt zu machen.

Artikel in den regionalen Zeitungen (Hildesheimer Allgemeine Zeitung, Hannoversche Allgemeine Zeitung, HUCKUp (Regionalblatt). Zusammenarbeit mit der Presseabteilung der Universität Hildesheim.

Ausbildung von stabilen Partnerschaften zu Schulen, Fortbildungsträgern, VCI und GDCh, Schülerforschungszentrum. Kontakte und Vereinbarungen mit den Lehrfortbildungszentren in Hildesheim (KHi), Göttingen (NFL), Kiel (SFB outreach, IQSH), und Oldenburg (LFZ Bremen-Oldenburg)

Vorträge, Stände und Workshops auf Fachtagungen (Ideenexpo, GDCh-Kongress Chemieunterricht, GDCh, LeLa (Lernort Labor), zusätzliche Fortbildungen (VCI), Regionalentscheid Schüler Experimentieren

Präsenz in WWW (Homepages der beteiligten Uni, Facebook)

## **Fazit**

Insgesamt überwiegen in der Bilanz deutlich die positiven Eindrücke aus der Projektarbeit, den Schülerlaboren und der Abschlusstagung. Die Verstetigung der Projektergebnisse ist aufgrund der Partnerschaften, der Unterstützung mit Material sowie aufgrund andauernder Fortbildungsaktivitäten sicher gestellt. Größtes Hindernis bei der Weiterarbeit sind die schulischen Rahmenbedingungen, die eine dauerhafte Mitarbeit von Lehrkräften in universitären Arbeitsgruppen und Besuche von Schulen an den Universitäten – zumal im Sekundarschulbereich – erschweren. Dennoch sind schon jetzt weitere Veranstaltungen gebucht und die Rückmeldungen der Schüler/innen und Lehrkräfte sind sehr ermutigend.

## Projekttitel: NanoBiNE Nanotechnologie im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung



**NanoBiNE**  
Nanotechnologien im  
Kontext einer Bildung  
für nachhaltige  
Entwicklung

Kooperationsprojekt der  
Universitäten Hildesheim,  
Göttingen, Oldenburg und des  
IPN in Kiel.

Aktenzeichen der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU): 32721/01



## Abschlussbericht

- Zusammenfassende Darstellung des Projekts
- Zwischenbericht 1 (Juni 2016 bis November 2016)
- Zwischenbericht 2 (Dezember 2016 bis Mai 2017)
- Zwischenbericht 3 (Juni 2017 bis November 2017)
- Zwischenbericht 4 (Dezember 2017 bis Mai 2018)



gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

## Bewilligungsempfänger:

Universität Hildesheim; Prof. Dr. Jürgen Menthe (Abteilung Chemie)

## Kooperationspartner:

- Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und der Mathematik (IPN) in Kiel; Prof. Dr. Ilka Parchmann & Dr. Tobias Plöger (Didaktik der Chemie)
- Georg-August-Universität Göttingen; Prof. Dr. Thomas Waitz (Chemiedidaktik)
- Carl von Ossietzky Universität Oldenburg; Prof. Dr. Verena Pietzner (Didaktik der Chemie)

Ansprechpartner Hildesheim:

Stiftung  
Universität Hildesheim  
Institut für Biologie und Chemie  
Abt. Chemie  
Universitätsplatz 1  
31141 Hildesheim

Prof. Dr. Jürgen Menthe  
Fon: 05121 883-40762  
E-Mail: [menthe@uni-hildesheim.de](mailto:menthe@uni-hildesheim.de)

Anne Munk  
Fon: 05121 883-40778  
E-Mail: [munkan@uni-hildesheim.de](mailto:munkan@uni-hildesheim.de)

Peter Düker  
Fon: +49 5121 883-40760  
E-Mail: [dueker@uni-hildesheim.de](mailto:dueker@uni-hildesheim.de)

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	2
2. Erreichen der Projektziele.....	2
A. Erweiterung der Schülerlabor-Angebote an den Standorten Hildesheim und Göttingen.....	3
B. Erprobung der erweiterten Schülerlabore. Reflexion und ggf. Optimierung.	3
C. Weiterführung der Schülerlabore .....	3
3. Entwicklung, Erprobung und Optimierung von Unterrichtssequenzen.....	4
4. Breit angelegte Fortbildungsinitiative .....	4
5. Abschlusstagung .....	5
6. Buchpublikation und Begleitforschung .....	5
7. Verstetigung.....	6
8. Kritische Analyse des Projektverlaufs .....	7
9. Zusammenfassung der Ergebnisse .....	9
10. Projektkosten – Erläuterung finanzieller Verschiebungen und Überschuss .....	10

### Anhänge:

- Zwischenbericht 1 (Juni 2016 bis November 2016)
- Zwischenbericht 2 (Dezember 2016 bis Mai 2017)
- Zwischenbericht 3 (Juni 2017 bis November 2017)
- Zwischenbericht 4 (Dezember 2017 bis Mai 2018)

In elektronischer Form: Fotoauswahl

## 1. Einleitung

In der Rückschau ist das Projekt „Nanotechnologie im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung“ sehr erfolgreich verlaufen. Im Abschlussbericht wird dies aufgezeigt, indem anhand der einzelnen Projektziele erläutert wird, inwieweit und auf welchen Wegen die einzelnen Ziele erreicht werden konnten. Um die in der Zusammenfassung geschilderten Eindrücke im Detail zu belegen und den Überblick über den Ablauf des Projekts zu erleichtern, sind diesem Abschlussbericht die vier Zwischenberichte der vorangegangenen Berichtszeiträume angefügt.

Der Analyse der Projektziele folgen kurze Darstellungen zentraler Elemente des Projekts (Materialentwicklung und Implementation, Fortbildungsinitiative, Abschlusstagung, Buchpublikation). Unter dem Punkt Verstetigung wird angedeutet, welche langfristigen Wirkungen von dem Projekt erwartet werden dürfen und welche Arbeiten gegenwärtig noch andauern.

Im Punkt 8 werden Schwierigkeiten und Probleme der Projektdurchführung dargestellt. Zugleich wird angedeutet, welche Schlussfolgerungen gezogen und welche Lösungsansätze für die aufgeführten Probleme gefunden wurden.

Im 9. Abschnitt werden die im Projekt erreichten Ziele nochmals zusammen gefasst und es wird herausgestellt, welche Chancen für schulische Projekte im Bereich der Bildung für nachhaltige Entwicklung sich aus der Projektzusammenarbeit der vier Universitäten, der Fortbildungseinrichtungen und vor allem der großen Zahl an Schulen und Lehrkräften ergeben haben.

Im 10. Abschnitt wird ein Überblick über die finanzielle Abwicklung des Projekts gegeben und es werden die Minderausgaben erläutert, die zur Einsparung von fast einem Viertel der Projektsumme führten.

## 2. Erreichen der Projektziele

Im Verlauf des Projekts „NanoBiNE – Nanotechnologien im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung“ wurden alle wesentlichen Projektziele erreicht, sodass ein sehr positives Fazit gezogen werden kann. Allerdings mussten zur Erreichung der Ziele teils neue Wege eingeschlagen werden. Das betrifft vor allem die Kooperation der Lehrkräfte in Göttingen und an beiden Standorten die Durchführung der Schülerlaborkonzepte. Die in Aussicht gestellte Reichweite wurde vom wissenschaftlichen Beirat bereits auf dem Auftakttreffen (siehe 1. Zwischenbericht) als ambitioniert bezeichnet. Die Ursachen für die Abweichungen wurden in den Zwischenberichten bereits ausführlich dargelegt, sie werden hier entlang der verschiedenen Projektziele nochmals kurz erläutert. Im

Folgenden werden die im Antrag unter dem Punkt „Darstellung des Lösungskonzepts“ aufgeführten Maßnahmen zitiert und es wird knapp erläutert, inwiefern die Ziele erreicht wurden.

### **A. Erweiterung der Schülerlabor-Angebote an den Standorten Hildesheim und Göttingen**

Durch regelmäßige Projektgruppentreffen, Skype-Konferenzen und einen sehr regen Email-Verkehr sowie eine interne Online-Materialbörse konnte sehr rasch festgestellt werden, welche Potentiale sich aus der Zusammenführung der Angebote ergeben. So wurde in Göttingen ein an der Struktur des Hildesheimer Planspiels (Technikfolgenabschätzung) orientiertes Planspiel für das Thema Sonnencremes entwickelt, umgekehrt wurden experimentelle Ausarbeitungen zur Toxizität und Zellgängigkeit aus dem Göttinger Labor in die ‚Hildesheimer Durchführung integriert. Weitere Synergieeffekte ergaben sich in der Gestaltung der Versuchsbeschreibungen und in den Instrumenten für die Begleitforschung. Details finden sich in den Zwischenberichten, vor allem im ersten Zwischenbericht.

### **B. Erprobung der erweiterten Schülerlabore. Reflexion und ggf. Optimierung.**

Die Laborkonzepte wurden sowohl in Kooperation mit den beteiligten Lehrkräften wie auch auf Basis eigener Beobachtungen und Rückmeldungen durch die Schülerinnen und Schüler stetig verbessert. Dies betrifft zum einen das Herausstellen curricularer Bezüge (etwa zur Elektrochemie), zum anderen die Optimierung der Versuchsvorschriften und den Einsatz der dazugehörigen Tippkarten, die im Verlauf der Durchführung gekürzt, prominenter platziert und gezielter anmoderiert wurden. Veränderungen ergaben sich auch und vor allem bei den Planspielen, insbesondere, da im Verlauf teilweise auch eintägige Formate realisiert wurden, bei denen die Texte für das Planspiel deutlich gekürzt werden mussten. Zudem ergab sich aufgrund des erweiterten Adressat/innenkreises (jüngere Schüler/innen und verstärkte Beteiligung von Realschulen) die Notwendigkeit, das Material stärker zu differenzieren.

### **C. Weiterführung der Schülerlabore**

Im Antrag wurde die Aufrechterhaltung des Angebots über die nächsten beiden Jahre festgeschrieben. Diese ist an beiden Standorten sichergestellt – mutmaßlich auch über den genannten Zeitraum hinaus. Schon jetzt gibt es an beiden Standorten konkrete An-

fragen für Durchführungen nach Ende der Projektlaufzeit. Zudem konnten stabile Kooperationsstrukturen zu Einzelschulen aufgebaut werden (In Hildesheim z.B. zur Goetheschule Hildesheim, zur Molitoris Schule Harsum und zur Robert Bosch Gesamtschule, In Göttingen IGS-Göttingen, Otto-Hahn-Gymnasium, Friedrich-Klein-Gymnasium), sodass diese Schulen regelmäßig auch weiter die Schülerlaborkonzepte buchen werden (siehe Zwischenbericht 4).

### **3. Entwicklung, Erprobung und Optimierung von Unterrichtssequenzen**

Um eine Verbreitung der Bildung für nachhaltige Entwicklung über die Schülerlaborkonzepte hinaus zu realisieren, wurden an beiden Standorten auf Basis der Materialien Unterrichtseinheiten für den Regelunterricht erarbeitet. In Hildesheim wurden hier sogar zwei Arbeitsgruppen aus Lehrkräften und Fachdidaktiker/innen gebildet, die gemäß des Verfahrens der partizipativen fachdidaktischen Aktionsforschung Unterrichtseinheiten erstellten und erprobten. Die Zweiteilung der Gruppe ergab sich aus dem Wunsch, Unterrichtseinheiten sowohl für den Regelunterricht in der gymnasialen Oberstufe wie auch für den Regelunterricht in der Mittelstufe zu entwickeln. Bei letzterer Anpassung wurde gezielt versucht, das Material so weit zu reduzieren, dass es auch für den Einsatz in Realschulen und Gesamtschulen geeignet ist. Alle Unterrichtseinheiten wurden von den beteiligten Lehrkräften an ihren Schulen erprobt, weiter optimiert und stehen jetzt auf der dazu eingerichteten Internetpräsenz zum Download bereit.

Die Implementierung der NanoBinE-Konzepte in den Regelunterricht ist nach einigen wenigen Anpassungen der Materialien in Rückkoppelung mit Lehrkräften gelungen. So wurde eine Vielzahl an Experimenten zur Nanotechnologie gewünscht aus der Lehrkräfte je nach Unterrichtssituation auswählen können. Besonders gewünscht waren Experimente über die sich direkt an das Planspiel anschließen lässt. Entsprechend wurden neben Experimenten zur Toxizität (Wirkung von ZnO-Nanopartikeln auf die alkoholische Gärung) auch solche zur Diffusion durch Zellmembranen (n-Oktanol) weiterentwickelt und ebenfalls auf online zur Verfügung gestellt. Die Veröffentlichung erfolgt in den kommenden Tagen ([www.unterrichtsmaterialien-chemie.de](http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.de))

### **4. Breit angelegte Fortbildungsinitiative**

Ziel des Projekts war eine weite Verbreitung der Idee, die Nanotechnologie stärker an Schulen zu verankern und dabei zugleich auf mögliche Gefahren nanoskaliger Stoffe hinzuweisen (BnE, Technikfolgenabschätzung). Dazu wurden – wie im Antrag vorgesehen, Kontakte zu den Trägern der regionalen Lehrkräftefortbildung aufgebaut und es wurden

an allen Standorten Fortbildungen angeboten (siehe Zwischenbericht 4). Insgesamt wurden diese Fortbildungen an drei der vier Standorte realisiert, wobei das Interesse der Lehrkräfte nicht so groß war wie erhofft. Durch besondere Anstrengungen (Mehrmalige Angebote an verschiedenen Standorten, Zusammenarbeit mit der GDCh und Workshopangebote auf den Tagungen der Fachgruppe Chemieunterricht, Zusammenarbeit mit Studienseminaren, Zusammenarbeit mit weiteren Fortbildungsträgern (Kompetenzzentrum Osnabrück, Zusammenarbeit mit der Universität Hannover) konnten letztlich aber auch in diesem Bereich die Projektziele erreicht und – was die Zahl der Fortbildungen angeht – sogar übererfüllt werden. Mehrere Projektaktivitäten sind in der lokalen Presse aufgegriffen worden, so wurde in einem ganzseitigen Artikel über das Hildesheimer Schülerlabor berichtet, in einem weiteren Artikel wurde über eine Durchführung an einer Laatzener Schule berichtet. Ebenfalls in der Presse war die Beteiligung an der Ideenexpo, wo über eine ganze Woche ein Stand betreut wurde, an dem Kinder und Jugendliche die Experimente durchführen konnten.

Da zu den Fortbildungsträgern jetzt stabile Kontakte aufgebaut wurden und die Fortbildungskonzepte fertiggestellt sind, können diese ohne großen Aufwand erneut angeboten werden. Auch hier sind bereits konkrete Angebote für die Zeit nach Projektende terminiert (Fortbildung in Speyer, Zwischenbericht 4).

## **5. Abschlusstagung**

Die feierliche Abschlusstagung im Zentrum für Umweltkommunikation in Osnabrück am 18. Mai 2018 lockte über 50 Lehrkräfte und Hochschulangehörige an, die sich über das Projekt informieren oder – im Falle projektbeteiligter Lehrkräfte – austauschen wollten. Die Anwesenheit einer kleinen Gruppe von Osnabrücker Schüler/innen erleichterte es, sich den Ertrag der Experimentierstationen für den Unterricht vor Augen zu führen. Den Abschluss bildete der anspruchsvolle wie unterhaltsame Vortrag von Rainer Adelung zu aktuellen Forschungsfragen im Bereich der Nanotechnologie, gefolgt von der Übergabe der Zertifikate und der Materialkoffer für die Schulen, Details und Ablaufplan finden sich in Zwischenbericht 4.

## **6. Buchpublikation und Begleitforschung**

Die Erträge der Projektarbeit sollen in einer Buchpublikation einem breiten Publikum zugänglich gemacht werden. Dabei werden nicht nur die inhaltlichen Ergebnisse zur Gestaltung schulischer und außerschulischer Lerngelegenheiten im Bereich Nanotechnologie und Bildung für nachhaltige Entwicklung dargestellt, sondern auch wertvolle Erfahrungen mit der Methode der partizipativen fachdidaktischen Aktionsforschung unter Beteiligung der Lehrkräfte systematisch aufgearbeitet. Abschließend werden die Befunde der Begleitforschung in den Bereichen Bewertungskompetenz, Nature of Science

(Hildesheim) sowie Interesse und Motivation (Göttingen) im Kontext BnE und Nanotechnologie dargestellt. Eine Inhaltsübersicht der im Waxmann Verlag erscheinenden Publikation findet sich im vierten Zwischenbericht. Wir beginnen gegenwärtig mit der Manuskripterstellung, die Publikation selbst wird vermutlich im März 2018 erscheinen.

## 7. Verstetigung

Eine Verstetigung von Projektbestandteilen findet sowohl auf inhaltlicher wie auf struktureller Ebene statt.

### Inhaltlich:

Die erweiterten Schülerlabore an den Standorten Göttingen und Hildesheim werden weiterhin durchgeführt. Dabei führte die Arbeit in der Lehrergruppe Hildesheim zu einer Erweiterung des Adressatenkreises. Das Schülerlabor „NanoScience“ wird jetzt für Lernende ab dem 10. Jahrgang – vereinzelt auch für noch jüngere Schüler/innen – angeboten.

Die Lehrer/innen aus den Gruppen in Hildesheim und Göttingen befördern den weiteren Einsatz der entwickelten Unterrichtseinheiten in der Praxis, die an die Schulen weitergegebenen Materialkoffer erleichtern die weitere Nutzung und Verbreitung des Unterrichtsmaterials. Die erarbeiteten Einheiten für den Regelschulunterricht werden allen Interessierten dauerhaft im Internet zur Verfügung gestellt.

Die erarbeiteten Fortbildungskonzepte können ohne großen Aufwand erneut angeboten werden. Hier gibt es positive Signale aus den Kompetenzzentren für regionale Lehrkräftefortbildung. Fraglich ist hier eher die Nachfrage durch die Lehrkräfte. Es ist angedacht, die Materialien im Kontext fachfremd unterrichtender Lehrkräfte anzusiedeln. In diesem Bereich ist die Nachfrage vermutlich größer.

### Strukturell:

Die Vernetzung zwischen den Projektstandorten sowie zwischen den Universitäten Hildesheim und Göttingen und den Schulen der jeweiligen Region hat sich nachhaltig verbessert. Dies erhöht nicht nur die Implementationswahrscheinlichkeit der Unterrichtseinheiten sondern hat auch zur Zusammenarbeit auf anderen Ebenen geführt (z.B. Beratstätigkeit beim Kompetenzzentrum für regionale Lehrkräftefortbildung an der Universität Hildesheim).

Die Zusammenarbeit mit den Fortbildungsträgern der Regionen erwies sich als sehr konstruktiv und soll in der Zukunft intensiviert werden, um die Theorie-Praxis-Verzahnung zu befördern.

Über die im Antrag genannten Verbindungen zu den Trägern der regionalen Lehrkräftefortbildung hinaus wurden Kooperationen zum VCI und zur GDCh aufgebaut, die zu mehreren Workshops und Fortbildungen führten. Auch hier sind weitere Angebote geplant. Zudem wurde das Projekt prominent auf der Ideenexpo in Hannover präsentiert. Das Foto zeigt die Ministerin Heinen-Klajic beim Besuch des NanoBiNE-Stand..



Es konnte auch eine Zusammenarbeit mit dem neu entstandenen Schülerforschungszentrum „XPLORE“ in Hildesheim etabliert werden. Erster Ausdruck dieser Zusammenarbeit war ein Experimentierstand beim Regionalentscheid von „Schüler experimentieren“ (Halle 39, siehe Zwischenbericht 4). Auch diese Kooperation wird zur Verstetigung der Projektergebnisse beitragen, es gibt Überlegungen, perspektivisch ein regelmäßiges Angebot im XPLORE vorzuhalten.

## 8. Kritische Analyse des Projektverlaufs

In Zeiten einer spürbaren Verunsicherung vieler Lehrkräfte aufgrund besonderer Herausforderungen und administrativer Vorgaben (Inklusion, Sprachförderklassen, Quereinsteiger, Umstellung G8 / G9) und in einer Situation dramatischen Lehrkräftemangels stellte es eine große Herausforderung dar, Lehrkräfte für Fortbildungen im Bereich Nanotechnologie und BnE zu gewinnen. Die kontinuierliche Projektarbeit wurde zudem teilweise durch im wissenschaftlichen Bereich nicht unübliche Personalfluktuationen erschwert. Beide Aspekte führten dazu, dass insbesondere die Suche nach mitarbeitenden Lehrkräften sich aufwändig gestaltete.

Das Thema Nanotechnologie ist zudem zwar im öffentlichen Diskurs präsent, nicht aber in den Curricula allgemeinbildender Schulen, was die Bewerbung an den Schulen zusätzlich erschwerte. Auch die Verbindung mit dem Thema Bildung für nachhaltige Entwicklung hilft hier nur bedingt weiter, weil BNE mit vielen Fachinhalten in Verbindung steht und insofern keine Notwendigkeit besteht, hierzu ein zusätzliches Thema wie die Nanotechnologie in den Unterricht einzubauen. Um dennoch Interessierte für das Angebot zu finden, haben wir versucht, die Besonderheit der Projektidee (Technikfolgenabschätzung als Medium zur Vermittlung curricular verankerter prozessbezogener Kompetenzen wie Bewertungskompetenz und Kommunikation) herauszustellen. Oft gelang

aber auch das nur durch direkte persönliche Ansprache, sodass es letztlich auch den guten Kontakten der Projektgruppe zu alten (und neuen) Partnerschulen zu verdanken war, dass am Ende an der Universität Hildesheim sogar zwei (kleine) Teilgruppen mit Lehrkräften für die kontinuierliche Erarbeitung von Unterrichtsmaterialien gewonnen werden konnten. Für zukünftige Projekte sollte überlegt werden, wie Lehrkräfte für eine solche Projektmitarbeit entlastet werden könnten oder welche anderen Anreize hier gegeben werden könnten.

Dennoch erwies es sich auch an diesem Standort als schwierig, die im Antrag in Aussicht gestellte Anzahl an Lehrkräften zu bewegen, zwei Unterrichtstage für den Besuch im Schülerlabor bereitzustellen. Für weitere Projekte sollte dieser Aspekt bedacht werden. Schon im Verlauf dieses Projekts sind wir phasenweise dazu übergegangen, Durchführungen halb an der Universität und halb an der Schule zu verorten, was den Aufwand für die Lehrkräfte reduzierte und die Akquise erleichterte. In Einzelfällen wurde die Veranstaltung auf ein eintägiges Format gekürzt. Für zukünftige Anträge könnte überlegt werden, zusätzlich oder ergänzend ein mobiles Angebot zu entwickeln. Eine weitere Möglichkeit könnte darin liegen, stärker den Nachmittagsbereich zu adressieren, wie es in den vielerorts gegründeten Schülerforschungszentren oft der Fall ist.

Auch in Göttingen verlief das Anwerben von Schulklassen zunächst schleppend, verbesserte sich aber im Laufe der Projektlaufzeit aufgrund vielfältiger und massiver Werbemaßnahmen deutlich. Auch hier war eine Anpassung des Angebots nötig: die Option des 1-Tages-Kurses stieß bei den Lehrer\_innen auf größere Resonanz.

Dagegen verliefen die Durchführungen der Schülerlaborkurse an beiden Standorten sehr gut. Sie waren meist von großen Interesse sowie Partizipationswillen der Schüler\_innen geprägt. Dabei ist das Planspiel in besonderer Weise hervorzuheben. Die Diskussionen waren geprägt von großem Engagement, wobei – so der Hinweise einiger Lehrkräfte – hier gerade auch Lernende aktiv beteiligt waren, die im klassischen Fachunterricht zurückhaltender sind.

