

Von Nobelpreisträger/innen und ihrer Forschung lernen

Wissenschaftsverständnis in der naturwissenschaftlichen Bildung fördern

STEFAN SCHWARZER – SOPHIE KURSCHILDGEN – DOMINIK DIEKEMPER – TOBIAS BINDER – ELVIRA SCHMIDT – KERSTIN KREMER

Die Lindauer Nobelpreisträgertagung bringt seit über 70 Jahren Nobelpreisträger/innen mit jungen Wissenschaftler/innen zusammen. Die Veranstaltung, die jährlich zwischen den Naturwissenschaften wechselt, ermöglicht so den intergenerativen Austausch. Auch Lehrkräfte profitieren unter anderem im Rahmen eines Workshops von der Lindauer Tagung.

1 Wissenschafts- und Bildungsförderung durch die Lindauer Nobelpreisträgertagung

Seit über sieben Jahrzehnten treffen sich jährlich Nobelpreisträger/innen zum wissenschaftlichen Dialog und unter dem Leitmotiv „Educate. Inspire. Connect.“ (Abb. 1). Ein solches Treffen fand im Sommer 2024 zwischen 26 Nobelpreisträger/innen und 626 Nachwuchswissenschaftler/innen statt. Die 73. Lindauer Nobelpreisträgertagung, die sich im Jahr 2024 dem Schwerpunkt Physik widmete und in diesem Jahr die Chemie adressierte, bietet seit 1951 eine einzigartige Gelegenheit, um „den wissenschaftlichen Dialog zwischen den Generationen und Kulturen zu fördern“ (Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings, 2025a).



Abb. 1. Logo der Lindauer Nobelpreisträgertagung

Studierende, Doktorierende und Post-Doktorierende nehmen im Rahmen der Lindauer Tagung an verschiedenen wissenschaftlichen Austauschformaten wie Posterpräsentationen, Vorträgen und Diskussionsrunden auf der beschaulichen Insel Lindau im Bodensee teil. Dabei treten sie in einen direkten Austausch mit ihren wissenschaftlichen und persönlichen Vorbildern. In den sozialen Medien lässt sich jedes Jahr gut verfolgen, mit welcher Vorfreude junge Wissenschaftler/innen aus der ganzen Welt der einwöchigen Veranstaltung in Lindau entgegenfeiern und das Treffen mit Laureaten wie ADA E. YONATH, HARTMUT MICHEL oder STEFAN W. HELL wertschätzen.

Die Idee für die Lindauer Tagung stammt von GUSTAV PARADE, der am Lindauer Kreiskrankenhaus tätig war. Intention war es, der durch den Nationalsozialismus entstandenen Isolation der deutschen Wissenschaft entgegenzutreten. Nach einer Tuberkulose-

Tagung im Jahre 1949 begannen PARADE und KARL HEIN, der zu der Zeit Lindauer Stadtrat und praktizierender Gynäkologe war, eine Tagung zu planen, bei der auch Nobelpreisträger/innen der Medizin eingeladen werden sollten. Sie erhielten Unterstützung von LENNART GRAF BERNADOTTE, einem Angehörigen des schwedischen Königshauses, der auf der Insel Mainau wohnte. Heute setzt BETTINA GRÄFIN BERNADOTTE die Unterstützung für die Nobelpreisträgertagungen in Lindau in der dritten Generation an der Spitze des Kuratoriums für die Nobelpreisträgertagungen fort.

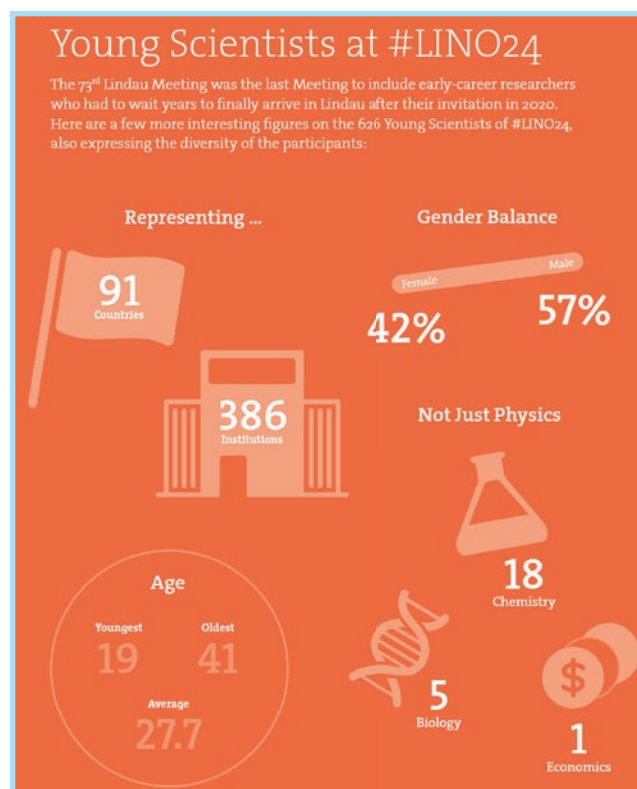


Abb. 2. Zusammensetzung der Nachwuchswissenschaftler/innen auf der Nobelpreisträgertagung Lindau 2024 (Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings, 2024)