Das in Göttingen aufgrund zu geringer Resonanz veränderte Vorgehen zur Erstellung von Unterrichtseinheiten erwies sich im Ergebnis als durchaus tragfähig. Durch den Austausch mit den Lehrkräften sowohl vor als auch nach dem Kurs wurde ein wertvolles Feedback erhalten. Die dort angebrachten Hinweise und Verbesserungen wurden in der Durchführung des Kurses sowie für die Materialien übernommen. Ein Austausch im größeren Rahmen fand im November 2017 an der Universität statt. Bei diesem Treffen wurden die aufbereiteten Kursmaterialien hinsichtlich ihrer Passung für den Regelunterricht gemeinsam evaluiert.

Die Zusammenarbeit der Standorte erwies sich als bereichernd, zugleich muss festgestellt werden, dass die für die Standorte Oldenburg und Kiel bereitgestellten geringen Summen dazu führten, dass das Projekt hier nicht den gleichen Stellenwert haben konnte wie an den Standorten, an denen die Stellen für die wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen angesiedelt waren. Das erklärt – neben den allgemeinen Rahmenbedingungen und besonderen Ereignissen, warum z.B. in Oldenburg keine Lehrkräftefortbildung zustande kam.

## 9. Zusammenfassung der Ergebnisse

Insgesamt überwiegen in der Bilanz deutlich die positiven Eindrücke aus der Projektarbeit, den Schülerlaboren und der Abschlusstagung – das sollte auch schon im zweite Abschnitt (Projektziele) deutlich geworden sein. Die Zusammenarbeit der verschiedenen Standorte erwies sich sowohl bezüglich der Schülerlaborkonzepte wie bezüglich der Begleitforschung als bereichernd – der Austausch der beteiligten Wissenschaftler/innen ermöglichte einen Wissenstransfer und eine Reflexion der jeweiligen Forschungsperspektiven.

Das Verfahren der partizipativen fachdidaktischen Aktionsforschung führte zu stabilen Partnerschaften zwischen Schulen und den Universitäten, auch wenn es schwer war, angesichts der Rahmenbedingungen Lehrkräfte für diese zeitintensive Form der Zusammenarbeit zu gewinnen. Dennoch gelang es im Rahmen dieses Projekts, eine stabile Kooperation mit Lehrkräften und Partnerschulen zu etablieren, durch die eine langfristige Zusammenarbeit sowie eine weitergehende Nutzung des Materials erfolgen wird. Einen wichtigen atmosphärischen wie auch praktischen Beitrag leisteten dabei die NanoBiNE-Koffer, durch die das Projekt im Wortsinn an die Schulen getragen wird und durch die die fortgebildeten Lehrkräfte ihre Rolle als „BNE-Nanocoaches“ ausfüllen können.

Die Durchführungen selbst fanden guten Anklang, Lehrkräfte wie Schüler/innen gaben überwiegend sehr positive Rückmeldungen zu dem Besuch an der Universität, zu den Versuchen sowie zu den eingesetzten Planspielen. Die wenigen kritischen Rückmeldungen wurden genutzt, um das Material weiter zu verbessern,

Die entwickelten Unterrichtseinheiten für den Regelunterricht wie die Materialien aus den Schülerlaboren werden allen Interessierten auf dem Projektportal der Universität Hildesheim und der Universität Göttingen dauerhaft zur Verfügung gestellt. Auch die in Zusammenarbeit der Standorte entwickelten Fortbildungsformate können mit geringem Aufwand erneut angeboten werden. Über die Buchpublikation werden sowohl die Erträge der Projektarbeit (Unterrichtseinheiten, Materialien) als auch die Erfahrungen mit der partizipativen Aktionsforschung disseminiert. So werden Lehrkräfte wie Fachdidaktiker angesprochen und von den Projektergebnissen profitieren.

Als ein Ergebnis der Begleitforschung kann schon jetzt festgehalten werden, dass das Format der Technikfolgenabschätzung geeignet ist, einen realistischen Rahmen für die rationale und sachliche Auseinandersetzung mit lebensweltlichen Entscheidungsfragen zu bilden. Zugleich wird mit der Fokussierung auf argumentative Aushandlungsprozesse die Rolle von Intuitionen, Gefühlen und Routinen systematisch ausgeblendet. Damit folgt das Projekt einer Tendenz, die sich im Diskurs der Förderung der Bewertungskompetenz – insbesondere auch im Kontext Bildung für nachhaltige Entwicklung – seit längerem abzeichnet. In der Entscheidungspsychologie, der Moralpsychologie und der Soziologie gibt es zahlreiche Befunde zur Art und zur Funktion dieser Intuitionen. Die Reflexion ihrer Bedeutung wäre eine Voraussetzung, um den Widerspruch zwischen Reden und Handeln gerade im Bereich BNE zu erklären und ggfs. zu bearbeiten. Dieses Thema sollte weiter bearbeitet werden.

## **10. Projektkosten – Erläuterung finanzieller Verschiebungen und Überschuss**

Die Gesamtkosten des Projekts sind geringer ausgefallen als im Antrag angesetzt, was vor allem auf geringere Personalkosten, die günstigere Abschlussstagung und den nicht erfolgten Mittelabruf aus Oldenburg zurückzuführen ist. Insgesamt wurden von den beantragten 118.872 Euro nur etwa 91000 Euro abgerufen. Zugleich ergab sich im Projektverlauf die Notwendigkeit, einzelne Posten umzuwidmen, wobei aber nur Umwidmungen innerhalb der jeweiligen Kostenart stattfanden und letztlich bei allen Kostenarten keine vollständige Mittelverwendung nötig war.

### Personalkosten:

An den Standorten Hildesheim und Göttingen wurden die Stellen entsprechend dem Projektantrag besetzt, aufgrund der Stellenbesetzung mit Personen mit geringen Erfahrungsstufen sind dabei aber nicht die veranschlagten Mittel verausgabt worden.

Eine größere Abweichung ergab sich für die Universität Oldenburg. Da die Fortbildung aufgrund zu geringer Anmeldezahlen nicht zustande kam und die am Projekt beteiligte Mitarbeiterin erst auf einer anderen Stelle beschäftigt war und dann ins Referendariat ging, wurden von der Universität Oldenburg die vorgesehenen Mittel von 8340 Euro gänzlich nicht abgerufen. Von der Universität Kiel wurden etwa 7800 Euro abgerufen, von der Universität Hildesheim 38300 Euro und von der Universität Göttingen etwa 38000 Euro.

### Reisekosten:

Bei den „Fahrten der Projektgruppen zu gegenseitigen Besuchen“ fielen bedeutend weniger Kosten als geplant an. Das ist dem Umstand geschuldet, dass der Austausch zum Teil im Rahmen gemeinsamer Veranstaltungen (z.B. am Rande der Fachgruppen-Fortbildungen) stattfand, für die keine zusätzlichen Fahrtkosten anfielen. Zum anderen wurde der Austausch innerhalb der Projektgruppe zu großen Teilen in Form von Skype-besprechungen organisiert, bei denen das eingesetzte Material besprochen wurde und positive wie negative Erfahrungen aus den Schülerlaboren diskutiert wurden. Des Weiteren verfügten viele Reisende über Ermäßigungsmöglichkeiten (Bahncard), welche die Kosten noch einmal wesentlich reduzierten.

Auch die Reisekosten zur Abschlussstagung im Zentrum für Umweltkommunikation fielen deutlich geringer aus als geplant, weil nur einige wenige Übernachtungen anfielen, viele Lehrkräfte Fahrgemeinschaften bildeten und die Teilnehmerzahl geringer war als im Antrag angesetzt.

Hier sind insgesamt 1545 Euro von angesetzten 6580 Euro verausgabt worden.

### Fremdleistungen

Die Buchpublikation wird im Rahmen der beantragten Kosten liegen, die Honorare für Referenten sind dagegen deutlich günstiger ausgefallen, sodass von den veranschlagten 4200 Euro nur ca. 2800 Euro verausgabt wurden.

### Sachkosten

Innerhalb der Sachkosten gabe es einige Verschiebungen. Deutlich günstiger als im Antrag veranschlagt waren die Auftaktveranstaltung und vor allem die Abschlussstagung, die ja zunächst als zweitägiges Ereignis mit entsprechend höherer Miete und mehr Mahlzeiten angesetzt war. Diese Mittel wurden zum Teil umgewidmet in Laborausstattung für die Lehrkräfte. Der Hintergrund ist, dass sich im Gespräch mit den Lehrkräften zeigte, dass sie großes Interesse hatten, das Material für die Durchführung der Versuche mit an die Schule nehmen zu können. Neben dem Werbeaspekt erhöhte sich so auch die Wahrscheinlichkeit, dass die Projektinhalte nachhaltig in der Unterrichtspraxis verankert werden. Entsprechend wurde das Budget in diesem Bereich aufgestockt. Dennoch wurden von den veranschlagten 9200 Euro nur ca. 6500 Euro ausgegeben. Die genauen Zahlen ergeben sich aus den Verwendungsnachweisen.

**Projekttitle:**

# NanoBiNE

## Nanotechnologie im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung

**NanoBiNE**  
Nanotechnologien im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung

Kooperationsprojekt der Universitäten Hildesheim, Göttingen, Oldenburg und des IPN in Kiel.

Aktenzeichen der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU): 32721/01



## Erster Zwischenbericht für den Projektzeitraum vom 1. Juni 2016 bis 30. November 2016



gefördert durch



[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

**Bewilligungsempfänger:**

Universität Hildesheim; Prof. Dr. Jürgen Menthe (Abteilung Chemie)

**Kooperationspartner:**

- Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und der Mathematik (IPN) in Kiel; Prof. Dr. Ilka Parchmann & Dr. Stefan Schwarzer (Didaktik der Chemie)
- Universität Göttingen; Prof. Dr. Thomas Waitz (Didaktik der Chemie)
- Carl von Ossietzky Universität Oldenburg; Prof. Dr. Verena Pietzner (Didaktik der Chemie)

Ansprechpartner  
Hildesheim:

Stiftung  
Universität Hildesheim  
Universitätsplatz 1  
31141 Hildesheim

Peter Düker  
Institut für Biologie und Chemie  
Abteilung Chemie  
Raum D 407  
Fon: +49 5121 883-40760  
E-Mail: [dueker@uni-hildesheim.de](mailto:dueker@uni-hildesheim.de)

[www.uni-hildesheim.de](http://www.uni-hildesheim.de)

## Inhaltsverzeichnis

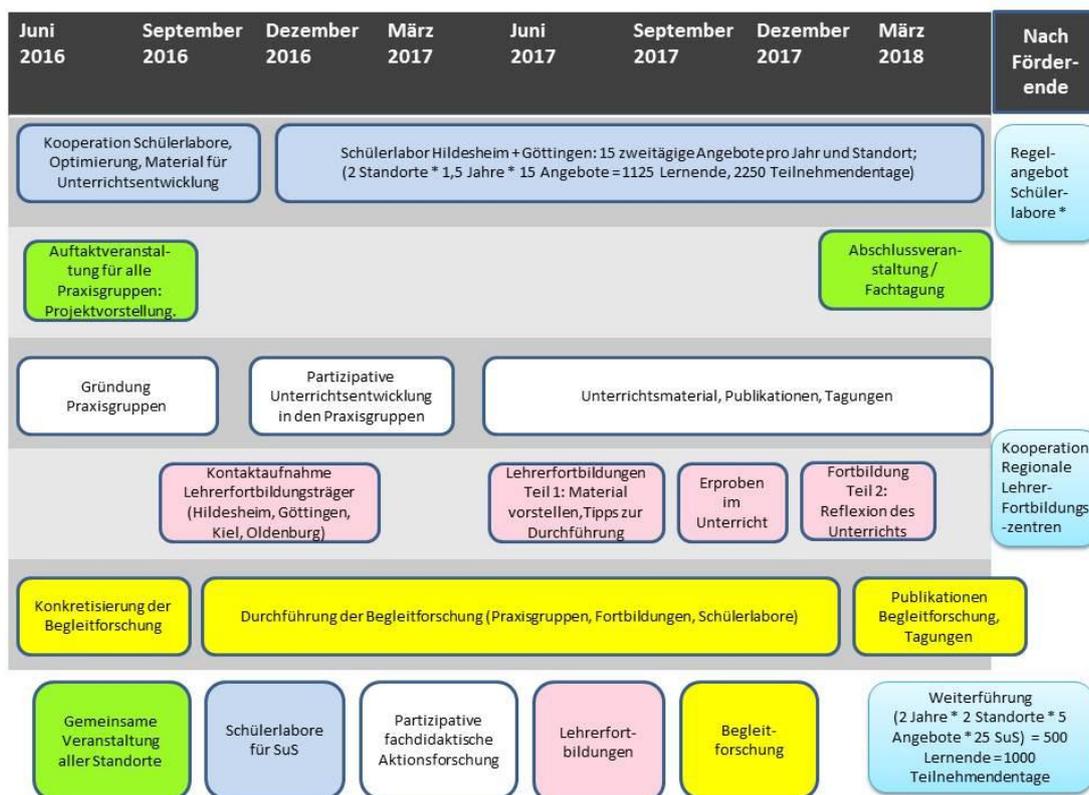
Zusammenfassung .....	3
1. Kooperation Schülerlabore, Optimierung, Material für Unterrichtsentwicklung ...	3
2. Auftaktveranstaltung für alle Praxisgruppen: Projektvorstellung.....	4
3. Gründung der Praxisgruppen .....	4
4. Kommunikation im Projekt.....	7
5. Wissenschaftlicher Beirat .....	8
6. Erweiterung und Durchführung des Hildesheimer Schülerlabors „NanoScience“..	8
7. Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.....	9
8. Begleitforschung.....	9
Literatur.....	14

## Zusammenfassung

Das Projekt „NanoBiNE – Nanotechnologien im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung“ verläuft gemäß des im Antrag formulierten Zeit- und Arbeitsplans. Zusätzlich wurde bereits ein gemeinsamer Lehrerworkshop auf einer GDCh-Tagung durchgeführt.

Die Darstellung des Projektverlaufs im Einzelnen folgt dem Arbeitsplan, der im Folgenden – mit aktualisierter Zeitleiste (Projektbeginn: 1. Juni) – abgebildet ist. Im Zentrum standen während des Berichtszeitraums die Gründung der Lehrer\_innenarbeitsgruppen in Hildesheim und Göttingen, die Konzeption der erweiterten Schülerlaborkonzepte in Hildesheim und Göttingen sowie erste Durchführungen, die Vernetzung aller Standorte sowie insbesondere die Konkretisierung und Koordinierung der begleitenden Forschungsfragen. Der Wissenschaftliche Beirat wurde besetzt und nahm seine Arbeit auf. Die Standorte sind gegenseitig über die verschiedenen Schülerlaborkonzepte informiert und kommunizieren weitgehend bedarfsorientiert.

An einigen Stellen im Bericht wird für detailliertere Informationen auf Protokolle verwiesen. Diese können jederzeit eingesehen oder als PDF-Dateien per Mail zugesandt werden.



### 1. Kooperation Schülerlabore, Optimierung, Material für Unterrichtsentwicklung

Im Juni und Juli 2016 wurde für das Schülerlabor in Göttingen zusätzlich eine Planspielkomponente entwickelt und in die Schülerlaborkonzepte integriert (siehe 1.2). Die Laborphase wurde daraufhin abgestimmt. In Hildesheim wurden Labor- und Planspielphase hinsichtlich einer stärkeren Verzahnung überarbeitet.

Erstellt wurde an beiden Standorten eine Materialsammlung für die Lehrer\_innengruppen, die sämtliche Informationen zu den jeweiligen Schülerlaboren inklusive Planspielkomponente enthält und zusammen mit dem Besuch des jeweiligen Schülerlabors die Basis für die Arbeit an den Regelschulunterrichtseinheiten bietet.

Bei einem ersten gemeinsamen Treffen aller Standortmitarbeiter und Beiratsmitglieder am 9.8.2016 wurden u.a. die jeweiligen Laborkonzepte vorgestellt, diskutiert und schließlich Optimierungen insbesondere in Hinblick auf die Untersuchungsfragen vorgenommen.

## **2. Auftaktveranstaltung für alle Praxisgruppen: Projektvorstellung**

Eine gemeinsame Auftaktveranstaltung der Praxisgruppen Hildesheim und Göttingen erwies sich aus terminlichen Gründen als schwer durchführbar. Da die beteiligten Lehrkräfte nur über begrenzte zeitliche Ressourcen verfügen und eine Anreise zu einem gemeinsamen Veranstaltungsort zusätzliche Kosten und zeitlichen Aufwand bedeutet hätte, wurde entschieden, die Projektvorstellung und das Kennenlernen intern in den jeweiligen Praxisgruppen durchzuführen. Dadurch konnte zugleich detaillierter auf das jeweilige Schülerlabor Bezug genommen werden.

In Hildesheim umfasste das erste Treffen den gemeinsamen Besuch des Schülerlabors „NanoScience“ inklusive einer anschließenden Sitzung mit Projektvorstellung, Erfahrungsaustausch zum Thema und Feedback zum Schülerlabor. Es wurde am 1. und 2. September 2016 durchgeführt.

An dem Standort Göttingen wurden den Mitgliedern der Praxisgruppe an individuellen Terminen das Projekt „NanoBiNE“ vorgestellt. Ferner fand eine Begehung des Schülerlabors statt.

Des Weiteren wurde das Projekt auf der GDCh-Veranstaltung „33. Fortbildungs- und Vortragstagung der Fachgruppe Chemieunterricht“ im Zeitraum vom 15. bis 17. September standortübergreifend (Hildesheim, Göttingen, Kiel und Oldenburg) präsentiert. Im Zuge der Tagung wurden sowohl das Konzept als auch Experimente aus dem Projekt im Rahmen eines Workshops für Chemielehrkräfte vorgestellt. Die Projektvorstellung stieß insgesamt auf großes Interesse; es konnten weitere (überregionale) Kontakte zu Lehrkräften hergestellt werden.

## **3. Gründung der Praxisgruppen**

Im Juni erfolgte die Kontaktaufnahme mit Schulen und Lehrkräften für die Lehrer\_innengruppen in Hildesheim und Göttingen. Dabei wurden zum einen bestehende Kontakte genutzt, um gezielt interessierte und engagierte Lehrkräfte naturwissenschaftlicher Fächer zu gewinnen.

Zum anderen wurde in Hildesheim eine Broschüre für Schulen erstellt, die das Projekt „NanoBiNE“ vorstellte und für die Teilnahme an der Forschungsgruppe und insbesondere für den Besuch des neu konzipierten NanoScience-Labors warb.

In Hildesheim konnten acht Lehrkräfte naturwissenschaftlicher Fächer für die partizipative Aktionsforschung gewonnen werden, darunter drei Lehrkräfte einer Oberschule mit Gymnasialzweig, zwei Lehrkräfte einer integrierten Gesamtschule, zwei Lehrkräfte verschiedener Gymnasien und eine Lehrkraft in der zweiten Ausbildungsphase (Referendar).

Göttingen konnte bisher sechs Lehrkräfte naturwissenschaftlicher Fächer, insbesondere von den vertraglichen Partnerschulen, für die Teilnahme an dem Projekt gewinnen. Fünf der Lehrkräfte unterrichten an Gymnasien, eine Lehrkraft an einer integrativen Gesamtschule. Gegebenenfalls werden weitere Lehrkräfte in die Praxisgruppe aufgenommen.

### **3.1. Partizipative Aktionsforschung an der Universität Hildesheim**

Das erste Treffen der Praxisgruppe in Hildesheim umfasste die Begleitung eines „NanoScience“-Schülerlabors am 1. und 2. September 2016 mit anschließender Reflexion. Neben dem konstruktiven Feedback, das bereits in der folgenden Durchführung erste Umsetzungen erfuhr, wurde vor allem die Frage diskutiert, welche Jahrgangsstufen die zu entwickelnden Regelschulunterrichtseinheiten adressieren sollten und wie die curriculare Verankerung zu konzipieren sei. Für detaillierte Informationen sei an dieser Stelle auf das Sitzungsprotokoll verwiesen.

In der zweiten Sitzung am 19. Oktober erfolgte die Bildung zweier Arbeitsgruppen, die mit der Entwicklung der Unterrichtseinheiten begannen. Konzipiert werden eine Unterrichtseinheit für die Oberstufe, die fachlich repetitorischen Charakter aufweist und eine Unterrichtseinheit für den 10. Jahrgang. Der curriculare Bezug wird hier noch diskutiert. Die Bewertungskomponente mit Bezug zur Bildung für nachhaltige Entwicklung ist obligatorisch. Weitere Details zur zweiten Sitzung können dem Protokoll entnommen werden.

Bis zum dritten Treffen Anfang Februar werden einzelne Module der im Entwicklungsprozess befindlichen Unterrichtseinheiten von den Arbeitsgruppen im Unterricht erprobt worden sein.

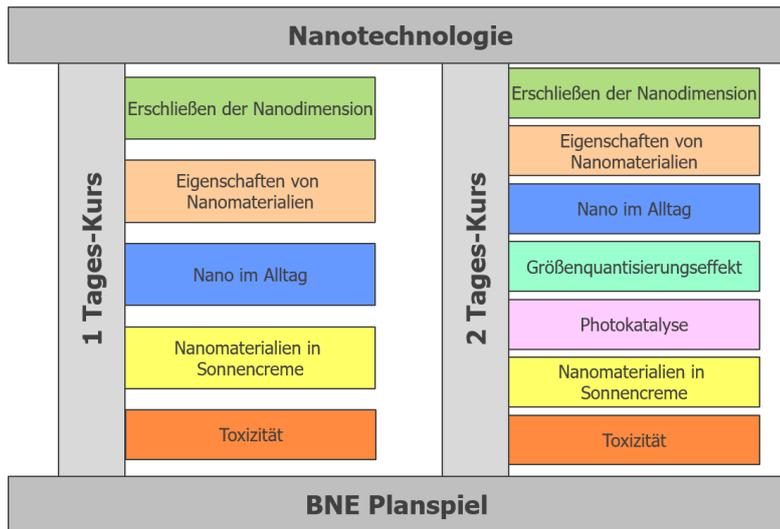
Die Unterrichtserfahrungen stellen die Basis der weiteren Entwicklung, bzw. Optimierung der jeweiligen Einheiten dar (3. Treffen). Nach einer weiteren Erprobungsphase sollen die Unterrichtseinheiten fertiggestellt werden (4. Treffen). Ein fünfter Termin steht für die Reflexion zur Verfügung und als Reserve für abschließende Arbeiten.

*Zeitplan für die Lehrer\_innengruppe an der Universität Hildesheim*

<b>Thema</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Zeitlicher Umfang</b>	<b>Angedachter Zeitraum</b>
Besuch des Schülerlabors und erster Austausch.	Besuch des zweitägigen Schülerlabors „NanoScience“. Austausch zwischen den Projektteilnehmenden. Projektvorstellung, Materialmappe, Feedback zum Schülerlabor; erste Ideen für Unterrichtseinheiten.	1.9.2016: 8.15 – 14 Uhr 2.9.2016: 8.15 – 15.30 Uhr.	Erfolgte am 1. und 2. September 2016.
2. Treffen: Beginn der inhaltlichen Arbeit an der Unterrichtseinheit.	Auf Basis der Schülerlaborkonzeption werden zwei Unterrichtseinheiten (vier, bzw. fünf Doppelstunden) für den 10. Und den 12. Jahrgang geplant.	14 – 18 Uhr (4 Stunden).	Erfolgte am 19.10.2016.
<i>Praxiserprobung 1.</i>	<i>Die Teilnehmenden erproben erste Module/ Elemente der in Entwicklung befindlichen Unterrichtseinheiten im Rahmen ihres Unterrichts.</i>		Ende Okt. 2016 bis Anfang Februar 2017.
3. Treffen: Arbeit an den Unterrichtseinheiten auf Basis der Erfahrungen aus der Praxiserprobung 1.	Reflexion der Praxiserprobung 1. Weitere Konkretisierung der Unterrichtseinheit, Erstellung von Makro- und Mikrostruktur.	4 Stunden.	Erste Hälfte Februar 2017.
<i>Praxiserprobung 2.</i>	<i>Die Teilnehmenden erproben komplette Unterrichts-stunden der entwickelten Einheiten im Rahmen ihres Unterrichts; nach Möglichkeit die gesamte Einheit.</i>		Mitte Februar 2017 bis April 2017.
4. Treffen: Optimierung und Fertigstellung der Einheiten.	Reflexion der Praxiserprobung 2. Optimierung und Fertigstellung der Einheiten.	4 Stunden.	April/ Mai 2017.
5. Treffen: Reflexion & Reserve.	Raum für abschließende Arbeit an den Einheiten. Materialzusammenstellung. Reflexion des Arbeitsprozesses.	4 Stunden.	Mai/Juni 2017.

### 3.2. Partizipative Aktionsforschung an der Universität Göttingen

In Göttingen konnte die Zusammenarbeit mit den Schulen mit geringer Verzögerung starten. Der unterschriebene Weiterleitungsvertrag zwischen den Universitäten lag erst relativ spät vor, wodurch die Einstellung der wissenschaftlichen Mitarbeiterin (Nele Milsch) erst ab dem 01.11.16 möglich war. Trotz Verzögerungen konnten das Kursdesign (siehe Abbildung) und benötigte Materialien fertig gestellt werden. In Rückkopplung mit den Lehrkräften der Praxisgruppe wurden sowohl ein 1-Tages- sowie ein 2-Tages-Kurs konzipiert.



Die einzelnen Bausteine des Kurses wurden im Vorfeld des Projekts bereits an Partnerschulen in Hinblick auf die Durchführbarkeit erprobt und inhaltlich aufeinander abgestimmt. Ab Januar 2017 werden die ersten Schulkassen das Schülerlabor an der Universität Göttingen besuchen. Verbindliche Anmeldungen existieren ab Januar 2017 vom Otto-Hahn-Gymnasium Göttingen.

### 4. Kommunikation im Projekt

Unabhängig von bedarfsorientierten Nachfragen unter den Standorten wurde ein erstes großes Treffen aller Projektmitarbeiter und Mitglieder des wissenschaftlichen Beirats am 9. August 2016 in der Abteilung Chemie der Universität Hildesheim durchgeführt.

Neben der Vorstellung des Projekts, der Projektbeteiligten und der jeweiligen Schülerlaborkonzepte wurden Fragen der Begleitforschung diskutiert (Näheres dazu s.u.).

Da die einzelnen Standorte ihren jeweiligen Forschungsbeitrag präzisieren und entsprechende Instrumente bereitstellen/ entwickeln müssen, die Standorte Göttingen und Hildesheim gerade mit den Lehrer\_innengruppen gestartet sind, findet die erste Skype-Konferenz der Fachdidaktiker voraussichtlich Anfang Dezember statt. Themen werden sein die Koordinierung der Begleitforschung (soweit bereits möglich), der Stand der partizipativen Aktionsforschung in den Lehrer\_innengruppen sowie die Reflexion der durchgeführten Schülerlabore.

Ein Zugriff der Projektbeteiligten auf die Daten aller Standorte wird über ein gemeinsames Dropbox-Verzeichnis gewährleistet.

## 5. Wissenschaftlicher Beirat

Als Mitglieder des wissenschaftlichen Beirats konnten gewonnen werden:

- Prof. Dr. Ulrich Gebhard, Universität Hamburg; projektbezogene Expertise: Didaktik der Naturwissenschaften, Methoden;
- Prof. Dr. André Kirchner, Stiftung Universität Hildesheim, projektbezogene Expertise: Didaktik der Naturwissenschaften, insb. außerschulische Lernorte (u.a. Schülerlabore);
- Dr. Hauke Heller, Universität Hamburg, Institut für Physikalische Chemie; projektbezogene Expertise: Fachwissenschaft, insb. Forschung an Nanopartikeln.

Ein erstes Treffen aller Projektmitarbeiter und der Mitglieder des wissenschaftlichen Beirats fand am 9. August 2016 in der Abteilung Chemie der Universität Hildesheim statt.

Neben der Vorstellung des Projekts, der Projektbeteiligten und der jeweiligen Schülerlaborkonzepte wurden Fragen der Begleitforschung diskutiert. Hier legte der Beirat den Fokus noch einmal auf die Frage der Verbindung naturwissenschaftlicher Paradigmen mit politischen Fragen der Gerechtigkeit.

## 6. Erweiterung und Durchführung des Hildesheimer Schülerlabors „NanoScience“

Nachdem im Juni und Juli dieses Jahres Labor- und Planspielphase des Schülerlabors „NanoScience“ einer Überarbeitung unterzogen wurden, konnte den Lehrkräften der Hildesheimer Gruppe eine umfangreiche Materialmappe inklusive detaillierter Phasierung des Planspiels zur Verfügung gestellt werden. Am 1. und 2. September 2016 wurde das optimierte Schülerlabor „NanoScience“ von einer Schulklasse besucht. Die Beobachtungen der Lehrkräfte aus der Hildesheimer Forschungsgruppe lieferten wertvolle Informationen für weitere Verbesserungen (Anpassung des Schwierigkeitsgrads bei einzelnen Materialien u.a.). Die wesentlichen Aspekte sind im Feedback-Protokoll der Sitzung am 2.9. nachzulesen. Bei der nächsten Durchführung des Schülerlabors war verschiedenen Kritikpunkten bereits Rechnung getragen worden.

Bis zum Berichtszeitpunkt wurde das Schülerlabor „NanoScience“ drei Mal durchgeführt. Fest gebucht sind bereits zwei weitere Durchführungen Ende Januar 2017.

Durchführung	1	2	3	4 (gebucht)	5 (gebucht)
Labortag	1.9.2016	17.10.2016	19.10.2016	25.01.2017	26.01.2017
Planspiel	2.9.2016	20.10.2016	20.10.2016	27.01.2017	27.01.2017

Während im Labor nur etwa 15 bis max. 20 Lernende gleichzeitig arbeiten können, ist das Planspiel für Lerngruppen bis zu 30 Personen geeignet. Aus Gründen der Effizienz wurden daher – wenn möglich – zwei Lerngruppen für ein Planspiel zusammengelegt.

Komprimiert sollen in der vorlesungsfreien Zeit von Februar bis April 2017 weitere acht Durchführungen stattfinden. Diese werden schätzungsweise zur Hälfte durch Lerngruppen jener Lehrkräfte bestritten, die in der Forschungsgruppe Hildesheim mitarbeiten – für die Akquise weiterer Lerngruppe wird die bestehende Broschüre zum Projekt „NanoBINE“ aktualisiert und mit Termin-Angeboten für das Schülerlabor an die Schulen in Hildesheim und Umgebung verschickt.

## 7. Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

In gedruckter Form (Auflage: 200) wurde bisher eine Info-Broschüre an Schulen in Hildesheim und Umgebung verteilt, die das Projekt „NanoBiNE“ vorstellt und für das Schülerlabor „NanoScience“ wirbt. Diese Broschüre wird Ende Januar in aktualisierter Form und graphisch verbessert mit neuen Terminangeboten an die Schulen gegeben.

Darüber hinaus wird zurzeit Material zusammengestellt (Fotos von den Schülerlaboren; pressegeeignete Texte zu Projekt und Schülerlabor, speziell zur gesellschaftlichen Bedeutung der Verbindung von Naturwissenschaften und BNE). Durch dieses Material soll über die Presseabteilung der Universität Hildesheim die regionale Presse für eine Berichterstattung gewonnen werden.

Zusätzlich wurde das Projekt auf der GDCh-Tagung im September 2016 vorgestellt, wodurch die erste Dissemination in einem wissenschaftlichen Rahmen eingeleitet wurde. Als Zielgruppen wurden sowohl Lehrer\_Innen als auch Wissenschaftler auf das Projekt aufmerksam gemacht.

Im Laufe des Projektes wird die Pressearbeit, insbesondere zur Abschlussagung hin, deutlich zunehmen. Im Jahr 2017 soll über das Projekt in Lehrerzeitschriften berichtet werden. Des Weiteren wird zu Beginn des Jahres 2017 an dem Standort Göttingen eine Internetplattform geschaffen, auf der sowohl das Projekt vorgestellt sowie Informationsmaterialien zur Verfügung gestellt werden.

Die Publikation erster Ergebnisse zur Begleitforschung ist für Ende 2017/ Anfang 2018 geplant. Die Abschlussagung im ZUK wird gesondert beworben werden.

## 8. Begleitforschung

Erklärtes Ziel ist es, die unterschiedlichen Forschungsexpertisen der Standorte nach Möglichkeit standortübergreifend zu berücksichtigen. Hierzu entwickelt und erprobt jeder Standort auf Basis seines jeweiligen Schwerpunkts ein geeignetes Erhebungsinstrument. Die Instrumente werden dann zusammengeführt – Items zu verschiedenen Aspekten in einem gemeinsamen Fragebogen für alle Schülerlabore kombiniert, Leitfadenterviews an allen Standorten durchgeführt.

Limitierender Faktor ist dabei die Frage der Zumutbarkeit gegenüber den Lernenden. Ab einer gewissen Menge an Fragen kann nicht mehr davon ausgegangen werden, dass Schülerinnen und Schüler jede Frage gewissenhaft und ehrlich beantworten. Besteht die Gefahr eines zu umfangreichen Erhebungsprogramms, so wird die Forschung im Themenfeld BNE prioritär behandelt.

Im Folgenden werden die Forschungsschwerpunkte standortbezogen erläutert.

### 8.1. Konkretisierung der Begleitforschung in Hildesheim

#### Fokus Bewertungskompetenz und BNE

Ein Forschungsschwerpunkt der Abteilung Chemie an der Universität Hildesheim liegt im Bereich Bewertungskompetenz und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Während Bewertungskompetenz in prominenten Modellierungen die rationale Bearbeitung von Entscheidungen bezeichnet (vgl. Bögeholz 2006, Hostenbach 2010), bietet das Konzept

BNE eine normative Orientierung, d.h. es empfiehlt bestimmte Kriterien, nach denen rational abgewogen werden sollte.

Was die Frage einer erfolgreichen Umsetzung dieser Bildungsinhalte angeht, kann ein Problem in der mangelnden Berücksichtigung intuitiver Entscheidungsverfahren und ihrer Bedeutung zur Reproduktion sozialer Strukturen gesehen werden. Ausgehend vom dichotomen Strukturmodell Wernets (2003) muss angenommen werden, dass das diffuse Interaktionsmuster (in den Kontexten Familie, Freunde) einer rationalen Abwägung essentiell entgegensteht – zur Reproduktion die ganze Person umfassender Beziehung ist ein rationaler Modus kontraproduktiv. Der spezifische Interaktionsmodus, wie er in modernen Gesellschaften die berufliche – eben spezifische – Beziehung strukturiert, ist dagegen genuin rational.

Der Raum, in dem rationale Abwägungen unter Berücksichtigung nachhaltigkeitsorientierter Kriterien praktiziert und als bedeutend erlebt werden können, muss daher spezifisch strukturiert sein. Expertendiskussionen, öffentliche Debatten, Technikfolgenabschätzung wären Kontexte, in denen solche Abwägungen eingeübt werden könnten, ohne dass sie als wirklichkeitsfern oder als Ausnahmesituation wahrgenommen würden.

Gleichzeitig gilt es, die Bedeutung intuitiver Entscheidungsverfahren zu vermitteln und zu reflektieren. Nur so kann verstanden werden, warum beispielsweise rational als richtig erkannten Positionen nicht handelnd entsprochen wird. In diesem Zusammenhang sei an Haidt (2001) erinnert, der die Widerständigkeit intuitiv gefällter Urteile gegenüber sachlicher Argumentation analysierte.

Das Schülerlabor „NanoScience“ enthält nun neben den klassischen Laborelementen ein Planspiel zur Technikfolgenabschätzung. Auf Basis des dargelegten theoretischen Zugriffs wäre zu erwarten, dass sich dieser spezifische Kontext förderlich auf einen rationalen Abwägungsprozess auswirkt. Da es sich um eine Waschmaschine handelt, ist zugleich anzunehmen, dass intuitiv gefällte Ad-hoc-Urteile der Lernenden nicht Ausdruck persönlicher Haltungen (zum „Habitus“ vgl. Bourdieu 2001) oder Gewohnheiten sind, was eine rationale Beeinflussung erschweren, sondern eher das Ergebnis von Spekulationen auf Grund mangelnden Wissens.

Untersucht werden soll, (1) in wie fern die Lernenden Entscheidungsfragen in Abhängigkeit von der Rahmung (spezifisch vs. diffus) bewerten, sowie (2) inwiefern das Planspiel zur Technikfolgenabschätzung eine Veränderung von Bewertungskriterien im Sinne einer BNE unterstützt.

(1) Qualitatives Design: Gruppengespräche Lernender zur Beurteilung von Entscheidungssituationen werden initiiert – vier, bzw. fünf Teilnehmende. Diese werden sowohl qualitativ inhaltsanalytisch untersucht – hinsichtlich der von den Lernenden genannten Unterschiede und Gemeinsamkeiten auf der manifesten Ebene – als auch objektiv hermeneutisch – zur Analyse der latenten Gesprächsebene etwa hinsichtlich der Bearbeitung von Beziehungsstrukturen, welche mit der inhaltlichen Auseinandersetzung interferieren kann. Beachtet wird darüber hinaus die Unterscheidung zwischen der vorgestellten Entscheidungssituation (diffus/spezifisch), über welche die Lernenden sprechen sollen, und dem realen Kontext Universität (spezifischer Rahmen), in dem sie sich äußern. Gegebenenfalls werden zur

Kontrastierung Gruppengespräche in der Lebenswelt der Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden. Zwei Gruppengespräche wurden bereits durchgeführt und werden derzeit untersucht.

In der Folge sollen pro Schülerlabor-Durchführung zwei Gruppengespräche aufgezeichnet werden, um einen ausreichenden Datenkorpus zu gewährleisten.

- (2) Mittels eines Fragebogens, der von den Lernenden zu Beginn und am Ende des Schülerlabors bearbeitet wird, werden u.a. Verschiebungen in den als relevant erachteten Kriterien untersucht. Weitere Items zielen auf das Bewertungsstrukturwissen der Lernenden. Wie beurteilen sie etwa intuitive Entscheidungen in Abhängigkeit von den jeweiligen Umständen. Der Fragebogen enthält zudem Items zur Erfassung der Vorstellungen Lernender von der Natur der Naturwissenschaften. Im Zusammenhang mit der Frage des Bewertens ist zu vermuten, dass eine starke Gewichtung rationaler Entscheidungsprozesse mit einer bestimmten Vorstellung von Wissenschaft korreliert, welche Exaktheit und die Generierung unumstößlicher Wahrheiten als wesentlich beinhaltet.

Das quantitative Design wird durch die hohe Fallzahl ermöglicht.

Insbesondere sind die Ergebnisse relevant

- für die Gestaltung effektiver Lehr-Lern-Settings zur Förderung von Bewertungskompetenz im Sinne einer BNE;
- für die Erweiterung bestehender Kompetenzmodelle zur Bewertungskompetenz in Richtung Bewertungsstrukturwissen – Bedeutung rationaler *und* intuitiver Entscheidungsprozesse.

#### Fokus Natur der Naturwissenschaften

Im Schülerlabor „NanoScience“ werden durch die Planspielkomponente zur Technikfolgenabschätzung naturwissenschaftliche Inhalte mit gesellschaftlichen Gestaltungsfragen verbunden. Die Schülerinnen und Schüler müssen nicht nur Fakten interpretieren, sie müssen vor allem auch Werte zur Beurteilung einer Technologie heranziehen und mit einer unsicheren Informationslage umgehen. Sowohl die Arbeit in der „authentischen“ Laborumgebung als auch das Planspiel befördern ein realitätsnahes Bild der Naturwissenschaften – dies wirkt Fehlvorstellungen vom Naturwissenschaftler und seiner Arbeit (vgl. Höttecke 2001) entgegen.

Zum Verständnis von der Natur der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern gibt es widersprüchliche Befunde. In einer jüngeren Längsschnittstudie konnte Kremer (2010) zeigen, dass während der Sekundarstufe I in den meisten Dimensionen eine signifikante Entwicklung hin zu angemessenen Vorstellungen stattfindet.

Eine Messung des Verständnisses von den Naturwissenschaften bei Lernenden, die das Schülerlabor „NanoScience“ besuchen (sich also mindestens im zehnten Jahrgang befinden) erscheint in zweierlei Hinsicht lohnend. Erstens kann ein Messzeitpunkt am Ende der Sekundarstufe 1 Hinweise auf Unterschiede in der Förderung eines angemessenen Verständnisses hinsichtlich der verschiedenen Dimensionen geben. Zweitens kann dieses Verständnis in Bezug gesetzt werden zur Vorstellung von gesellschaftlichen Bewertungsprozessen.

Der Fragebogen, den die Lernenden zu Beginn und am Ende des Schülerlabors ausfüllen, enthält 18 Items, mit denen verschiedene Dimensionen des Bildes der Naturwissenschaften erfasst werden und die eine Auswahl des von Urahne et al. (2008) entwickelten Instruments zur Messung des Verständnisses von der Natur der Naturwissenschaften darstellen (vgl. auch Kremer 2010).

Leitend für die Auswahl war die Hypothese, dass bestimmte Dimensionen des Verständnisses der Naturwissenschaften mit bestimmten Bewertungsstrategien bei der Technikfolgenabschätzung korrelieren. So kann angenommen werden, dass die Neigung, naturwissenschaftliches Wissen als absolut anzuerkennen und die Forschung als einen kontinuierlichen zielstrebigem Weg zur Wahrheit aufzufassen, zu einer Überschätzung der Möglichkeiten wissenschaftlicher Forschung führt und eine positive Haltung gegenüber Forderungen nach „Expertenregierungen“ begünstigt.

Bestätigt sich dieser Zusammenhang zwischen der Vorstellung von der Natur der Naturwissenschaften und der Entscheidungsstrategie in der Technikfolgenabschätzung (z.B. Delegation des Problems an die Forschung), könnten Lehr-Lernsettings entwickelt werden, die über die Vermittlung einer angemessenen Vorstellung von den Naturwissenschaften die Förderung gesellschaftlicher Diskursfähigkeit unterstützen.

Derzeit werden die Ergebnisse aus der Erhebung zu zwei Durchführungen ausgewertet, um die Validität der Items für die ausgewählten Dimensionen zu prüfen und erste Hinweise auf eventuelle Zusammenhänge erhalten zu können.

Geprüft werden die Daten ebenfalls auf mögliche personenbezogene Veränderungen des Naturwissenschafts-Verständnisses während des Schülerlabors. Dabei ist jedoch nicht zu erwarten, dass sich eine messbare Einstellungsveränderung kurzfristig durch eine zweitägige Intervention einstellt.

## **8.2. Konkretisierung der Begleitforschung in Göttingen**

### Fokus Wissenszuwachs und BNE

Für ein vernetztes Wissen und eine nachhaltige Bewertungskompetenz ist das Fachwissen voraussichtlich von großer Bedeutung. Daher wird die Universität Göttingen ihren Forschungsschwerpunkt auf den Wissenszuwachs und der möglichen einhergehenden Veränderung der Argumentation sowie Bewertung legen. Vorherige Studien an der Universität Göttingen zeigten, dass Schüler\_innen ein lückenhaftes bis geringfügiges Wissen in Bezug auf die Nanotechnologie besitzen. Auf Grund dessen ist es von großem Interesse, wie nachhaltig das Schülerlabor sowohl zur Wissensakkumulation/Wissenskonstruktion beiträgt, als auch für die Vermittlung von Argumentationsstrukturen sowie für die kritische Reflektion des eigenen Handelns genutzt werden kann. Dies wird mit Hilfe eines Fragebogens in einem Pretest-Posttest-Design überprüft. Abschließend erfolgt ein Follow-up-Test, in dem ein zusätzlicher Schwerpunkt auf die Verhaltensveränderung (beispielsweise in Bezug auf das Konsumverhalten) gelegt wird. Begleitend werden Interviews mit den Lehrpersonen durchgeführt. Es soll herausgearbeitet werden, wie die Lehrer\_Innen die innovativen Ansätze aufnehmen und Einschätzungen zwecks Kompetenzerwerb ihrer Schüler\_innen vornehmen. Abschließend soll erhoben werden, ob Methoden aus dem Kurs (wie beispielsweise das Planspiel) in den Unterricht implementiert und die Nanotechnologie im weiteren Unterrichtsgeschehen

etabliert worden sind (wie bei Stundeninhalten zu Fällungsreaktionen), um auch die nachhaltige Bildung bezüglich der Lehrpersonen abbilden zu können.

Des Weiteren werden in Abstimmung mit der Universität Hildesheim Items aus den entwickelten Fragebögen standortübergreifend erhoben. Somit können zum einen die Schülerlabore und ihre verschiedenen Inhalte in Bezug auf die Kompetenzförderung verglichen werden. Zum anderen kann eine hohe Stichprobe gewährleistet werden, um fundierte quantitative Aussagen treffen zu können.

## Literatur

- Bourdieu, Pierre (2001): Meditationen. Zur Kritik der scholastischen Vernunft. Frankfurt am Main: Suhrkamp (= suhrkamp taschenbuch wissenschaft 1695). Titel der Originalausgabe: Méditations pascaliennes. Paris: Éditions du Seuil 1997.
- Eggert, S. & Bögeholz, S. (2006): Göttinger Modell der Bewertungskompetenz – Teilkompetenz „Bewerten, Entscheiden und Reflektieren“ für Gestaltungsaufgaben Nachhaltiger Entwicklung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN) 12, 177-199.
- Hostenbach, Julia (2011): Entwicklung und Prüfung eines Modells zur Beschreibung der Bewertungskompetenz im Chemieunterricht. Berlin: Logos-Verl.
- Höttecke, D. (2001): Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der “Natur der Naturwissenschaften” (Students’ beliefs on the nature of science). Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 7, S. 7-23.
- Kremer, Kerstin H. (2010): Die Natur der Naturwissenschaften verstehen – Untersuchungen zur Struktur und Entwicklung von Kompetenzen in der Sekundarstufe I. Dissertation Universität Kassel.
- Wernet, Andreas (2003): Pädagogische Permissivität. Schulische Sozialisation und pädagogisches Handeln jenseits der Professionalisierungsfrage. Opladen: Leske+Budrich.

**Projekttitle:**

**NanoBiNE**  
**Nanotechnologie im Kontext**  
**einer Bildung für nachhaltige Entwicklung**

**NanoBiNE**  
Nanotechnologien im  
Kontext einer Bildung  
für nachhaltige  
Entwicklung

Kooperationsprojekt der  
Universitäten Hildesheim,  
Göttingen, Oldenburg und des  
IPN in Kiel.



Aktenzeichen der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU): 32721/01



**Zweiter Zwischenbericht für den Projektzeitraum vom**  
**1. Dezember 2016 bis 31. Mai 2017**

gefördert durch



[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

**Bewilligungsempfänger:**

Universität Hildesheim; Prof. Dr. Jürgen Menthe (Abteilung Chemie)

**Kooperationspartner:**

- Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und der Mathematik (IPN) in Kiel; Prof. Dr. Ilka Parchmann & Dr. Stefan Schwarzer (Didaktik der Chemie)
- Georg-August-Universität Göttingen; Prof. Dr. Thomas Waitz (Didaktik der Chemie)
- Carl von Ossietzky Universität Oldenburg; Prof. Dr. Verena Pietzner (Didaktik der Chemie)

Ansprechpartner Hildesheim:

Stiftung  
Universität Hildesheim  
Institut für Biologie und  
Chemie  
Abt. Chemie  
Universitätsplatz 1  
31141 Hildesheim

Prof. Dr. Jürgen Menthe  
Fon: 05121 883-40762  
E-Mail: [menthe@uni-hildesheim.de](mailto:menthe@uni-hildesheim.de)

Markus Herrmann  
Fon: 05121 883-40778  
E-Mail: [markus.herrmann@uni-hildesheim.de](mailto:markus.herrmann@uni-hildesheim.de)

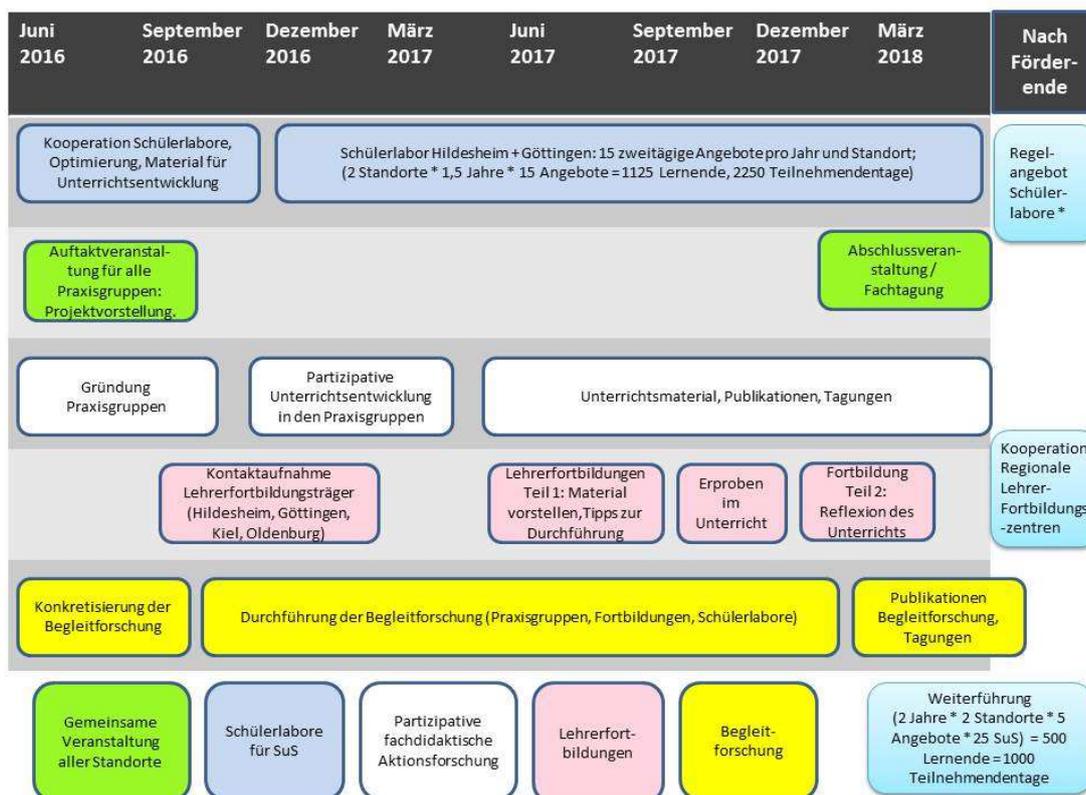
Peter Düker  
Fon: +49 5121 883-40760  
E-Mail: [dueker@uni-hildesheim.de](mailto:dueker@uni-hildesheim.de)

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	3
1. Partizipative Begleitforschung.....	4
3. Erweiterung und Durchführung des Hildesheimer Schülerlabors „NanoScience“..	6
4. Etablierung des Göttinger Schülerlabors „NanoBiNE“ .....	7
5. Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.....	7
6. Begleitforschung.....	8
Literatur.....	11
Projektbezogene Links .....	11
Anhang .....	11

## Zusammenfassung

Im Zeitraum vom 01. Dezember 2016 bis zum 31. Mai 2017 verlief das Projekt „NanoBiNE – Nanotechnologien im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung“ gemäß des im Antrag formulierten Zeit- und Arbeitsplans (unter Berücksichtigung des verzögerten Beginns am Standort Göttingen<sup>1</sup>). Die Darstellung des Projektverlaufs im Einzelnen folgt dem Arbeitsplan, der im Folgenden – mit aktualisierter Zeitleiste (Projektbeginn: 1. Juni) – abgebildet ist. Während des genannten Berichtszeitraumes standen die Durchführung der Schülerlabore, die partizipative Aktionsforschung und die Begleitforschung im Fokus. Aus den generierten Daten der Forschungsschwerpunkte wurde in einem iterativen Prozess das Kursdesign adressatengerecht weiterentwickelt. Darüber hinaus wurde verstärkt Öffentlichkeitsarbeit geleistet (Internetseiten, Lehrer\_innenrundmails, Besuche an Schulen, Entwicklung und Verteilung von Infomaterial), um eine möglichst hohe Transparenz und eine nachhaltige Dissemination zu gewährleisten. Im Berichtszeitraum fand ein reger Austausch zwischen den einzelnen Standorten statt, um Materialentwicklung und Forschungsfragen aufeinander abzustimmen.



<sup>1</sup> Wie im ersten Zwischenbericht (Juni 2016 - November 2016) beschrieben

## 1. Partizipative Begleitforschung

In den folgenden Unterkapiteln wird die partizipative Aktionsforschung an den Standorten Hildesheim und Göttingen ausführlicher beschrieben.

### 1.1. Partizipative Aktionsforschung an der Universität Hildesheim

Im Rahmen der partizipativen Aktionsforschung an der Universität Hildesheim haben sich zwei Arbeitsgruppen gebildet – eine erarbeitet Unterrichtsmaterial für die Mittelstufe, die andere erarbeitet Materialien für die gymnasiale Oberstufe. Schon Ende 2016 konnten die Gruppen Entwürfe der zu entwickelnden Regelschulunterrichtseinheiten vorstellen. Bis zum dritten Treffen der Lehrer\_innengruppe am 2. März 2017 wurde die Planung der einzelnen Stunden der Einheit konkretisiert. Eine Arbeitsgruppe konnte die meisten Module ihrer Einheit bereits erproben. Die Erkenntnisse aus diesen Erprobungen sowie die Arbeit an der Weiterentwicklung der Stundenplanung bildeten den inhaltlichen Schwerpunkt beim dritten Treffen der Lehrer\_innengruppe Hildesheim.

Aktueller Stand der Arbeitsgruppen: Die Arbeitsgruppe, welche eine Unterrichtseinheit für den 10. Jahrgang (schulformübergreifend) konzipiert, fokussiert in ihrer Einheit zunächst das Thema „Nanooberflächen“. Beispiele aus dem Alltag (PKW-Waschstraße, Lackversiegelungen) ermöglichen einen lebensweltlichen Einstieg in die Thematik und verdeutlichen die alltagspraktische Relevanz. Im Anschluss wird experimentell eine im nanoskaligen Bereich liegende Struktur auf einer CD geschaffen, die einen Lotuseffekt bewirkt. Durch das Thema „Nano und Schmutz“ geraten zunächst alltagspraktische Vorteile der Nanotechnologie in den Blick, bevor über den Experimentierzirkel zur Waschmaschine mit Nano-Silver-wash-Verfahren aus dem NanoScience-Schülerlabor eine weitere Anwendung der Nanotechnologie vorgestellt wird. Dem fachlichen Nachvollzug dieser Technologie folgt ein Planspiel zur Technikfolgenabschätzung, in dem die Ambivalenz der Anwendung deutlich wird. Gerade die biozide Wirkung nanoskaligen Silbers wirft hinsichtlich Gesundheit und Ökologie einige Fragen auf.

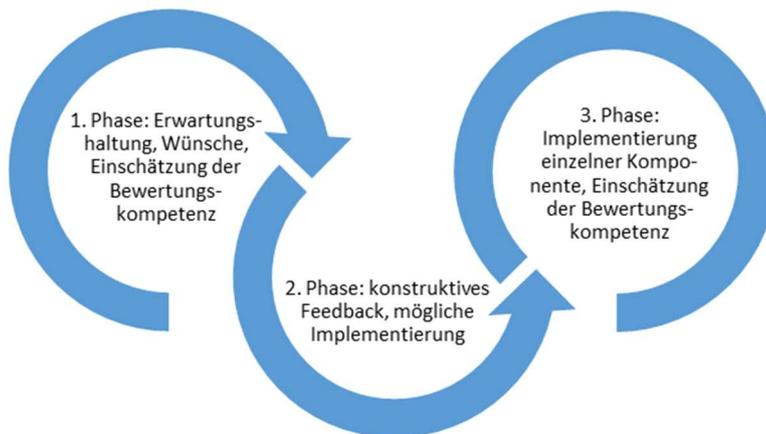
Das Setting soll im Rahmen einer MINT-Woche erprobt werden. Als schwierig wird derzeit die Verankerung im KC gesehen. Aus diesem Grund wird in der Gruppe diskutiert, welche Aspekte des KC in die Einheit implementiert werden können, um hier eine höhere Akzeptanz bei den Lehrkräften zu schaffen.

In der zweiten Arbeitsgruppe, die eine Unterrichtseinheit für die Oberstufe (mit repetitorischem Charakter) erstellt, konnten die experimentellen Module der Einheit bereits erprobt werden. Schwerpunkt war hier die Optimierung der Versuche, um im Schülerlabor aufgetretene Probleme zu beseitigen. Die Erfahrungen im Zuge der erprobten Unterrichtsmodule bestätigten den hohen Aktivierungsgrad des Themas Nanotechnologie, der experimentellen Settings, sowie des Planspiels.

Die Fertigstellung der Unterrichtseinheiten ist für den September 2017 geplant. Die Verzögerung gegenüber dem Zeitplan erklärt sich durch Ressourcenprobleme der beteiligten Lehrkräfte u.a. im Zusammenhang mit den frühen Sommerferien. Mit dem Kompetenzzentrum für regionale Lehrerbildung der Universität Hildesheim ist jedoch vereinbart, dass die Lehrer\_innen-Fortbildungen angesetzt werden können, sobald das Material komplett ist. Wir gehen davon aus, dass die ersten Fortbildungen im Oktober/November 2017 stattfinden können (unter Berücksichtigung einer sechswöchigen Bewerbungsphase), u. U. auch früher.

## 1.2. Partizipative Aktionsforschung an der Universität Göttingen

Für die erfolgreiche Umsetzung der partizipativen Aktionsforschung wurde der Wunsch von den Lehrer\_innen geäußert, einen Rahmen zu schaffen, in dem zunächst individuell nach Kursbesuch Unterrichtskonzepte in einem bilateralen Austausch (zwischen Kursleiterin und Lehrkraft) entwickelt und erprobt werden. Daher wurde der individuelle Austausch anhand eines aufbauenden Konzepts fokussiert, welches durch drei Phasen gekennzeichnet ist.



In der 1. Phase werden die Lehrkräfte unmittelbar vor der Durchführung des Schülerlabors nach deren Erwartungshaltungen und eigenen Vorstellungen an den Kurs sowie die Einschätzung der Bewertungskompetenz der Schülerinnen und Schülern befragt. Die 2. Phase erfolgt direkt nach dem Kurs, in welchem die Lehrkräfte konstruktives Feedback geben und besonders bezüglich der Implementierung im Unterricht befragt werden, wo Anknüpfungspunkte im Unterricht bestehen oder welche Inhalte prüfungsrelevant sein könnten. In der 3. Phase findet ein regelmäßiger aktiver Austausch mit den einzelnen Lehrkräften statt – beginnend sechs Wochen nach dem Kursbesuch. Hierbei wird erhoben, ob die Lehrkräfte eventuell einzelne Komponenten aus dem Kurs im Unterricht aufgegriffen bzw. Inhalte wiederholt haben oder inwieweit diese Inhalte angepasst werden sollten, um eine Integration in den Regelunterricht zu ermöglichen. Darüber hinaus wird erfragt, ob und in welchem Umfang die Schülerinnen und Schüler einen Zuwachs in der Bewertungskompetenz zeigten.

Um eine Vernetzung zwischen den Lehrkräften sowie eine mehrperspektivische Betrachtung der Unterrichtsmaterialien zu ermöglichen, wird im September zu einem gemeinschaftlichen Treffen eingeladen, welches abschließend zum Ende der Projektlaufzeit wiederholt wird. Hierdurch wird eine Plattform geschaffen, indem Erfahrungen ausgetauscht und eventuelle Herausforderungen bei der Implementierung im Unterricht konstruktiv diskutieren werden können.

In dem aktiven Austausch mit den Lehrkräften konnte in der 1. Phase herausgearbeitet werden, dass die Erwartung der Lehrkräfte darin besteht, dass die Schülerinnen und Schüler mittels Experimenten an die Nanotechnologie herangeführt werden. Bei der Einschätzung der Bewertungskompetenz und vor allem dem Wissen über die Dimensionen der Nachhaltigkeit konnten die Lehrkräfte oftmals nur vage Aussagen treffen. Gründe

hierbei waren, dass sie oft auf andere Unterrichtsfächer verwiesen, die dafür zuständig seien oder bei dem Begriff der Nachhaltigkeit selbst meist nur die ökologischen Aspekte berücksichtigten, jedoch weitere Dimensionen außer Acht ließen. In der 2. Phase wurde von allen Lehrkräften stark hervorgehoben, dass mit Hilfe des Planspiels eine sehr gute Basis geschaffen wurde, damit die Schülerinnen und Schüler sich mehrdimensional mit ihrer Lebenswelt auseinandersetzen können. Das Planspiel wurde darüber hinaus als hervorragende Methode für die Förderung der Kompetenzen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung gelobt. Positiv überrascht waren die Lehrkräfte, dass vor allem eher unauffällige Schülerinnen und Schüler in dieser Kursphase partizipierten. Des Weiteren wurden die Experimente als sehr innovativ beschrieben, wodurch die Schülerinnen und Schüler angeregt werden, sich intensiv mit der Auswertung auseinanderzusetzen. Die Durchführung der dritten Phase hat aktuell begonnen. Ergebnisse und Erkenntnisse hieraus werden vor allem im September bei dem oben angeführten gemeinsamen Austausch konstruktiv diskutiert.

## 2. Kommunikation im Projekt

Durch regelmäßige Skype-Konferenzen sowie E-Mail-Verkehr tauschen sich die Standorte untereinander über den Projektstand aus. Hierdurch wird die Plattform geboten, konstruktiv in den Diskurs zu gehen, um gemeinsam das Projektziel zu erreichen. Des Weiteren wird eine gemeinsame Dropbox genutzt, um Unterrichts-, Informations- und Erhebungsmaterial miteinander zu teilen und ggf. Optimierungen vorzunehmen.

Um den persönlichen Austausch im Projekt zu intensivieren, ist für den Herbst 2017 ein Treffen mit allen Standorten unter Hinzunahme des wissenschaftlichen Beirats geplant. Hierdurch soll die Möglichkeit geboten werden, gemeinsam an den Materialien, am Kursdesign sowie an den Lehrer\_innenfortbildungen zu arbeiten.

## 3. Erweiterung und Durchführung des Hildesheimer Schülerlabors „NanoScience“

Weitere Erfahrungen aus den Durchführungen von Unterrichtseinheiten wurden in das Schülerlaborkonzept eingearbeitet. So wurde zum Beispiel die Versuchsanweisung der „Nanoknete“, einer magnetischen Knete bzgl. des Misch- und Mengenverhältnisses der Bestandteile abgeändert. Weiterhin wird eine Alternative des in kommerziellen Produkten eingesetzten Stabilisators TMA-OH für den Nano-Igel erprobt.

Die Anzahl der durchgeführten Schülerlabore liegt zurzeit unterhalb der Zielvorgabe. Zur Steigerung der Frequenz wurden folgende Maßnahmen ergriffen:

1. Werbeflyer wurden neu gestaltet und werden aktuell in großer Stückzahl an Schulen im Raum Hildesheim, Hameln-Pyrmont, Peine und Holzminden sowie in einzelnen Gebieten Hannovers verschickt.
2. Das „NanoScience“-Schülerlabor wird auf der diesjährigen IdeenExpo vorgestellt und beworben. Diese Mitmach- und Erlebnismesse findet vom 10. bis 18. Juni 2017 in Hannover statt. Exponate aus dem Schülerlabor werden präsentiert, Mitmachexperimente sollen Neugierde wecken. Da die Zielgruppe der IdeenExpo zu einem wesentlichen Teil aus Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern besteht, gehen wir davon aus, hier Interessenten gewinnen zu können.

Wir sind zuversichtlich, über den gesamten Projektzeitraum die anvisierte Menge an Durchführungen erreichen zu können, zudem werden Publikationen über das Projekt und

Präsentation auf Tagungen (s.u.) zu einer hohen Sichtbarkeit und in der Folge einer verstärkten Dissemination beitragen.

#### 4. Etablierung des Göttinger Schülerlabors „NanoBiNE“

Nachdem im November die Stelle für das Schülerlabor „NanoBiNE“ besetzt wurde, konnte nach Einarbeitung und Optimierung des Kursdesigns im Januar erfolgreich mit den ersten Durchführungen der Kurse begonnen werden. Insgesamt besuchten 63 Schülerinnen und Schüler die „NanoBiNE“. Sowohl Gymnasien als auch eine Realschulklasse nahmen erfolgreich am Kurs teil. Des Weiteren sind für Juni vier Kurse vorgebucht. Zusätzlich wurde im Mai eine Rundmail an 139 Schulen in einem Umkreis von 100 km verschickt, um weitere Teilnehmer für einen Besuch des Schülerlabors zu akquirieren. Um die Akzeptanz und damit die Nachfrage zu erhöhen, wird angestrebt, das Schülerlabor auch als Vor-Ort-Labor in den regulären Schulablauf zu integrieren. So kann die von den Lehrer\_innen angegebene Schwierigkeit der Organisation eines Besuchs der Universität überwunden werden.

#### 5. Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Am Standort Göttingen wurde in Anlehnung an die Hildesheimer Broschüre ein Flyer erstellt und gedruckt (Auflage: 100). Dieser wurde an mehreren Schulen in Göttingen und Umgebung verteilt. Darüber hinaus wurden gezielt Lehrkräfte mittels persönlichem Anschreiben kontaktiert. Des Weiteren wurde eine Internetplattform geschaffen, in der über das Schülerlabor „NanoBiNE“ informiert wird (siehe projektbezogene Links 1). Ferner können erste Erfahrungsberichte von Schulklassen im Internet eingesehen werden (siehe projektbezogene Links 2).

Zudem wurde auf einer internationalen Tagung ein Fachvortrag gehalten sowie eine Publikation im März 2017 veröffentlicht [1]. Durch den konstruktiven Austausch auf der Fachtagung konnten zusätzliche Erkenntnisse über die sinnstiftende Einführung der Rollenkarten gesammelt und im Anschluss im Schülerlabor getestet werden. Des Weiteren wird in einem Sonderheft der CHEMKON („Schule trifft Wissenschaft“) in diesem Jahr ein Beitrag über die Grundlage für die Herstellung von Nanopartikeln publiziert, welche im „NanoBiNE“ Schülerlabor am Standort Göttingen eingesetzt werden. In der aktuellen Ausgabe von „Naturwissenschaften im Unterricht Chemie“ findet sich darüber hinaus ein Artikel zu Schülervorstellungen und Bewertungsprozessen, in dem auf das Projekt Bezug genommen wird. [2]

Zusätzlich wird das Projekt im September 2017 erneut im Rahmen eines Workshops auf der 34. Fortbildungs- und Vortragstagung der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh in Berlin präsentiert werden, um Lehrkräften die Chancen der Bildung für nachhaltige Entwicklung im Kontext der Nanotechnologie aufzuzeigen. Auch im Oktober 2017 wird im GDCh-Lehrerfortbildungszentrum an der PH Karlsruhe eine Weiterbildungsmaßnahme unter dem Thema „Nanotechnologie in der Schule – Ansätze für den experimentellen Chemieunterricht“ angeboten (siehe projektbezogene Links 3). Darüber hinaus wird eine gemeinsame Publikation angestrebt, um im Projekt entwickelte Ideen und Fragestellungen zu veröffentlichen.

## 6. Begleitforschung

Die Begleitforschung konnte nach Prüfung der Erhebungsinstrumente erfolgreich umgesetzt werden. Im folgenden Abschnitt wird die standortbezogene Begleitforschung vorgestellt und eine Auswahl von ersten Ergebnissen präsentiert.

### 6.1. Konkretisierung der Begleitforschung in Hildesheim

#### Fokus Bewertungskompetenz und BNE

In Anbetracht der aktuellen Anzahl an Durchführungen und damit verbunden der Fragebögen als Grundlage der quantitativen Untersuchung sind die folgenden Aussagen als vorläufig zu betrachten und müssen durch die Auswertung weiterer Daten bestätigt werden.

1. Bezüglich des Bewertungsstruktur-Wissens unterscheiden die Lernenden in ihrer Mehrzahl zwischen rationalen und intuitiven Bewertungsprozessen, denen sie jeweils Berechtigung zuerkennen. Auch unterstützen sie die These, dass Handeln und Reden häufig im Widerspruch zueinander stehen. Von diesen Schülervorstellungen ausgehend bieten sich Anknüpfungspunkte zur Reflexion der Kontextbezogenheit von Entscheidungsprozessen.
2. Gleichwohl zeigt sich ein großes Vertrauen der Schülerinnen und Schüler in rational-diskursive Entscheidungsprozesse.
3. Wie erwartet sind die intrapersonalen Unterschiede im Antwortverhalten (pre-post-Fragebögen) gering. Eine Tendenz zur stärkeren Gewichtung nachhaltigkeitsorientierter Kriterien bei der Produktwahl ist jedoch festzustellen. Über die Handlungswirksamkeit dieser Kriterien können allerdings keine Aussagen getroffen werden.

Die Gruppengespräche zwischen Schülerinnen und Schülern, die im Rahmen des Projektes stattfinden, sind qualitativ zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht abschließend bewertet.

#### Fokus Natur der Naturwissenschaften

Auf Basis der aktuellen Datenlage lässt sich ein weitgehend angemessenes Verständnis der Schülerinnen und Schüler von der Natur der Naturwissenschaften konstatieren. Der Aussage, dass sich Vorstellungen innerhalb der Naturwissenschaften verändern, wird von den meisten Schülerinnen und Schülern zugestimmt. Dass sich Theorien mit der Zeit verändern und entwickeln, bejahen ebenfalls die meisten. Für verlässliche und weitergehende Aussagen bedarf es einer größeren Datenmenge, die im Laufe des Projekts generiert werden wird.

Hinsichtlich der Item-Validität werden unter Umständen einzelne Items noch entfernt. Da jedoch zu jedem Untersuchungsschwerpunkt eine ausreichende Anzahl an Items generiert wurde, ist die Beantwortung der Forschungsfragen dadurch nicht gefährdet.

## 6.2. Konkretisierung der Begleitforschung in Göttingen

Ein Ziel der Begleitforschung ist die Untersuchung verschiedener Aspekte der Gestaltungskompetenz, die nach de Haan essentiell für die Bildung für nachhaltige Entwicklung ist:

„Mit Gestaltungskompetenz wird die Fähigkeit bezeichnet, Wissen über nachhaltige Entwicklung anwenden und Probleme nicht nachhaltiger Entwicklung erkennen zu können. Das heißt, aus Gegenwartsanalysen und Zukunftsstudien Schlussfolgerungen über ökologische, ökonomische und soziale Entwicklungen in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit ziehen und darauf basierende Entscheidungen treffen, verstehen und individuell, gemeinschaftlich und politisch umsetzen zu können, mit denen sich nachhaltige Entwicklungsprozesse verwirklichen lassen.“ [3]

Die Definition der Gestaltungskompetenz zeigt bereits, dass es aufgrund ihrer Komplexität kaum möglich ist, diese ganzheitlich bei Schülerinnen und Schülern abzubilden. Nach de Haan lässt sich diese allerdings in Teilkompetenzen ausdifferenzieren, welche auszugsweise in dem entwickelten Fragebogen getestet werden.

Um sowohl den fachlichen Wissenszuwachs, die Teilkompetenzen nach de Haan als auch mögliche Veränderungen in Argumentationsstrukturen bezüglich der Verwendung von Nanomaterialien in Alltagsprodukten zu erfassen, wurde ein Fragebogen mit insgesamt 22 Items entwickelt. Dieser besteht hauptsächlich aus Multiple Choice Fragen (fünfstufige Antwortskala von „trifft voll und ganz zu“ bis „trifft gar nicht zu“ und „ich weiß nicht“) und enthält darüber hinaus vier offene und drei halboffene Fragen.

Die „Kompetenz zur Partizipation“ wird hierbei bspw. über die Frage:

- *Ich möchte mitbestimmen, ob Nanomaterialien in Alltagsprodukten verwendet werden.*

getestet und mit der Frage:

- *Mir ist es wichtig mein soziales Umfeld über mögliche Risiken, die von Nanomaterialien ausgehen, aufzuklären.*

die „Kompetenz zur Motivation“.

Weitere Items fokussieren die Teilkompetenz „Interdependenzen ökologischer, ökonomischer und sozialer Entwicklungen analysieren und beurteilen“. Dabei werden sowohl ökologische, ökonomische und soziale Aspekte berücksichtigt:

- *Der Einsatz von Nanotechnologie bedroht die Artenvielfalt der Tiere.*
- *Durch Nanotechnologie wird der Wohlstand unseres Landes gesichert.*
- *Nanomaterialien in Alltagsprodukten verursachen gesundheitliche Probleme.*

Die bisherigen Ergebnisse deuten darauf hin, dass unser Kurs Veränderungen in den Argumentationsstrukturen bezüglich der Anwendung von Nanomaterialien in Alltagsprodukten bewirken kann. Denn anhand einiger Antworten lässt sich zeigen, dass die Schülerinnen und Schüler nach dem Kurs andere Meinungen in Betracht ziehen und

Sachverhalte aus verschiedenen Perspektiven bewerten, wenn sie Entscheidungen treffen sollen. Das ist eines der Hauptkriterien von Gestaltungskompetenz nach de Haan.

Die ersten Ergebnisse zeigen allerdings auch, dass die Schülerinnen und Schüler bei Argumentationen rund um das Thema Nachhaltigkeit meistens nur die ökologische Dimension in Betracht ziehen und die ökonomische sowie die soziale Dimension vernachlässigen. Um dieser Tendenz entgegenzuwirken, werden die Experimente sowie der Einführungsvortrag angepasst.

## Literatur

[1] J. Dege, N. Milsch, T. Waitz, The Potentials of Nanoscience for the Implementation of an Education for Sustainable Development in Chemistry Class, *New Perspectives in Science Education, Conference Proceedings* (ISBN: 978-88-6292-847-2), Libreriauniversitaria.it, (2017) S. 436-440.

[2] Menthe, J. & Düker, P. (2017) Schülervorstellungen sind entscheidend. Bewertungskompetenz als Bildungserfahrung. In: Rehm, M. & Parchmann, P. (Hg.), *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, Bd. 159, Nr. 3/17.

[3] Haan, Gerhard de (2008): Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Inka Bormann und Gerhard de Haan (Hg.): *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde*. 1. Aufl. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss., S. 23–43.

## Projektbezogene Links

1. <https://www.uni-goettingen.de/de/557597.html>.
2. <http://www.ohg-goe.net/index.php/archiv-leser/nanotechnologie.html>.
3. <https://www.ph-karlsruhe.de/fileadmin/bilder/abteilungen/Chemie/Nano.pdf>.

## Anhang

Erhebungsbogen Schülerlabor (Hildesheim), Erhebungsbogen Schülerlabor (Göttingen), Werbeflyer (Hildesheim), Werbeflyer (Göttingen), Veröffentlichung in *Unterricht Chemie*

## [NANOSCIENCE – INDIVIDUELLER ERHEBUNGSBOGEN]

Um das Projekt „NanoScience“ weiterentwickeln und verbessern zu können, sind wir auf Ihre Unterstützung als Teilnehmende angewiesen. Zu diesem Zweck bitten wir Sie, die Fragen auf diesem Bogen zu beantworten. Ihre Angaben werden anonymisiert ausgewertet und helfen, die Qualität projektorientierter Lehre zu verbessern. Wir bedanken uns für Ihre Unterstützung!

Bogen-Nr.:

Alter:

Geschlecht:

Bitte kreuzen Sie an, inwieweit Sie den folgenden Aussagen zustimmen.

Aussage	trifft zu	trifft eher zu	teils-teils	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Es ist wichtig, Experimente mehr als einmal durchzuführen, um Ergebnisse abzusichern.	<input type="radio"/>				
Das Wissen in den Naturwissenschaften ist für alle Zeit wahr.	<input type="radio"/>				
Naturwissenschaftliche Theorien sind oft komplizierter als sie sein müssten.	<input type="radio"/>				
Naturwissenschaftler führen Experimente durch, um neue Entdeckungen zu machen.	<input type="radio"/>				
Durch neue Entdeckungen kann sich verändern, was Naturwissenschaftler für richtig halten.	<input type="radio"/>				
In den Naturwissenschaften ist beinahe alles bekannt; es gibt nicht mehr viel, was man herausfinden könnte.	<input type="radio"/>				
Für Naturwissenschaftler sind Experimente mit unerwarteten Ergebnissen wertlos.	<input type="radio"/>				
Es gibt manche Fragen in den Naturwissenschaften, die auch Naturwissenschaftler nicht beantworten können.	<input type="radio"/>				
Das Beste an den Naturwissenschaften ist, dass viele Probleme nur eine richtige Lösung aufweisen.	<input type="radio"/>				
In den Naturwissenschaften kann es mehrere Wege geben, um Vorstellungen zu überprüfen.	<input type="radio"/>				
Es ist wichtig, eine konkrete Vorstellung zu haben, bevor man mit einem Experiment beginnt.	<input type="radio"/>				
Ziel naturwissenschaftlicher Theorien ist es, Naturvorgänge zu erklären.	<input type="radio"/>				
Manchmal verändern sich die Vorstellungen in den Naturwissenschaften.	<input type="radio"/>				
Naturwissenschaftliches Wissen ist auch ein Ergebnis menschlicher Kreativität.	<input type="radio"/>				

**[NANOSCIENCE – INDIVIDUELLER ERHEBUNGSBOGEN]**

Aussage	trifft zu	trifft eher zu	teils-teils	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Naturwissenschaftliche Theorien werden verändert oder ersetzt, wenn neue Beweise vorliegen.	<input type="radio"/>				
Naturwissenschaftliche Theorien verändern und entwickeln sich mit der Zeit.	<input type="radio"/>				
Naturwissenschaftler stimmen immer darin überein, was in ihrem Fach wahr ist.	<input type="radio"/>				
Gute Theorien stützen sich auf die Ergebnisse aus vielen verschiedenen Experimenten.	<input type="radio"/>				
Entscheidungen sollten nur auf Basis eindeutiger Fakten getroffen werden.	<input type="radio"/>				
Bei Entscheidungen müssen vor allem auch die langfristigen Folgen berücksichtigt werden.	<input type="radio"/>				
Je komplizierter die Lebenswelt wird, umso weniger kann der einzelne Bürger eine vernünftige Entscheidung treffen.	<input type="radio"/>				
In komplexen Gesellschaften wissen Experten am besten, was zu tun ist.	<input type="radio"/>				
Wenn man nicht über eindeutige Informationen verfügt, muss man sich auf sein Bauchgefühl verlassen.	<input type="radio"/>				
Was Menschen sagen und wie sie sich verhalten, sind zwei ganz unterschiedliche Dinge.	<input type="radio"/>				
Auch bei persönlichen Entscheidungen – z.B. bei der Produktwahl im Supermarkt – sollte man immer vergleichen und rational abwägen.	<input type="radio"/>				
Bei politischen Entscheidungen sollten immer auch die Bedürfnisse kommender Generationen berücksichtigt werden.	<input type="radio"/>				
Wer alle Fakten kennt, trifft auch die richtige Entscheidung.	<input type="radio"/>				
Das persönliche Empfinden ist bei der Bewertung neuer Technologien kein Argument.	<input type="radio"/>				
Es gibt persönliche Entscheidungen, die nicht rational begründbar sind.	<input type="radio"/>				
Wer nicht weiß, wie eine Technologie genau funktioniert, kann bei der Diskussion darüber nicht mitreden.	<input type="radio"/>				
Jeder Mensch sollte seine Handlungen begründen können.	<input type="radio"/>				

**[NANOSCIENCE – INDIVIDUELLER ERHEBUNGSBOGEN]**

Aussage	trifft zu	trifft eher zu	teils-teils	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Gewohnheiten und Routinen sind sinnvoll und erleichtern den Alltag.	<input type="radio"/>				
Moralische Überzeugungen spielen bei rationalen Entscheidungen keine Rolle.	<input type="radio"/>				
Wichtige gesellschaftliche Fragen (z.B. im Bereich Energiepolitik, Umweltschutz, Wirtschaftspolitik) sollten von Experten entschieden werden.	<input type="radio"/>				
Der eigenen Intuition sollte man immer vertrauen.	<input type="radio"/>				
Eine vernünftige Diskussion kommt immer zum bestmöglichen Ergebnis.	<input type="radio"/>				
Manche Entscheidungen muss man aus dem Bauch heraus fällen.	<input type="radio"/>				
Der Glaube, das eigene Handeln könnte die Welt verbessern, ist naiv.	<input type="radio"/>				
Manchmal muss man einfach eine Entscheidung treffen, auch wenn wichtige Informationen fehlen.	<input type="radio"/>				
Wenn ich Produkte miteinander vergleiche, weiß ich, welche Kriterien mir am wichtigsten sind.	<input type="radio"/>				
Naturwissenschaften bringen mir Spaß.	<input type="radio"/>				
Ich führe in meiner Freizeit nur ungern Gespräche über naturwissenschaftliche Themen.	<input type="radio"/>				
Ich finde es wichtig, mich mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu beschäftigen.	<input type="radio"/>				
Wenn ich experimentiere kann es passieren, dass ich gar nicht merke, wie die Zeit verfliegt.	<input type="radio"/>				
Wenn ich Experimente durchführen kann, bin ich bereit, auch Freizeit dafür zu verwenden.	<input type="radio"/>				
Experimente durchzuführen, macht mir einfach keinen Spaß.	<input type="radio"/>				

**- Bitte wenden -**

**[NANOSCIENCE – INDIVIDUELLER ERHEBUNGSBOGEN]**

Geben Sie bitte an, welche Kriterien (z.B. Preis, Verarbeitung, Produktionsbedingungen) für Sie bei der Auswahl folgender Produkte am wichtigsten sind:

Produkt	Das wichtigste Kriterium ist für mich:	Das zweitwichtigste Kriterium ist für mich:	Das drittwichtigste Kriterium ist für mich:
Handy			
Nahrungsmittel			
Kleidung			
Urlaubsreise			
Haustier			

Geben Sie an, welche Kriterien Ihrer Meinung nach am wichtigsten sein sollten:

Produkt	Das wichtigste Kriterium ist für mich:	Das zweitwichtigste Kriterium ist für mich:	Das drittwichtigste Kriterium ist für mich:
Handy			
Nahrungsmittel			
Kleidung			
Urlaubsreise			
Haustier			

## Fragebogen zum Projekt „NanoBiNE“

Gib deinen Code an:

Mit den folgenden Fragen möchten wir etwas über deine Einstellung zum Thema „Nano“ und Nachhaltigkeit erfahren.

### Kreuze die entsprechende Antwort an.

		trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	teils-teils	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
<b>01.</b>	Ich weiß in welchen Alltagsprodukten Nanomaterialien verarbeitet werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>02.</b>	Ich weiß weshalb Nanomaterialien in Alltagsprodukten verarbeitet werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>03.</b>	Medien sollten mehr über den Einsatz von Nanomaterialien informieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**04.** Erkläre einem Freund stichpunktartig, was du unter Nachhaltigkeit verstehst.

Nachhaltigkeit ist...

- 

**05.** Gib Beispiele, wie du in deinem Leben nachhaltig handelst.

**06.** Erläutere, über deine beschriebenen Beispiele hinaus, wie du nachhaltig handeln könntest.

**07.** Nenne die drei wichtigsten Fragen, die du zur Nachhaltigkeit hast.

**Deine Meinung ist gefragt.**

**08.** Ein Freund von dir benutzt im Sommer Sonnencreme mit Nanopartikeln. Würdest du ihm die Verwendung empfehlen oder ihm davon abraten?

- Ich würde ihm die Verwendung empfehlen, weil...
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Ich würde ihm von der Verwendung abraten, weil...
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Ich kann ihm keinen Rat geben, weil...

09. Wenn Nanomaterialien in Produkten verwendet werden, haben sie keine gefährlichen Eigenschaften. ja  nein  nicht eindeutig

Begründe kurz deine Antwort:

10. Den Kontakt mit Nanomaterialien in Alltagsprodukten versuche ich...

zu vermeiden, weil...

zu verstärken, weil...

Keine Aussage, weil...

**Kreuze die entsprechende Antwort an.**

	trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	teils-teils	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
11. Ich möchte mitbestimmen, ob Nanomaterialien in Alltagsprodukten verwendet werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Nanomaterialien in Alltagsprodukten verursachen gesundheitliche Probleme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Mir ist es wichtig mein soziales Umfeld über möglichen Risiken, die von Nanomaterialien ausgehen, aufzuklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. Nanomaterialien, über die keine Studien zur sicheren Entsorgung oder Recycling vorliegen, sollten nicht verwendet werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. Ich finde Produkte mit Nanomaterial müssen eine Kennzeichnungspflicht haben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Mir ist bewusst, dass die Konsequenzen der Eintragung von Nanomaterialien in die Umwelt nicht vollständig geklärt ist	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17. Mit Hilfe der Nanotechnologie können knappe natürliche Ressourcen eingespart werden. Wir sind dadurch auf sie angewiesen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18. Der Einsatz von Nanotechnologie bedroht die Artenvielfalt der Tiere.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19. Durch Nanotechnologie wird der Wohlstand unseres Landes gesichert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20. Durch die Forschung der Nanotechnologie bleibt Deutschland wirtschaftlich wettbewerbsfähig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21. Durch Nanotechnologie werden viele neue Arbeitsplätze geschaffen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22. Der verantwortungsvolle Umgang mit Nanomaterialien liegt in der Pflicht von:						
• jedem selbst	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• der Industrie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• der Politik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• der Wissenschaft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• andere: _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Zum Schluss möchten wir noch allgemeine Fragen zu deiner Person stellen.

**Allgemeine Fragen**

In welchem Jahr bist du geboren:

Welches Geschlecht hast du: männlich  weiblich

In welche Jahrgangsstufe gehst du:



## »NanoBiNE«

*Nanotechnologien im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung*

Mit dem Projekt NanoBiNE, in dessen Rahmen das Schülerlabor NanoScience angeboten wird, wollen wir Lehrkräfte der Naturwissenschaften in ihrem Bemühen unterstützen, Schülerinnen und Schüler zu verantwortlichen Entscheidungen in komplexen gesellschaftlichen Gestaltungsfragen zu befähigen.

Diese Schülerlaborkonzepte dienen als Basis für die Erstellung von Einheiten für den Regelschulunterricht, die gemeinsam mit Lehrkräften entwickelt und erprobt werden, um schließlich in Fortbildungsveranstaltungen über regionale Bildungsträger in der Breite angeboten werden zu können.

Für alle Projektverantwortlichen leitend ist dabei die Überzeugung, dass erfolgreiche Entwicklungsprozesse – sei es auf Schul- oder Unterrichtsebene – die Zusammenarbeit aller Beteiligten erfordern. Sowohl im Bereich der Schülerlaborentwicklung und -optimierung wie der Erstellung von Unterrichtseinheiten bauen wir auf den Dialog und die Zusammenarbeit mit Lehrkräften der naturwissenschaftlichen Fächer.

Wenn Sie Interesse haben, mit uns zu arbeiten, wenn Sie mehr erfahren wollen über unsere Projekte und Fortbildungsangebote oder einfach Fragen haben, lassen Sie es uns wissen! Wir suchen stets engagierte Lehrkräfte, die uns unterstützen und die wir unterstützen dürfen.

Besuchen Sie uns auch im Netz unter:

[www.uni-hildesheim.de/fb4/institute/biologie/abteilung-chemie](http://www.uni-hildesheim.de/fb4/institute/biologie/abteilung-chemie)

### Kontakt:

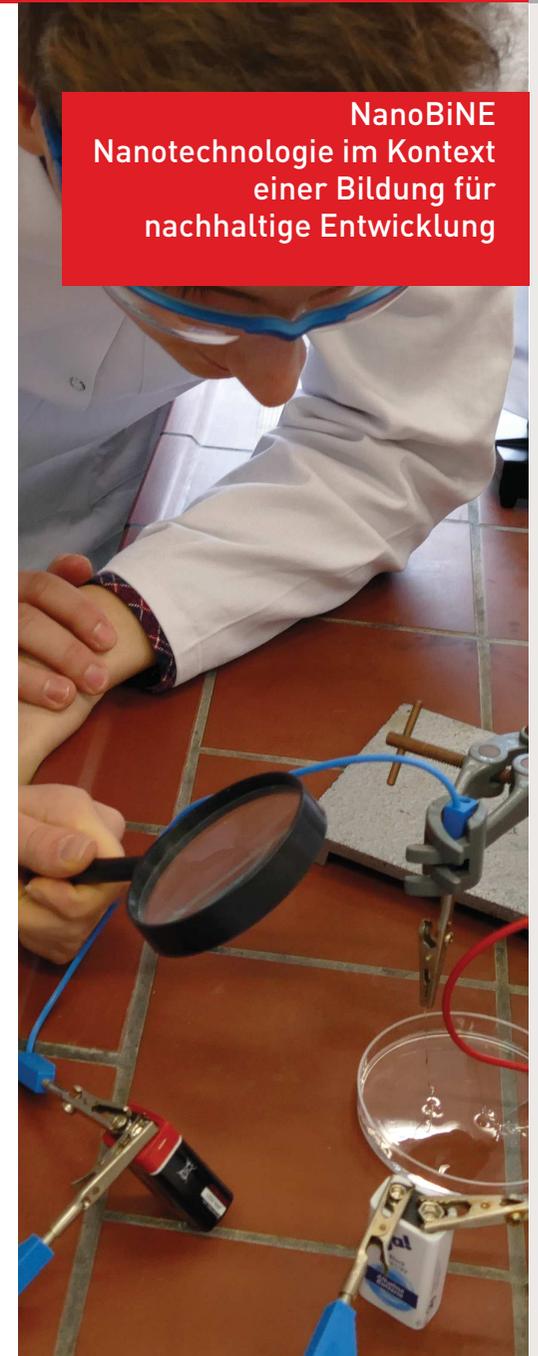
Markus Herrmann  
Raum D 307  
Fon: 05121 883 - 40778  
Email: markus.herrmann@uni-hildesheim.de

Peter Düker  
Raum N  
Fon: 05121 883 - 92510  
Email: peter.dueker@uni-hildesheim.de

Universität Hildesheim  
Institut für Biologie und Chemie  
Universitätsplatz 1  
31141 Hildesheim

Fotos: H. Heller, P. Düker

**NanoBiNE**  
Nanotechnologie im Kontext  
einer Bildung für  
nachhaltige Entwicklung



gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

## »Das Schülerlabor NanoScience«

Liebe Lehrerinnen und Lehrer der naturwissenschaftlichen Fächer,

dank der Förderung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) können die Universitäten Hildesheim, Göttingen und Oldenburg sowie das IPN in Kiel ein neues Bildungsprojekt realisieren: *NanoBiNE - Nanotechnologie im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung.*

So können wir Ihnen u. a. an der Universität Hildesheim das zweitägige Schülerlabor *NanoScience* anbieten.

**Wir möchten Sie und Ihre Schülerinnen und Schüler auf diesem Wege herzlich einladen, uns in unserem NanoScience-Labor zu besuchen.**

Das Schülerlabor *NanoScience* adressiert alle in den Bildungsstandards geforderten Kompetenzen und aktualisiert u. a. Wissensinhalte zur Elektrochemie.

Die Lernenden eignen sich experimentell Fachwissen

zum Themenbereich Nanowissenschaften an und werden durch ein Planspiel zur Technikfolgenabschätzung in der Fähigkeit nachhaltigkeitsorientierter Bewertung gefördert.

*NanoScience* umfasst regulär zwei Vormittage und adressiert Lernende ab dem 10. Jahrgang. Dabei bietet es Einblicke in die Arbeit im naturwissenschaftlichen Feld und unterstützt die Berufsorientierung.

Entscheiden Sie sich für einen Termin Ihrer Wahl und nehmen Sie Kontakt mit uns auf. Auch bei Informationsbedarf oder Fragen stehen Ihnen Herr Markus Herrmann und Herr Peter Düker von der Abteilung Chemie der Universität Hildesheim sehr gerne zur Verfügung. Wir freuen uns auf Sie und Ihre Schülerinnen und Schüler!

Mit besten Grüßen,  
Prof. Dr. Jürgen Menthe  
Abteilung Chemie der Universität Hildesheim

Schüler der Jahrgangsstufe 11 weisen indirekt Nanopartikel durch Lichtstreuung nach (Tyndalleffekt).



*Nanopartikel sind zellgängig. Sie können durch UV-Strahlung in Pflanzenzellen sichtbar gemacht werden.*

## »staunen, verstehen, bewerten«

*zwei Tage NanoScience*

Erster Tag	Zweiter Tag
8:30 Uhr bis 14:00 Uhr	8:30 Uhr bis 13:00 Uhr
Experimentierzirkel zum Thema Nano	Planspiel zur Bewertung einer Nanotechnologie

## Wenn Sie Interesse haben...

melden Sie sich bei uns - per Mail oder telefonisch. Wir finden einen passenden Termin.

Die Teilnahme am Schülerlabor ist kostenfrei.

## Wie viel Nano ist in uns? Chancen & Gefahren?!



## „Nano“ – Was ist das?

Die Nanotechnologie bzw. -wissenschaft zählt zu den wichtigsten Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Sie beschäftigt sich mit den sogenannten Nanopartikeln (siehe Abbildung 1), in welchen nur wenige bis einige tausend Atome in einem Verbund vorliegen. Vergleichen wir beispielsweise Nanopartikel der Größe 100 nm mit einem menschlichen Haar eines Durchmessers von 80  $\mu\text{m}$ , können ca. 800 Nanopartikel entlang dieses Haardurchmessers aufgereiht werden.

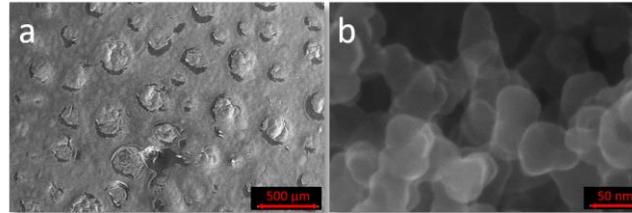


Abbildung 1: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen einer verbrannten Walnusschale (von 500  $\mu\text{m}$  (a) und 50 nm (b)). Im rechten Bild sind deutlich die Nanopartikel zu erkennen.

Die Größe der Nanopartikel ist im Vergleich zu den makroskopisch großen Partikeln erheblich verringert, wodurch sich ein vergrößertes Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis ergibt. Mit dieser Eigenschaft kann die Kontaktfläche des Stoffes mit der Umwelt erhöht werden, was beispielsweise in der Einsparung von Materialien resultiert. Ferner bieten sich durch die „Zwergengröße“ neuartige Eigenschaften (wie veränderte Farbigkeit, Leitfähigkeit, UV-Beständigkeit), welche zur Optimierung von Produkteigenschaften verwendet werden können. Daher begegnen uns heutzutage vermehrt Nanomaterialien in den unterschiedlichsten Bereichen, sei es in der Grundlagenforschung der Life Sciences bis hin zu modernen Hightech-Produkten im Alltag.

Die Nanowissenschaft steht somit in einem fächerverbindenden Kontext und wird damit eine zentrale Rolle in der Lösung von gesellschaftlichen Herausforderungen, wie der rapid steigenden Weltbevölkerung als auch dem Klimawandel, einnehmen. Das Knowhow über diese Technologie sowie deren kritischer Umgang kann im Chemieunterricht thematisiert werden, um eine nachhaltige Entwicklung zu fördern.

## Wo begegnen uns Nanomaterialien?

Nanomaterialien begegnen uns tagtäglich. Diese können sowohl auf natürlichen Wege entstehen (z.B. auftretende Aschepartikel bei Vulkanausbrüchen) als auch künstlich hergestellt und verarbeitet werden (siehe Abbildung 2). In den letzten Jahren ist der anthropogene Einsatz von Nanomaterialien in der Industrie stark gestiegen, da insbesondere Nanopartikel in einer Vielzahl von Alltagsprodukten wiederzufinden sind, sei es in Mascaras, Sonnencremes oder Deodorants. Auch wird beispielsweise Operationsbesteck mit Silber-Nanopartikeln, auf Grund der keimtötenden (bioziden) Wirkung, beschichtet. Somit ist die Nanotechnologie aus vielen Lebensbereichen nicht mehr wegzudenken und wird auch in der Zukunft eine immer einflussreichere Rolle in Bezug auf globale ökologische, ökonomische und soziale Fragestellungen einnehmen.

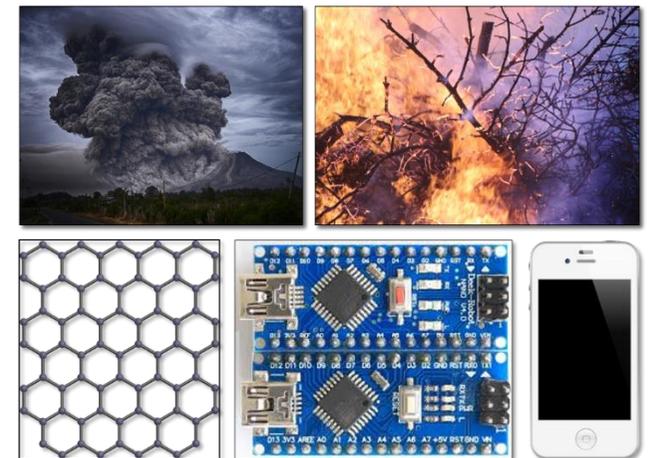


Abbildung 2: Nanotechnologie und ihre Anwendungsgebiete. Nanopartikel sind sowohl in der Natur als auch in Hightech-Produkten zu finden.

## Alles Nano – alles gut!?

Auf Grund der Eigenschaften von Nanomaterialien (wie das vergrößerte Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis), werden sie in vielen Bereichen unseres Lebens eingesetzt. Die vermehrte Anwendung hat jedoch gleichzeitig einen erhöhten Eintrag von Nanomaterialien in die Umwelt zur Folge: Sei es beispielsweise im Sommer beim Duschen, wenn die Sonnencreme abgespült wird, beim täglichen Zähneputzen oder beim Waschen von Nano-Textilien. In Folge der geringen Größe werden sie in Kläranlagen nicht vollständig hinausgefiltert, wodurch die anthropogenen Nanopartikel in den Wasserkreislauf gelangen können. Von da aus werden diese verbreitet und es findet eine Anreicherung in unserer Umwelt statt.

Fragen bezüglich:

- „Welche Gefahren können durch den vermehrten Eintrag an Nanomaterialien entstehen?“
- „Wie wirken Nanoteilchen auf unseren Organismus bzw. unsere Stoffkreisläufe?“

konnten bis heute nicht hinreichend geklärt werden. Daher ist es wichtig, Schülerinnen und Schülern eine Auseinandersetzung mit der Thematik zu ermöglichen, damit sowohl ein kritisches Bewusstsein als auch ein reflektierter Umgang mit nanohaltigen Produkten möglich sind.

Genau aus diesem Grund wurde das Projekt „**Nanotechnologie** im Kontext der **Bildung für nachhaltige Entwicklung**“ (sprich „Nano-BiNE“) initiiert. Durch das Schülerlabor „NanoBiNE“ sollen sich Ihre Schülerinnen und Schüler kritisch mit der Nanotechnologie auseinandersetzen, wodurch sowohl das Fachwissen aber vor allem die Bewertungskompetenz Ihrer Klasse gefördert werden.



## Themenschwerpunkte/Kursinhalt

Ihre Schülerinnen und Schüler lernen...

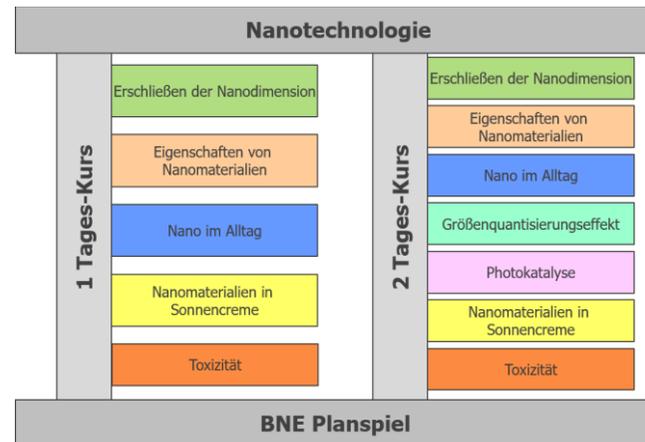
- Fachinhalte rund um das Thema „Nano“.
- aktuelle Forschungsfragen im Themenfeld Nanowissenschaft und –technologie kennen.
- gesellschaftliche Fragestellungen reflektiert und kritisch zu hinterfragen.
- moderne Charakterisierungsmethoden, wie die Raster-elektronenmikroskopie, kennen.

Wie lernen Ihre Schülerinnen und Schüler die Kursinhalte:

Die Schülerinnen und Schüler...

- ...führen innovative Experimente bezüglich der Synthese und den Eigenschaften von Nanopartikeln durch.
- ...nehmen verschiedene, kritische Perspektiven zum Themenschwerpunkt „Nanotechnologie“ mit Hilfe eines Planspieles ein.

Hierbei kann sowohl ein 1-Tages- als auch ein 2-Tages-Kurs besucht werden. Die einzelnen Themenschwerpunkte können nach Ihren Wünschen individuell miteinander kombiniert werden. Ein exemplarischer Aufbau der Kurse kann der folgenden Grafik entnommen werden:



Pro Kurstag sollten vier bis fünf Stunden eingeplant werden (inkl. Vor- & Nachbereitungszeit). Die Kurse eignen sich für Schülerinnen und Schüler ab der 9. Jahrgangsstufe.

## Schülerlabor/ Ansprechpartner

### Kommen Sie uns in unserem Schülerlabor „NanoBiNE“ besuchen!

Die Kursinhalte im „NanoBiNE“-Projekt werden in einem hochmodernen Fachklassenraum der Fakultät für Chemie in Göttingen vermittelt.



**Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann kontaktieren Sie Janina Dege unter 0551-3920099 oder schreiben Sie eine E-Mail an jdege@gwdg.de, um gemeinsam einen individuellen Termin zu vereinbaren.**

### Kooperationspartner/DBU

Die „NanoBiNE“ ist ein DBU gefördertes Projekt an den Standorten Göttingen, Hildesheim, Kiel sowie Oldenburg und hat zum Ziel, Innovationen der Nanotechnologie im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BnE) zu vermitteln. Dabei steht die Förderung naturwissenschaftsbasierter Bewertungskompetenzen im Orientierungsrahmen der BnE im Vordergrund.



Die verwendeten Bilder entstammen entweder aus eigener Quelle oder wurden von <https://pixabay.com> mit einer CC0-Lizenz entnommen.

Projekttitle: NanoBiNE  
Nanotechnologie im Kontext einer  
Bildung für nachhaltige Entwicklung

**NanoBiNE**  
Nanotechnologien im  
Kontext einer Bildung  
für nachhaltige  
Entwicklung

Kooperationsprojekt der  
Universitäten Hildesheim,  
Göttingen, Oldenburg und des  
IPN in Kiel.

Aktenzeichen der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU): 32721/01



Dritter Zwischenbericht für den Projektzeitraum vom 1. Juni bis  
30. November 2017



gefördert durch



[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

**Bewilligungsempfänger:**

Universität Hildesheim; Prof. Dr. Jürgen Menthe (Abteilung Chemie)

Ansprechpartner Hildesheim:

Stiftung  
Universität Hildesheim  
Institut für Biologie und Chemie  
Abt. Chemie  
Universitätsplatz 1  
31141 Hildesheim

**Kooperationspartner:**

- Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und der Mathematik (IPN) in Kiel; Prof. Dr. Ilka Parchmann & Dr. Tobias Plöger (Didaktik der Chemie)
- Georg-August-Universität Göttingen; Prof. Dr. Thomas Waitz (Didaktik der Chemie)
- Carl von Ossietzky Universität Oldenburg; Prof. Dr. Verena Pietzner (Didaktik der Chemie)

Prof. Dr. Jürgen Menthe  
Fon: 05121 883-40762  
E-Mail: [menthe@uni-hildesheim.de](mailto:menthe@uni-hildesheim.de)

Anne Munk  
Fon: 05121 883-40778  
E-Mail: [munkan@uni-hildesheim.de](mailto:munkan@uni-hildesheim.de)

Peter Düker  
Fon: +49 5121 883-40760  
E-Mail: [dueker@uni-hildesheim.de](mailto:dueker@uni-hildesheim.de)

# Inhaltsverzeichnis

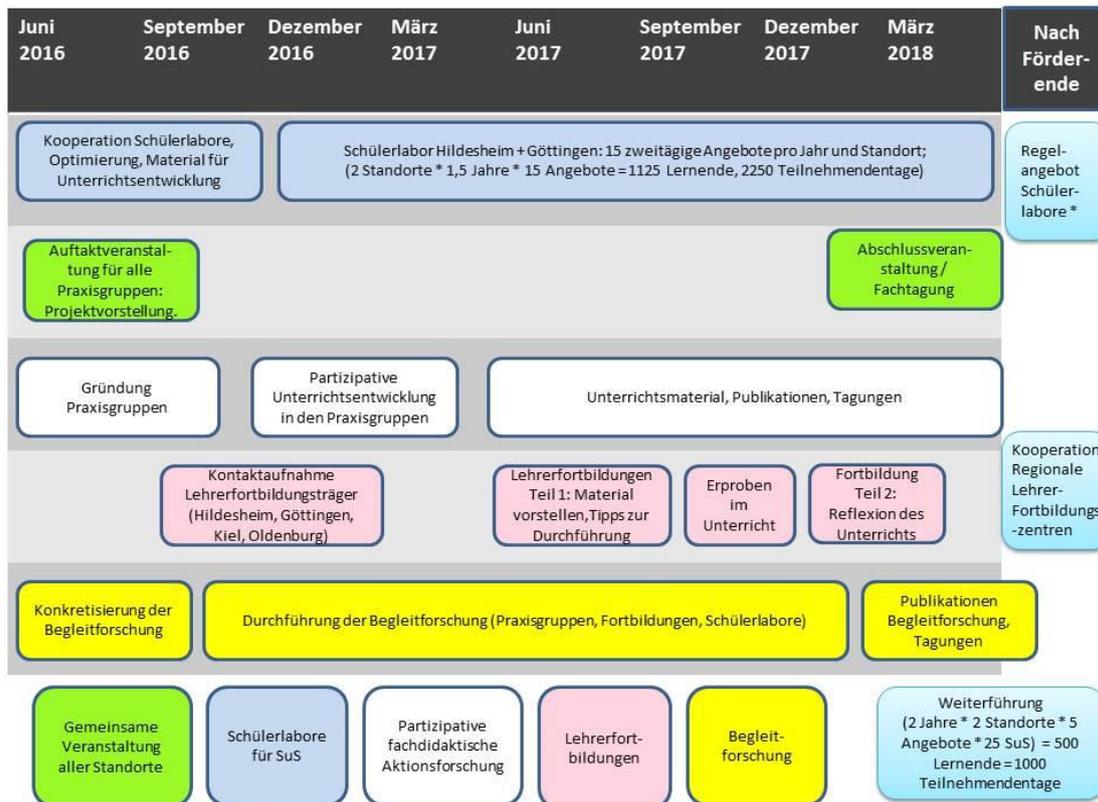
1. Zusammenfassung .....	4
2. Partizipative Begleitforschung .....	5
Partizipative Aktionsforschung an der Universität Hildesheim.....	5
Partizipative Aktionsforschung an der Universität Göttingen.....	6
3. Kommunikation im Projekt .....	6
4. Erweiterung und Durchführung des Hildesheimer Schülerlabors „NanoScience“ .....	7
5. Presse- und Öffentlichkeitsarbeit .....	8
Standort Göttingen.....	8
Standort Hildesheim .....	9
6. Abschlusstagung im ZUK .....	9
7. Begleitforschung .....	10
Konkretisierung der Begleitforschung in Göttingen .....	10
8. Literatur .....	11
Projektbezogene Links .....	11

## Anhang:

- Erhebungsbogen Schülerlabor (Hildesheim),
- Erhebungsbogen Schülerlabor (Göttingen),
- Werbeflyer (Hildesheim),
- Werbeflyer (Göttingen),
- Veröffentlichung in Unterricht Chemie

# 1. Zusammenfassung

Im Zeitraum vom 01. Juni 2017 bis zum 30. November 2017 verlief das Projekt „NanoBiNE – Nanotechnologien im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung“ insgesamt sehr erfolgreich. Die zu Beginn aufgetretenen Verzögerungen sind zumindest teilweise wieder aufgeholt worden, dennoch hinkt das Projekt dem Zeitplan etwas hinterher, ohne dass der Projekterfolg dadurch gefährdet wäre.<sup>1</sup> Die Darstellung des Projektverlaufs folgt dem Arbeitsplan, der im Folgenden erneut abgebildet ist.



Während des Berichtszeitraumes standen weiterhin die Durchführung der Schülerlabore und die partizipative Aktionsforschung im Fokus. Zudem wurde verstärkt Öffentlichkeitsarbeit geleistet (Internetseiten, Lehrer\_innenrundmails, Besuche an Schulen, Verteilung von Infomaterial, Pressemitteilungen, Besuch der Ideen-Expo, Social-Media, Zeitungsartikel), um eine möglichst große Sichtbarkeit und eine nachhaltige Dissemination zu gewährleisten. Dabei wurde der regionale Raum um den Landkreis Hannover erweitert.

Im Berichtszeitraum fand ein Projekttreffen mit Vertreter\_innen aller Standorte statt, um auf Basis der bisherigen Fortschritte die weiteren Maßnahmen zu koordinieren.

<sup>1</sup> Der verzögerte Projektbeginn in Göttingen wurde im ersten Zwischenbericht (Juni 2016 - November 2016) bereits dargestellt und begründet.

Erste Termine für die Lehrerinnenfortbildungen Anfang nächsten Jahres wurden abgestimmt, mit denen die entwickelten Materialien in die Breite getragen werden.

## 2. Partizipative Begleitforschung

In den folgenden Unterkapiteln wird die partizipative Aktionsforschung an den Standorten Hildesheim und Göttingen ausführlicher beschrieben.

### Partizipative Aktionsforschung an der Universität Hildesheim

Im Rahmen der partizipativen Aktionsforschung an der Universität Hildesheim haben die Arbeitsgruppen die bereits erarbeiteten Unterrichtsmaterialien für die Mittel- und die gymnasiale Oberstufe weiter ausgearbeitet. Die Erkenntnisse aus bisherigen Erprobungen sowie die Arbeit an der Weiterentwicklung der Stundenplanung konnten die Lehrerinnen und Lehrer im Rahmen des vierten Projekttreffens vorstellen. Der Schwerpunkt des Treffens lag auf der Überarbeitung des Planspiels. Die Arbeitsgruppen haben das Ziel, aus den bisherigen Planspielmaterialien ein für den Regelunterricht geeignetes 90 Minuten Planspiel zu konzipieren, mit dem die geplanten Unterrichtseinheiten abgeschlossen werden können.

Hierfür wurden einige Aufgabenstellungen umformuliert oder konkretisiert. Zusätzlich wurden von den Lehrkräften „provokante Thesen“ in das Planspiel implementiert, welche die Lernenden hinsichtlich ihrer Argumentationen mehr fordern sollen. Die Lehrkräfte wollen damit erreichen, dass die Schülerinnen und Schüler die Inhalte stärker hinterfragen. Insgesamt wurde das Textmaterial gekürzt, was eine Erfassung der wichtigsten Inhalte in einem Zeitrahmen von 90 Minuten ermöglichen soll.

Als weiterhin schwierig wird die Verankerung der Unterrichtsmaterialien im KC gesehen. Die Arbeitsgruppe der Oberstufe weist auf eine kommende Änderung des Kerncurriculums hin, wonach eine Einbettung der Unterrichtsmaterialien in Jahrgangsstufe 11, wie ursprünglich geplant, nicht mehr passend sei. Die Lehrerinnen und Lehrer der Arbeitsgruppe streben daher eine neue Verortung der UE in Jahrgang 12 oder 13 an.

Die tatsächliche Fertigstellung der Unterrichtseinheiten bis September 2017 konnte von den Arbeitsgruppen nicht eingehalten werden. Die Verzögerung erklärt sich durch mangelnde Zeit der Lehrkräfte, da sie verstärkt in den Nachmittagsstunden unterrichten, sodass sich die Terminfindung für die gemeinsame Arbeit an den Unterrichtseinheiten als schwierig erwies.

Im Hinblick auf die Anfang nächsten Jahres festgelegten Lehrer\_innen-Fortbildungen, wurde vereinbart, die Materialien jetzt bis Ende des Jahres 2017 fertig zu stellen.

### **Partizipative Aktionsforschung an der Universität Göttingen**

Im letzten Zwischenbericht wurde, als Reaktion auf das Feedback der Lehrkräfte, das angepasste Göttinger Vorgehen für die Partizipative Aktionsforschung vorgestellt. Wie dort beschrieben hat mittlerweile die 3. Phase (Implementierung einzelner Komponenten, Einschätzung der Bewertungskompetenz) begonnen. Ein aktiver Austausch mit den Lehrkräften, beginnend sechs Wochen nach dem jeweiligen Kursbesuch, hat eingesetzt.

Um die Plattform für einen strukturierten Austausch zu bieten, wurden am 13.11.2017 elf Lehrkräfte aus Göttingen und Umgebung in die Chemiedidaktik eingeladen. Die Lehrkräfte hatten teilweise bereits mit ihren Klassen das NanoBiNE-Schülerlabor besucht oder bereits nanotechnologische Aspekte in ihrem Unterricht erprobt.

Der Austausch hat ergeben, dass die Lehrkräfte bisher keine Inhalte oder Komponenten in den Regelunterricht integrieren konnten. Als Grund hierfür wird eine inhaltliche Sättigung des Kerncurriculums angegeben. Da das Thema nicht im Kerncurriculum vorhanden ist, gestaltet sich eine Integration schwierig. Das Thema Nanotechnologie ließe sich nur als überaus interessante Extraeinheit – nach Abschluss der im Kerncurriculum vorgegebenen Inhalte – integrieren. Die Methode des Planspiels sehen die Lehrkräfte - mit zeitlicher Anpassung - für den Regelunterricht zur Förderung der Bewertungskompetenz als geeignet an und möchten die Methode in den eigenen Unterricht integrieren. Die Lehrkräfte geben an, im privaten Bereich für die Thematiken rund um „Nano“ und Nachhaltigkeit sensibilisiert worden zu sein und wünschen sich einen erneuten Besuch im Schülerlabor. Zwei dieser Lehrkräfte werden aller Voraussicht nach erneut mit anderen Klassen im Dezember und Januar das Göttinger Labor besuchen.

Weiterhin wurden mögliche Anknüpfungspunkte der Göttinger Inhalte und des Themas Nanotechnologie im Allgemeinen an das Kerncurriculum von den Lehrkräften benannt.

### **3. Kommunikation im Projekt**

Durch regelmäßigen E-Mail-Verkehr und Skype-Konferenzen tauschen sich die Standorte über den Projektstand aus. Zudem wurde und wird die gemeinsame Dropbox

genutzt, um Unterrichts-, Informations- und Erhebungsmaterial miteinander zu teilen und ggf. zu optimieren.

Anfang November 2017 hat ein ausführliches Projekttreffen aller Kooperationspartner in Hildesheim stattgefunden. In sehr konstruktiven Gesprächen wurde der Stand der Materialoptimierung, der Arbeit in den Lehrergruppen und der Durchführungen besprochen und es wurden gemeinsam Problemlösungen (etwa für die Aquirse weiterer Lehrkräfte oder für die Integration ins KC) entwickelt. Zusätzlich wurden die Termine, die Betreuung und die Abläufe für die Lehrer\_innen-Fortbildungen Anfang des Jahres 2018 festgelegt. Der Fortbildungszeitraum beläuft sich auf die Woche vom 19.02.2018 bis 23.02.2018 und die Woche vom 26.02.2018 bis 02.03.2018. Die Inhalte der Fortbildungen wurden abgesteckt und ein grober Ablaufplan für die zweitägigen Lehrkräftefortbildungen erarbeitet:

#### Ablauf der zweitägigen Lehrer\_innen-Fortbildung:

##### 1. Tag

- a. Fachliche Einführung in Nanodimension (und Gefahrenpotential)
- b. Fachliches Input zu BNE/Planspiel
- c. Experimentierphasen

Unterrichtliche Erprobungsphase an den teilnehmenden Schulen (ca. 10 Wochen)

##### 2. Tag

- a. Erfahrungsaustausch
- b. Hinweise zur Optimierung des Materials
- c. Überlegungen zur curricularen Verortung
- d. Beitrag zur Nachhaltigkeitsbildung

Des Weiteren wurde auf Basis eines Vorschlags des Standorts Hildesheim ein Ablaufplan für die gemeinsame Abschlusstagung (18. Mai 2018 im ZUK Osnabrück) erstellt.

## 4. Erweiterung und Durchführung der angebotenen Schülerlabore

Am Standort Hildesheim hat die verstärkte Öffentlichkeitsarbeit führte zu einer erfreulichen Resonanz, so dass zum Herbst hin eine deutliche Steigerung der Frequenz durchgeführter Schülerlabore erreicht werden konnte.

Bereits durchgeführt (jeweils zweitägig):

- zwei Teilnahmegruppen in KW 43
- eine Teilnahmegruppe in KW 44
- eine Teilnahmegruppe in KW 48

Zusätzlich stehen noch drei Termine aus, die bereits für Ende 2017 und Anfang 2018 vereinbart wurden. Da die Universität Hildesheim vermehrt Anfragen für jüngere Klassenstufen erhalten hat, wird am 19.12.2017 mit deutlich überarbeitetem Material erstmals eine eintägige Durchführung mit einem MINT-Kurs aus dem achten Jahrgang einer Realschule aus Hildesheim erprobt.

Zudem wird das Planspiel auf Wunsch nun auch an den Schulen selbst durchgeführt. Die erhöhte Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, die Ausweitung des Adressatenkreises und die Flexibilisierung des Angebots haben die Zahl der in den letzten Monaten durchgeführten und geplanten Schülerlabore deutlich erhöht.

Publikationen über das Projekt und Präsentation auf Tagungen (s.u.) führten zu einer höheren Sichtbarkeit und trugen zu einer verstärkten Dissemination bei.

Am Standort Göttingen sind vor allem die Aktivitäten an den Schulen verstärkt worden, sodass wir uns auch hier der im Arbeitsplan angegebenen Zahl an Durchführungen immer mehr annähern.

## 5. Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

### Standort Göttingen

Die im zweiten Zwischenbericht aufgeführten Anstrengungen im Bereich der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit wurden weiter verstärkt.

Im Bereich der Akquise wurden weiterhin in regelmäßigen Abstände E-Mails an 137 Schulen im Göttinger Umland geschickt. Dabei wurden alle Schulformen angeschrieben, da Nachhaltigkeit alle gesellschaftlichen Gruppen einbeziehen sollte. Auch bei Facebook ist das NanoBiNE-Projekt mittlerweile im Rahmen eines Eintrages in der Gruppe „LehrerInnen für Nachhaltige Entwicklung“ vertreten. Der Workshop der 34. Fortbildungs- und Vortragstagung der

Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh in Berlin wurde erfolgreich durchgeführt und hat für eine weitere Bekanntmachung des Projekts gesorgt. Weiterhin wurde das Projekt auf einer Fachkonferenz an der IGS Geismar vorgestellt.

Neben der geplanten Lehrerfortbildung in Kooperation mit den anderen Projektstandorten im Februar und März 2018 hat sich darüber hinaus im Rahmen einer Kooperation mit dem Verband der Chemischen Industrie eine weitere Lehrerfortbildung am 20.01.2018 ergeben.

### **Standort Hildesheim**

Neben der gemeinsamen Präsentation des Projekts im Rahmen eines Workshops auf der 34. Fortbildungs- und Vortragstagung der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh in Berlin (12. Bis 13. September 2017) wurde auf der Ideenexpo in Hannover vom 10. bis 18. Juni für das Projekt geworben. Schülerinnen und Schüler konnten einzelne Experimente vor Ort durchführen, Lehrkräfte erhielten Broschüren und auch die niedersächsische Ministerin für Wissenschaft und Kultur Frau Heinen-Kljajic besuchte den Stand.

Auch von der lokalen Presse wurde in mehreren Artikeln über das Hildesheimer Schülerlabor berichtet. Die Hildesheimer Allgemeine Zeitung stellte das Projekt am 08.08.2017 fast ganzseitig unter dem Titel „Wenn brennendes Eisen zum funkelnden Sternenregen wird“ vor. Auch im Hildesheimer Wochenblatt „Huckup“ wurde berichtet und für das Schülerlabor geworben (09.08.2017).

Anlässlich eines Vor-Ort-Besuchs an einer Laatzener Schule erschien am 04.11.2017 ein Beitrag in der Laatzener Regionalbeilage der Hannoverschen Allgemeinen Zeitung.

Die verschiedenen Presseartikel führten in den Folgetagen zu vermehrten Anfragen und auch zu einigen zusätzlichen Durchführungen.

## **6. Abschlusstagung im ZUK**

Die Abschlusstagung im ZUK wird am 18.05.2017 stattfinden. Der geplante Ablauf sei in den wesentlichen Punkten aber hier kurz dargestellt:

Zum Willkommenskaffee erwartet die Gäste ein Markt der Möglichkeiten, auf dem die verschiedenen Experimente als Stationen aufgebaut sind und verschiedene Schaubilder einen Eindruck vom Projekt vermitteln, bevor nach der offiziellen Begrüßung die „NanoBiNE“ vorgestellt wird.

Die Vorstellung des Projekts wird aus verschiedenen Perspektiven erfolgen. So wird die universitäre Perspektive mit Darstellung des BNE-Schwerpunkts ebenso Raum erhalten wie die Erfahrungen der Lehrkräfte aus den Entwicklungsgruppen. Dabei wird das Projekt als modellhafte Zusammenarbeit zwischen Universität und Schule, Theorie und Praxis, vermittelt.

Im Anschluss wird die Gäste ein NanoScience-Labor erwarten. Folgende Aktivitäten laufen dabei parallel:

- Schülerinnen und Schüler einer Osnabrücker Schule beschäftigen sich gemeinsam mit Lehrkräften mit ausgewählten Experimenten
- Lehrerinnen und Lehrer, die über das Kompetenzzentrum Osnabrück die Veranstaltung als Fortbildung besuchen, werden in einem Workshop mit dem Konzept der Verbindung von Fachinhalt und BNE vertraut gemacht.

Nach dem Mittagessen gibt es ein kurzes Blitzlicht, bei dem die Lehrkräfte und Lernenden, die sich mit den Experimenten beschäftigt haben, ihre Eindrücke schildern und Fragen stellen können.

Die Ergebnisse der Begleitforschung zur Verbindung von Technikfolgenabschätzung mit BNE, zu Zusammenhängen mit „Nature of Science“ sowie Interesse und Motivation werden vorgestellt, bevor der profilierte Physiker und „Nanoexperte“ Prof. Dr. Rainer Adelung von der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel einen Vortrag zum Thema „Frontier Science als Anregung für den Unterricht“ halten wird.

Schließlich erfolgt die feierliche Verleihung der BNE-Zertifikate an die Lehrkräfte, die das Projekt unterstützt haben, sowie die Übergabe der Nano-Koffer mit Materialien für die beteiligten Schulen.

Am frühen Abend wird sich eine projektinterne Sitzung mit der Material- und Texterstellung für die geplante Buchpublikation beschäftigen.

## 7. Begleitforschung

Die Begleitforschung am Standort Hildesheim wurde im letzten Zwischenbericht ausführlich dargestellt. Die dort vorgestellten Instrumente wurden pilotiert und werden mittlerweile bei allen Durchführungen eingesetzt.

Die erste, vorläufige Auswertung der Erhebungsbögen zeigt, dass die Instrumente geeignet sind, die dargestellten Forschungsfragen (siehe letzten Zwischenbericht) zu beantworten. Auch die weiter durchgeführten Gruppengespräche zwischen Schülerinnen und Schülern, die im Rahmen des Projektes stattfinden, liefern wertvolle Hinweise hinsichtlich der Bewertungskompetenz der Lernenden.

### Konkretisierung der Begleitforschung in Göttingen

Im letzten Zwischenbericht wurden die Schwerpunkte der Göttinger Begleitforschung ausführlich vorgestellt. Mittlerweile wurde im Rahmen des Projektes eine Masterarbeit fertiggestellt, in welcher 133 Fragebögen quantitativ und qualitativ ausgewertet wurden, sodass hier erste Ergebnisse vorliegen. Es werden sowohl der fachliche Wissenszuwachs als auch die Teilkompetenzen nach de Haan sowie mögliche

Argumentationsstrukturen bezüglich der Verwendung von Nanomaterialien in Alltagsprodukten erfasst. Darüber hinaus wird das Nachhaltigkeitsverständnis der SuS erfasst.

Ein erstes interessantes Ergebnis ist, dass die generelle Antwortrate durch den Kurs gesteigert wird, was auf eine Befähigung zur Stellungnahme durch den Kurs rund um die Themen „Nano“ und Nachhaltigkeit hinweist. Zusätzlich schätzen die SuS ihr Fachwissen im Bereich der Nanotechnologie nach dem Kurs in der untersuchten Stichprobe deutlich höher ein. Weiterhin erhöht sich nach dem Kurs das Interesse an diesen Themen und der Partizipationswille zur Mitbestimmung des Einsatzes von Nanomaterialien in Alltagsprodukten nimmt zu. Der Kurs trägt des Weiteren zu Veränderungen in den Argumentationsstrukturen in Bezug auf Nanotechnologie bei und ist ebenfalls dazu geeignet, das Nachhaltigkeitsverständnis von SuS zu erweitern. Es zeigt sich allerdings auch, dass eine einmalige Intervention nicht ausreichend ist, um dauerhafte Veränderungen zu erreichen. Die Stichprobe wird in den nächsten Monaten noch stark vergrößert werden und es werden im Rahmen einer Doktorarbeit weitere Auswertungen erfolgen.

## 8. Literatur

[1] J. Dege, N. Milsch, T. Waitz, The Potentials of Nanoscience for the Implementation of an Education for Sustainable Development in Chemistry Class, *New Perspectives in Science Education, Conference Proceedings* (ISBN: 978-88-6292-847-2), Libreriauniversitaria.it, (2017) S. 436-440.

[2] Menthe, J. & Düker, P. (2017) Schülervorstellungen sind entscheidend. Bewertungskompetenz als Bildungserfahrung. In: Rehm, M. & Parchmann, P. (Hg.), *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, Bd. 159, Nr. 3/17.

[3] Haan, Gerhard de (2008): Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Inka Bormann und Gerhard de Haan (Hg.): *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde*. 1. Aufl. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss., S. 23–43.

### Projektbezogene Links

1. <https://www.uni-goettingen.de/de/557597.html>.
2. <http://www.ohg-goe.net/index.php/archiv-leser/nanotechnologie.html>.
3. <https://www.ph-karlsruhe.de/fileadmin/bilder/abteilungen/Chemie/Nano.pdf>.

## Projekttitel: NanoBiNE Nanotechnologie im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung

**NanoBiNE**  
Nanotechnologien im  
Kontext einer Bildung  
für nachhaltige  
Entwicklung

Kooperationsprojekt der  
Universitäten Hildesheim,  
Göttingen, Oldenburg und des  
IPN in Kiel.

Aktenzeichen der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU): 32721/01



Vierter Zwischenbericht für den Projektzeitraum vom 1. Dezember 2017  
bis 31. Mai 2018



gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

### Bewilligungsempfänger:

Universität Hildesheim; Prof. Dr. Jürgen Menthe (Abteilung Chemie)

Ansprechpartner Hildesheim:

### Kooperationspartner:

- Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und der Mathematik (IPN) in Kiel; Prof. Dr. Ilka Parchmann & Dr. Tobias Plöger (Didaktik der Chemie)
- Georg-August-Universität Göttingen; Prof. Dr. Thomas Waitz (Didaktik der Chemie)
- Carl von Ossietzky Universität Oldenburg; Prof. Dr. Verena Pietzner (Didaktik der Chemie)

Stiftung  
Universität Hildesheim  
Institut für Biologie und Chemie  
Abt. Chemie  
Universitätsplatz 1  
31141 Hildesheim

Prof. Dr. Jürgen Menthe  
Fon: 05121 883-40762  
E-Mail: [menthe@uni-hildesheim.de](mailto:menthe@uni-hildesheim.de)

Anne Munk  
Fon: 05121 883-40778  
E-Mail: [munkan@uni-hildesheim.de](mailto:munkan@uni-hildesheim.de)

Peter Düker  
Fon: +49 5121 883-40760  
E-Mail: [dueker@uni-hildesheim.de](mailto:dueker@uni-hildesheim.de)

## Inhaltsverzeichnis

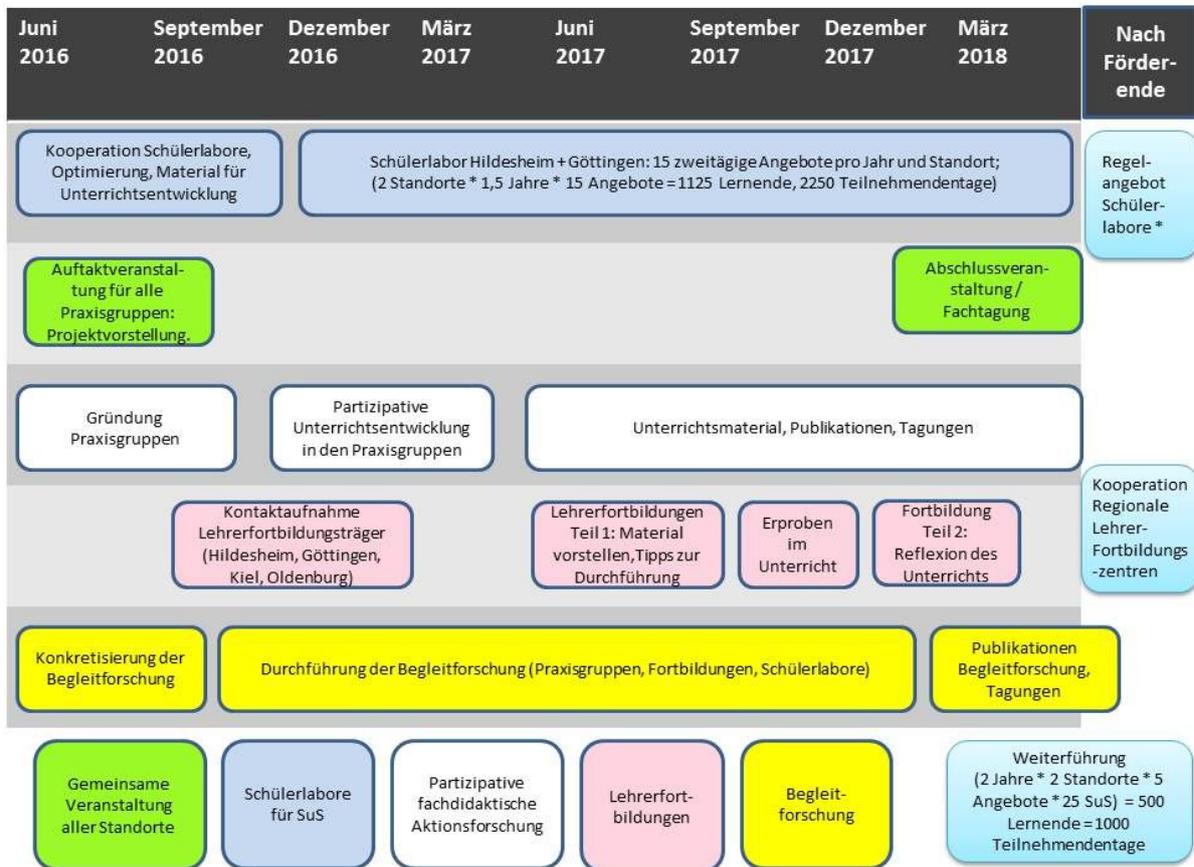
1. Zusammenfassung .....	3
2. Durchführung der Schülerlabore .....	4
3. Partizipative Aktionsforschung.....	6
4. Lehrkräftefortbildungen an den Standorten .....	6
5. Abschlusstagung im ZUK .....	8
6. Begleitforschung .....	8
7. Buchpublikation .....	12
8. Verstetigung .....	13

### Anhänge:

- Plan der Abschlusstagung
- Ankündigung der Lehrkräftefortbildung
- Evaluationen
- Fotos der Abschlusstagung

# 1. Zusammenfassung

Die Fortschritte des Projekts im Zeitraum vom 01. Dezember 2017 bis zum 30. Juni 2018 werden wie in den Zwischenberichten zuvor an Hand des Arbeitsplans dargestellt.



- Die Durchführungen der Schülerlabore an den Standorten Hildesheim und Göttingen wurden fortgesetzt (Abschnitt 2).
- Die von den Lehrer\_innengruppen entwickelten und erprobten Unterrichtseinheiten (Abschnitt 3) wurden in Lehrkräftefortbildungen disseminiert, wobei die Resonanz auf die Angebote unterschiedlich war (Abschnitt 4). Die entwickelten Unterrichtseinheiten werden auf einer Plattform interessierten Lehrkräften dauerhaft zur Verfügung gestellt.
- Die Abschlusstagung im ZUK wurde erfolgreich durchgeführt (Abschnitt 5).
- Die „NanoBiNen-Koffer“ mit allen Unterlagen zu den Schülerlabor-Experimenten, den Einheiten für den Regelschulunterricht inkl. Planspiel sowie Chemikalien und Reagenzien wurden an die beteiligten Schulen übergeben.
- Die Begleitforschung wird fortgesetzt (Abschnitt 6).
- Die Projektpublikation ist konzipiert und die Manuskripte werden in den nächsten Monaten angefertigt (Abschnitt 7).

## 2. Durchführung der Schülerlabore

Durch die verstärkte Presse- und Öffentlichkeitsarbeit und das flexiblere Angebot (teilweise eintägige Veranstaltungen, teils Besuche an Schulen) konnte die Zahl der durchgeführten Schülerlabore deutlich erhöht werden.

### Standort Hildesheim

Am Standort Hildesheim wurden weitere Schülerlabore an folgenden Terminen durchgeführt.

- 30.11 - 01.12.2017 Besuch einer Gruppe des Goethegymnasiums Hildesheim (11. Jg)
- 14.12 - 15.12.2017 Besuch eines Profilkurses des Goethegymnasiums Hildesheim (12. Jg)
- 19.12.2017 Eintägige Besuch einer Mittelstufengruppe (8.Jg) der Renata Schule Hildesheim
- 18. - 19.01.2018 Besuch von zwei Gruppen der Molitorisschule Harsum (10. Jg)
- 24. - 26..01.2018 Besuch von drei Gruppen der Robert Bosch Gesamtschule Hildesheim (11. Jg)
- 23. - 25.10.2018 Besuch von zwei Gruppen der Oscar Schindler Gesamtschule Hildesheim (10 Jg)

Zum Ende gelang es noch einmal, deutlich mehr Gruppen für das Schülerlabor zu begeistern. Dennoch blieb das Akquirieren von Kursen für das Schülerlabor schwierig. Die Gründe dafür liegen einerseits in der Überlastung der Lehrkräfte (dazu später mehr), und der Überfachlichkeit der Themen Nanotechnologie und Bildung für nachhaltige Entwicklung. Trotz unserer Versuche, die Verortung curricularer vorgegebener Inhalte in den Angeboten aufzuzeigen, war die knappe Unterrichtszeit immer wieder ein Argument, dass selbst am Projekt beteiligte Lehrkräfte diesen Sachverhalt immer wieder als Problem anführten. Es zeigt sich hier das schon aus dem Projektunterricht bekannte Problem, dass der Fächerkanon quer zu gesellschaftlichen oder technischen Problemen – und eben auch quer zu fächerübergreifenden Kompetenzen (Bewerten neuer Technologien, Bildung für nachhaltige Entwicklung) liegt. Interessanterweise begrüßen die Lehrkräfte nach der Teilnahme häufig gerade diese Besonderheit.

Ein weiterer Punkt sind schulorganisatorische Aspekte – Lerngruppen für zwei Tage aus der Schule zu bekommen betrifft dann nicht nur den Chemieunterricht, sondern eine Vielzahl weiterer Fächer und Kollegen. Eine Schlussfolgerung ist, dass wir für weitere Projekte die Angebote ganz oder teilweise an die Schulen verlagern würden. Damit geht

zwar der Aspekt des Universitätsbesuchs verloren, die Veranstaltungen wären aber seitens der Schule sehr viel leichter zu organisieren.

Neben der Verlagerung an Schulen (siehe 3. Zwischenbericht) war eine Reaktion war eine Reaktion auf die geringe Nachfrage der Versuch, den Adressatenkreis zu erweitern, indem auch jüngere Schüler/innen eingeladen werden. Ein Beispiel ist die Durchführung vom 19.12.2017 mit Schülerinnen und Schülern eines MINT-Kurses aus dem achten Jahrgang der Renata Schule, einer Hildesheimer Realschule. Die meisten Experimente konnten didaktisch so stark reduziert werden, ohne dass der Ertrag – die Einsicht in einige Eigenschaften nanoskaliger Stoffe (z.B. die erhöhte Reaktivität) dabei verloren ging.

Selbst die Vorstellung der Waschmaschine und die Frage ihrer Umweltverträglichkeit und möglicher gesundheitlicher Folgen konnte andiskutiert werden, obgleich das Planspiel aufgrund der eintägigen Veranstaltung stark gekürzt werden musste. Interessant ist diese Durchführung vor allem deshalb, weil in diese reduzierte Durchführung wichtige Impulse aus der Lehrerarbeitsgruppe einfließen.<sup>1</sup>

Maßnahmen zur Steigerung der Anzahl an durchgeführten Schülerlaboren, die den genannten Faktoren entgegenwirken könnten, sowie ihre Wirksamkeit wurden im letzten Bericht dargestellt.

### **Standort Göttingen**

Ähnlich wie am Standort Hildesheim gestaltete sich die Akquise von Schülergruppen über den gesamten Zeitrahmen des Projekts aufgrund schulischer Terminengpässe schwierig, sodass neben den Schülerlaboren vor Ort auch Schülerlabore an Schulen durchgeführt wurden (NanoBiNE on Tour). Dieses Modell wurde sehr positiv von den Schulen wahrgenommen und auch angenommen. Aus zeitlichen Kapazitäten von Schulseite aus wurde der 2-Tages-Kurs lediglich einmal angewählt, nach Bewerbung des Labors mit einer 1-Tage-Option nahm dies deutlich an Attraktivität zu, sodass am Standort Göttingen die im Projektantrag avisierten Schülerinnenzahlen nahezu erreicht werden konnten.

Folgende Durchführungen fanden in den letzten sechs Monaten der Projektlaufzeit statt:

- 08.12.2017: Theodor-Heuss-Gymnasium, Göttingen (9. Jg)
- 13.12.2017: IGS Göttingen (12. Jg)
- 15.12.2017: Brüder-Grimm-Schule Eschwege, NanoBiNE on Tour (9. Jg)

---

<sup>1</sup> Auf das Planspiel wurde in diesem Zusammenhang jedoch verzichtet. Da im Rahmen der Lehrerarbeitsgruppen Unterrichtseinheiten erst ab dem 10. Jahrgang entwickelt wurden, schien eine weitere Reduzierung des Planspielmaterials für eine achte Klasse nicht sinnvoll.

- 12.01.2018: Otto-Hahn-Gymnasium Göttingen (10. Jg)
- 26.01.2018: IGS Göttingen (9. Jg)
- 29.01.-30.01.2018: Geschwister-Scholl-Schule Melsungen (11./12. Jg)
- 15.02.2018: Campe-Gymnasium Holzminden (10. Jg)

### **3. Partizipative Aktionsforschung**

In den folgenden Unterkapiteln wird die partizipative Aktionsforschung an den Standorten Hildesheim und Göttingen ausführlicher beschrieben.

#### **Partizipative Aktionsforschung an der Universität Hildesheim**

Die Unterrichtseinheiten für den Regelschulunterricht wurden von der Lehrer\_innengruppe in Hildesheim im Januar 2018 fertiggestellt. Wie erläutert haben sich aus der Gruppe zwei Untergruppen gebildet, von denen eine sich an einer Anpassung des Materials für den Regelunterricht in der gymnasialen Oberstufe widmete, während die andere Teilgruppe

Es handelt sich um eine Unterrichtseinheit für den 10. Jahrgang und eine Einheit für die Oberstufe (12./13. Jg.). Die Einheiten sind wesentlicher Bestandteil der Lehrkräftefortbildungen, die ab Februar 2018 an verschiedenen Standorte angeboten wurden.

#### **Partizipative Aktionsforschung an der Universität Göttingen**

Wie bereits im letzten Zwischenbericht dargestellt wurde ein alternatives methodisches Vorgehen zur partizipativen Aktionsforschung am Standort durchgeführt. Die Rückmeldungen der Lehrkräfte wurden in den aktuellen Überarbeitungen der Kursmaterialien berücksichtigt und in Lehrerfortbildungen disseminiert. Das Design der Lehrerfortbildungen als auch die überarbeiteten Materialien wurden insgesamt sehr positiv beurteilt (siehe Anlage Evaluation der Lehrerfortbildung).

### **4. Lehrkräftefortbildungen an den Standorten**

Die durch den intensiven Austausch der Standorte erarbeiteten Unterrichtskonzepte wurden auf dem Projekttreffen im November 2018 gemeinsam diskutiert und optimiert. Im Anschluss wurden daraus Fortbildungskonzepte entwickelt, die in Zusammenarbeit mit den regionalen Lehrkräftefortbildungsträgern ausgeschrieben wurden. In Hildesheim wurde dazu mit dem Kompetenzzentrum für regionale Lehrkräftefortbildung kooperiert, in Göttingen mit dem Netzwerk Lehrkräftefortbildung Göttingen, in Oldenburg mit dem Lehrerfortbildungszentrum Bremen-Oldenburg und in Kiel mit der Kieler Forschungswerkstatt. Folgende Veranstaltungen wurden angeboten bzw. durchgeführt:

	angeboten	durchgeführt
Universität Hildesheim	In Hildesheim wurde die Veranstaltung über die VEDAB sowie interne Verteiler angeboten. Neben den regulären Teilnehmenden konnte ein komplettes Studienseminar (Referendarsausbildung) zur Teilnahme gewonnen werden.	Durchführung Labortag und Planspiel am 28.02.  Austausch über Erprobung im Rahmen der Abschlusstagung.
Universität Göttingen	Insgesamt wurden vom Standort vier, Lehrkräftefortbildungen angeboten <ul style="list-style-type: none"> <li>- zweimal in Göttingen,</li> <li>- einmal in Karlsruhe,</li> <li>- einmal in Neustadt);</li> <li>- eine weitere Fortbildung in Speyer ist im Oktober geplant.</li> </ul>	Zwei Fortbildungen wurden durchgeführt (Göttingen und Neustadt);  Zwei Fortbildungen wurden aufgrund zu geringer Teilnehmerzahlen abgesagt.
IPN Kiel	Fortbildung wurde in die Nano-Summer-School integriert (13.-15-08.2018 in der Kieler Forschungswerkstatt).  Zuvor wurde die Fortbildung zweimal (am 28.02.2018 und am 14.05.2018) angeboten.	Erfolgreich durchgeführt.  Veranstaltung wurde aufgrund zu geringer Teilnehmerzahlen abgesagt
Universität Oldenburg	Fortbildung wurde über das Lehrerfortbildungszentrum Bremen Oldenburg für den 03.02. angeboten.  Wiederholungsangebot kam aufgrund besonderer persönlicher Umstände nicht mehr zustande.	Veranstaltung wurde aufgrund zu geringer Teilnehmerzahlen abgesagt

Teilweise konnten angebotene Fortbildungen aufgrund zu geringer Resonanz nicht durchgeführt werden. Als externe Gründe hierfür kommen eine starke Ressourcenbindung der Lehrkräfte durch bildungspolitische Vorgaben (Inklusive Schule; Sprachförderung) sowie der aktuelle Lehrkräftemangel in Niedersachsen in

Betracht. Rücksprachen mit den verschiedenen Fortbildungsträgern unterstützen den Eindruck, dass aktuell Fortbildungen hinsichtlich der bildungspolitischen Schwerpunkte besucht werden, für darüberhinausgehende Qualifikationen aber wenig Zeit bleibt. Dass die Konzeption der Fortbildung zwei Termine mit dazwischenliegender Erprobungsphase vorsah, mag das Problem noch verstärkt haben.

Ein interner Grund könnte in der durch die jeweilige Rolle innerhalb des Projekts bedingten unterschiedlichen Vernetzung mit den Schulen und Lehrkräften in der Region liegen. Es zeigte sich in Hildesheim und Göttingen, dass die gemeinsame Arbeit von Fachdidaktikern der Universität und den Lehrkräften in den Arbeitsgruppen nicht nur von allen Beteiligten sehr positiv bewertet wurde, sondern auch die Vernetzung zwischen Universität und Schule erheblich verbesserte. Bei Projekten, die auf eine Praxisimplementierung zielen, würde dies die Methode der partizipativen fachdidaktischen Aktionsforschung empfehlen.

Trotz der schwierigen Rahmenbedingungen und der teils geringen Resonanz konnten durch Angebote in anderen Formaten (GDCh Tagung, Kooperationen mit anderen Kompetenzzentren (Hannover, Osnabrück) mehr Fortbildungen durchgeführt werden, als im Antrag in Aussicht gestellt.

## **5. Abschlusstagung im ZUK**

Die Abschlusstagung im Zentrum für Umweltkommunikation in Osnabrück fand am 18. Mai 2018 statt und folgte der im letzten Zwischenbericht dargelegten Struktur. Knapp 55 Teilnehmende nutzten die Möglichkeit, sich über das Projekt zu informieren. Sie erhielten Einblick in die Ziele des Projekts sowie in erste Befunde aus der Begleitforschung. Darüber hinaus konnten die Teilnehmenden an Experimentierstationen auf dem Markt der Möglichkeiten selbst die Versuche der verschiedenen Standorte durchführen. Auch eine Gruppe Schülerinnen war eingeladen, die Experimente durchzuführen und zu kommentieren. Dem Vortrag von Rainer Adeling zu Nanotechnologien folgte die feierliche Übergabe der Zertifikate und der „NanoBiNEn-Koffer“ an die Lehrkräfte der beteiligten Schulen.

Ein Ablaufplan mit den einzelnen Programmpunkten hängt dem Bericht an.

## **6. Begleitforschung**

**Begleitforschung Hildesheim:**

Bewertungskompetenz und BNE

Bei den Schülerlaboren in Hildesheim wurden zwei unterschiedliche Fragebogen eingesetzt. Ein erster früher Fragebogen erfasste u.a. die Einstellung zur

Nanotechnologie der Waschmaschine vor und nach dem Planspiel inklusive Begründung in einem offenen Antwortformat. Die hohe Zahl der Meinungswechsel und die begleitende Verschiebung in den Argumenten erlaubten die Schlussfolgerung, dass durch das Planspiel im Schülerlabor eine rational abwägende Urteilsfindung begünstigt und gefördert wird.

Der zweite Fragebogen, der etwa ab Januar 2017 eingesetzt wurde, enthält Items zu Bewertungsprozessen, zu BNE und zur Natur der Naturwissenschaften sowie eine Abfrage persönlich leitender und normativ wünschenswerter Kriterien bei verschiedenen Kaufentscheidungen. Dieser Fragebogen wird weiterhin verwendet, da die quantitative Auswertung eine breitere Datenbasis erfordert. Im Folgenden werden daher lediglich vorläufige Ergebnisse dargestellt:

1. Das Planspiel scheint eine Berücksichtigung von Kriterien einer BNE bei den Angaben zu persönlich bei Kaufentscheidungen leitenden Kriterien zu begünstigen.
2. Die Lernenden unterscheiden bereits vor dem Planspiel sehr genau zwischen Kriterien, die bei einer Kaufentscheidung berücksichtigt werden sollten und jenen, die sie tatsächlich berücksichtigen.
3. Bei den wünschenswerten Kriterien werden Kriterien einer BNE vor wie nach dem Planspiel in vergleichbarer Häufigkeit genannt.

Diese Befunde sind anschlussfähig an den Stand der Forschung zum Einfluss von Gefühlen und Intuitionen bei Entscheidungen im persönlichen lebensweltlichen Bereich, bestätigen aber auch die Möglichkeit, über Planspiele zur Technikfolgenabschätzung die (Teil-)Kompetenz der rationalen Urteilsfindung zu fördern. Im Falle der Waschmaschine mit Nanotechnologie sind kaum interferierende Gefühle und Intuitionen zu erwarten.

Im Folgenden wäre danach zu fragen, wie im persönlichen Lebensbereich eine stärkere Berücksichtigung von Kriterien einer BNE erreicht werden könnte. Zwar scheint das Planspiel in diesem Sinne begrenzt wirksam, diese Effekte können aber auch durch soziale Erwünschtheit erklärt werden. Detaillierter wird dieses Phänomen gegenwärtig im Rahmen einer Masterarbeit untersucht.

### Natur der Naturwissenschaften

Die bisherige Auswertung der Items zum Naturwissenschaftsverständnis beim zweiten Fragebogen steht im Widerspruch zu Befunden aus dem ersten Fragebogen. Viele Schülerinnen und Schüler äußerten in den offenen Antwortformaten des ersten Bogens ein großes Vertrauen in die naturwissenschaftliche Forschung. Eine prominente Lösung der Entscheidungsfrage lag in der Delegation an die Forschung. Die Zuversicht, dass die Forschung bei innovativen Technologien zu eindeutigen und

widerspruchsfreien Ergebnissen gelangen könne, die dann die gefahrlose Anwendung oder eben ein Verbot nahelegten, ist jedoch kein angemessenes Verständnis von der Natur der Naturwissenschaften. Im zweiten Fragebogen wurden Items zur Erfassung dieses Verständnisses aus einem etablierten Testinstrument übernommen. Hier ergab sich ein weitgehend zutreffendes Verständnis von der Natur der Naturwissenschaften. Dem Verdacht, dass diese unterschiedlichen Befunde der Verschiedenheit der Erhebungsmethoden geschuldet sind, wird nachgegangen.

Insgesamt gilt, dass die Auswertung der Daten zur Begleitforschung noch nicht abgeschlossen ist. Die Darstellung der vollständigen Befunde erfolgt im Rahmen der Projektpublikation.

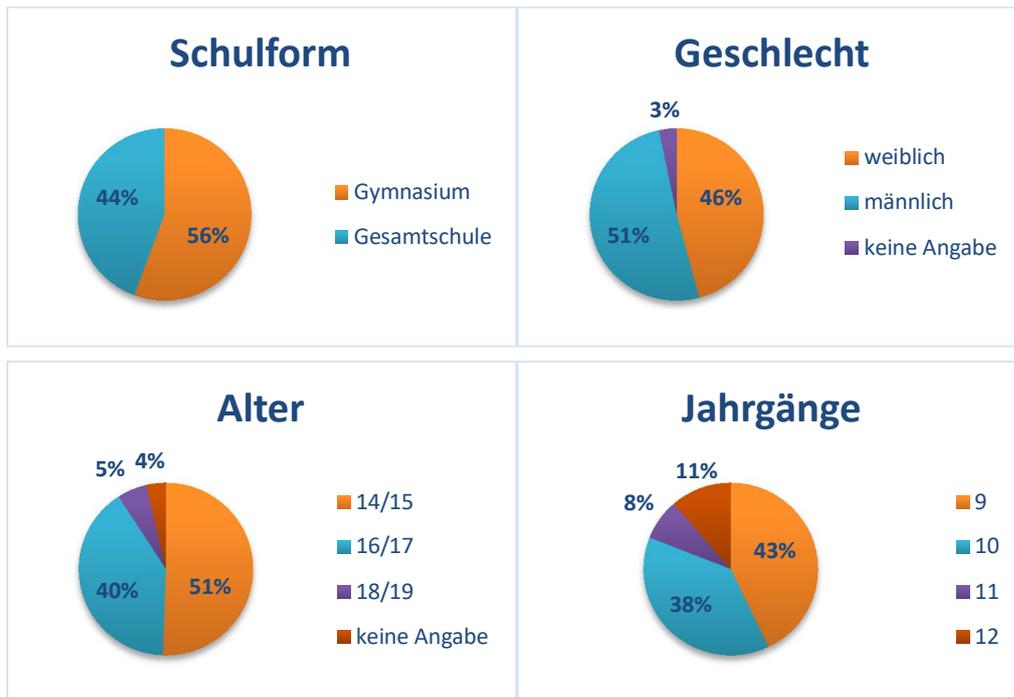
### **Begleitforschung Göttingen**

Bis zum Projektende haben an der in den vorherigen Zwischenberichten beschriebenen fachdidaktischen Begleitforschung insgesamt 273 Schülerinnen und Schüler aus Niedersachsen und Hessen teilgenommen. Die 22 zu beantwortenden Items des Pre- und Posttests sollten auf folgende zentralen Fragestellungen eingehen:

1. Ist das selbsteingeschätzte Fachwissen bezüglich Nanotechnologie und Nachhaltigkeit gestiegen?
2. Ist das Interesse und der Partizipationswille im Bereich Nanotechnologie und Nachhaltigkeit gestiegen?
3. Haben sich die Einstellungen zur Nanotechnologie und zur Nachhaltigkeit durch den Kurs verändert?

Zusätzlich wurde in einem Follow-Up Test, der in der Regel 4-6 Wochen nach Durchführung des Kurses stattfand, in acht Items erhoben, inwieweit sich die Einstellungen in Bezug auf die Nanotechnologie und Nachhaltigkeit einige Zeit nach der Absolvierung des Kurses verändert haben. Die Rücklaufquote beläuft sich für den Follow-Up Test auf 77,7 %.

Folgende Charakteristika ergaben sich für die Zusammensetzung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Erhebung:



Es ist zu erkennen, dass ein Großteil der Schülergruppen der Mittelstufe (Klasse 9 und 10) zuzuordnen ist, die Zusammensetzung bzgl. der Schulform (Gymnasium/Gesamtschule) und des Geschlechts sind annähernd bei einer 50/50-Verteilung.

Als ein allgemeines, äußerst positives Ergebnis konnte festgestellt werden, dass sich im Verlauf von Pre- zu Posttest die durchschnittliche Antwortrate signifikant erhöht hat. Im Pretest wurde im Schnitt in 43,3 % der Fälle die Auswahlmöglichkeit „Weiß ich nicht“ angekreuzt; im Posttest konnte dieser Wert auf 11,1 % reduziert werden. Den Schülerinnen und Schülern fällt es demnach leichter, sich nach dem Kurs bzgl. der angeführten Fragestellungen zu positionieren und eine Bewertung abzugeben. Dies zeigt, dass die Schülerinnen und Schüler im Sinne einer BNE durch den Kurs dazu vermehrt befähigt wurden, Entscheidungen zu treffen.

In Bezug auf die drei oben angeführten Fragen habe sich folgende Änderungen ergeben (Graphische Darstellung siehe Anhang). Die fünfskalige Likertskala der Zustimmung reichte von 1 (trifft gar nicht zu) bis 5 (trifft voll und ganz zu).

1. Die Schülerinnen und Schüler wissen am Ende des Kurses vermehrt, in welchen Alltagsprodukten Nanomaterialien verwendet werden (Steigerung des Durchschnittswertes der Zustimmung von 2,74 auf 4,30) und weshalb dies der Fall ist (Steigerung von 2,40 auf 4,18).
2. Am Ende des Kurses möchten die Schülerinnen und Schüler sowohl verstärkt mitbestimmen, ob Nanomaterialien in Alltagsprodukten verwendet werden

(Erhöhung des Durchschnittswertes der Zustimmung von 3,16 auf 3,) als auch ihr Umwelt über mögliche Risiken aufklären (Erhöhung von 3,62 auf 4,04).

3. Nach Beendigung des Kurses können die Schülerinnen und Schüler verstärkt Zusammenhänge zwischen der Nanotechnologie und der Nachhaltigkeit erkennen. So erhöhte sich die Zustimmung der Durchschnittswert zur Aussage „Mir ist bewusst, dass die Konsequenzen von der Eintragung von Nanomaterialien in die Umwelt nicht vollständig geklärt sind.“ von 3,27 auf 4,52; die Zustimmung zur Aussage „Durch Nanotechnologie werden viele neue Arbeitsplätze geschaffen“ stieg von 3,55 auf 4,11.

Neben diesen Items wurden weitere Aussagen erhoben, welche in naher Zukunft einer Publikation veröffentlicht werden. Insgesamt kann direkt nach dem Kurs eine positive Bilanz bzgl. der Wirkung des Kurses gezogen werden.

Der Follow-Up Kurs zeigt allerdings, dass einmalige Interventionen häufig nicht ausreichend sind, um dauerhaft einen Einfluss auf die Einstellungen von Schülerinnen und Schüler zu nehmen. So ergaben die Antworten auf die Aussage „Seit dem Kurs konsumiere ich Produkte mit Nanomaterialien häufiger, weniger oder gleichbleibend“, dass von 85 % der Schülerinnen und Schüler einen gleichbleibenden Konsum wie vor dem Kurs aufweisen. Von diesem Anteil gaben etwa 42 % an, dass sie nicht darauf achten, weil sie an der Thematik nicht interessiert seien. Ähnliche Ergebnisse liefern die anderen Items des Follow-Up-Tests.

## 7. Buchpublikation

Die Projektgruppe hat gemeinsam ein Konzept für die Abschlusspublikation erstellt, die folgenden Arbeitstitel trägt: Nanotechnologie im Kontext Bildung für nachhaltige Entwicklung. Anregungen für einen politischen Chemieunterricht.

Die Publikation wird im Waxmann Verlag erscheinen, mit dem bereits ein Vertrag über die Veröffentlichung abgeschlossen wurde und wird etwa 128 Seiten umfassen. Die Publikation soll die zentralen Ergebnisse des Projekts einer interessierten Öffentlichkeit näher bringen. Sie gliedert sich wie folgt:

### I. Theoretische Rahmung

- Bildung für nachhaltige Entwicklung im Chemieunterricht (Technikfolgenabschätzung, Bewertungskompetenz, Bezug Nanotechnologie)
- Implementation fachdidaktischer Impulse in die Schule: Vom Schülerlabor in den Regelunterricht (Kurzvorstellung des Projekts im Sinne des Modellversuchs, was lässt sich übertragen, was nicht, BNE-Nanocoaches, Materialweitergabe durch BNE-Nano-Koffer, Internetplattform)

- Öffentlichkeitsarbeit in der Wissenschaft: Der Sonderforschungsbereich „Funktion durch Schalten, die Klick-Labore und die Zusammenarbeit mit Schulen
- Spitzenforschung und Chemieunterricht: Forschung an nanoskaligen Zinkoxiden, Vortrag von Prof. Rainer Adlung auf der Abschlusstagung in Osnabrück

## II. Kooperation Schule - Hochschule

- Zusammenarbeit im Rahmen der Partizipativen fachdidaktischen Aktionsforschung, Erstellung von Unterrichtsmaterial, Erfahrungsberichte und Interview von / mit Lehrkräften.
- Erfahrungen aus dem Besuch der Schülerlabore

## III. Wirksamkeit der Schülerlaborangebote

- Wie wirkt sich der Besuch des Schülerlabors auf das Bild der Lernenden von der Natur der Naturwissenschaften (Nature of Science) aus?
- Eignet sich das Procedere der Technikfolgenabschätzung, um die Relevanz von Fachinhalten zu aufzuzeigen und die Bewertungskompetenz zu fördern? Technikfolgenabschätzung als Vehikel, sinnstiftende Kontexte für rationale Aushandlungsprozesse usw.
- Wie wirkt sich der Besuch des Schülerlabors auf das Fachinteresse und die Motivation von Lernenden am Chemieunterricht aus (Göttingen)

## IV. Anhang: Erläuterung des auf den Seiten der Universität Hildesheim online verfügbaren Materials

- Alles sauber und frisch dank Nano? Das Schülerlabor in Hildesheim
- Das Schülerlabor in Göttingen
- Das Schülerlabor in Kiel
- Angepasste Unterrichtseinheiten

Auf Grund der noch anhaltenden Begleitforschung erscheint ein Erscheinungstermin im Frühjahr 2019 realistisch.

## 8. Verstetigung

Um den nachhaltigen Einsatz der Materialien an den Schulen sicherzustellen, wurden Materialkoffer erstellt. Die Koffer enthalten all die Chemikalien und Hilfsmittel, die für die Durchführung der Schülerlabor- und Unterrichtsversuche nötig sind und die in einer typischen Schulsammlung nicht vorhanden sind. Zudem werden dort alle Versuchsvorschriften in digitaler Form hinterlegt. Mit den NanoBiNE-Koffern, durch die

das Projekt im Wortsinn an die Schulen getragen wird, soll vor allem die Anwendung des Materials von weiteren Lehrkräften erleichtert werden. Die fortgebildeten Lehrkräfte werden auf diese Weise in ihrer Rolle als „BNE-Nanocoaches“ unterstützt.

Neben der Verstärkung des Angebots an den Standorten selbst wurde eine Kooperation mit dem neuen Schülerforschungszentrum XPLORE in Hildesheim aufgebaut. Dort sollen Schüler/innen Angebote im MINT-Bereich erhalten, die Universität wird einige dieser Nachmittagsveranstaltungen inhaltlich gestalten. Seitens der Abteilung Chemie wird eines der Angebote das Nanoscience-Projekt sein. Ein erster gemeinsamer und sehr werbewirksamer Auftritt in diesem Zusammenhang war der Stand des NanoBiNE-Projekts auf dem 22. Regionalwettbewerb von „Schüler Experimentieren“ am 22-24. Februar 2018 in der Halle 39 in Hildesheim.

## Projektbezogene Links

1. Projekthomepage Hildesheim

<https://www.uni-hildesheim.de/fb4/institute/biologie/abteilung-chemie/projekte-schuelerlabore/nanobine/>

2. Unterrichtsmaterial

<https://www.uni-hildesheim.de/fb4/institute/biologie/abteilung-chemie/projekte-schuelerlabore/unterrichtseinheiten-fuer-die-schule/>

3. Projekthomepage Göttingen

<https://www.uni-goettingen.de/de/557597.html>

4. Kooperationsschulen

<http://www.haz.de/Umland/Laatzten/Nachrichten/AES-Schueler-schluempfen-fuer-Planspiel-zu-Nano-Technologie-in-die-Rolle-von-Fachleuten>

<http://www.ohg-goe.net/index.php/archiv-leser/nanotechnologie.html>

5. Beispiele Fortbildung GDCh, VCI

<https://www.ph-karlsruhe.de/fileadmin/bilder/abteilungen/Chemie/Nano.pdf>

[https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk\\_und\\_Strukturen/Fachgruppen/Chemieunterricht/PDF/FGCU\\_Programm\\_2017.pdf](https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Chemieunterricht/PDF/FGCU_Programm_2017.pdf)

<https://www.vci-nord.de/fileadmin/vci-nord/Bilder/bildung/ChemBoxX-03-2017.pdf>