Die inhaltliche Ausrichtung der Veranstaltung wechselt jährlich entsprechend der drei wissenschaftlichen Nobelpreisdiszipli-

nen Chemie, Physik und Physiologie/Medizin. Ergänzend wird alle drei Jahre eine Tagung der Wirtschaftswissenschaften sowie alle fünf Jahre eine interdisziplinäre Tagung durchgeführt. Neben den jährlich wechselnden jungen Wissenschaftler/innen (Abb. 2) kommen die Nobelpreisträger/innen z. T. seit vielen Jahren immer wieder auf die Bodenseeeinsel, um sich mit jungen Menschen sowie Kollegen/innen auszutauschen.

Mit der *Mission Education* hat sich eine ganzjährige Aktivität etabliert, um die Relevanz von Wissenschaft in Bildung und Gesellschaft zu verdeutlichen sowie zu fördern. Dazu gehören die sicherlich an vielen Schulen vorhandenen *Nobel Poster*, innovative *Nobel Labs 360°*, die einen Rundumblick in die Forschungslabore von Nobelpreisträger/innen eröffnen und *Teaching Guides* mit konkreten Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe I und II sowie für die berufliche Bildung. Die kostenlosen Materialien umfassen Themen wie „Bevölkerungswachstum und Klimawandel – Zukunftsfragen der Menschheit“, aber auch konkrete Inhalte wie „Kohlenstoff: Das chemisch vielseitigste Element“. Die *Nobel Poster* sind als A3-Drucke auch als Klassensätze unentgeltlich zu beziehen, z.B. für den Nobelpreis Chemie 2023 zum Thema „Ihre Entdeckung brachte Farbe in die Nanotechnologie“ (Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings, 2025b). Als multimediales Dach der beschriebenen Formate fungiert die *Mediatheque*, die als digitale Plattform zudem alle Vorträge oder zumindest Audiomitschnitte vergangener Laureaten/innen sowie deren Lebensläufe bereitstellt.

Ergänzend führen *Science Trails* Besucher/innen vor Ort und virtuell über die Lindauer Insel und das Umland, um mehr über Nobelpreisträger:innen, ihre Forschungsergebnisse und das Wirken in die Gesellschaft zu erfahren.

Ein wesentliches Element der *Mission Education* stellt der seit 2011 jährlich durchgeführte Workshop *Teaching Spirit* dar. Lehrkräfte aus Deutschland, Österreich und der Schweiz werden hierfür durch Partner/inneninstitutionen der Nobelpreisträger/innentagung für eine Teilnahme vorgeschlagen. In jedem Jahr werden etwa 20 Lehrkräfte nach Lindau eingeladen, um drei Tage lang nicht nur am Workshop *Teaching Spirit*, sondern auch an Vorträgen der Nobelpreisträger/innen und am wissenschaftlichen Rahmenprogramm der Tagung zu partizipieren. Von 2012 bis 2016 wurde der Workshop *Teaching Spirit* von der Abteilung Didaktik der Chemie des Kieler Leibniz-Instituts

für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) ausgerichtet (Abb. 3). So lautete damals ein Leitthema zur Begabungsförderung „Die Nobelpreisträger von morgen?“. Dieser Frage wurde sich anhand eines Impulsvortrags, wie sich Schüler/innen in den Naturwissenschaften innerhalb und außerhalb der Schule am besten unterstützen lassen, genähert.



Abb. 3. WILFRIED WENTORF experimentiert mit Chemielehrkräften während des *Teaching Spirit* 2013 (Foto: Kuratorium der Nobelpreisträgertagung Lindau)

Tabelle 1 gibt Einblicke in die Inhalte der Impulsvorträge, die im Rahmen der Workshops in der Vergangenheit gehalten wurden.

Ergänzend eröffneten thematisch zu den Vorträgen passende Experimentierstationen Einblicke in Schulexperimente zu Themen wie Nanotechnologie (BETHKE et al., 2017) oder Metaorganismen (CLAUSSEN et al., 2020).

Ab dem Jahre 2017 wurde das Austauschformat von der Chemiedidaktik an der LMU München und seit 2022 von der Chemiedidaktik an der Universität Tübingen im Rahmen eines Kooperationsprojektes zusammen mit der Biologiedidaktik an der Universität Gießen organisiert (siehe Kapitel 2). Die experimentellen und materialbasierten Schwerpunkte des Workshops folgen dabei den bereits erwähnten jährlich wechselnden Nobelpreisdisciplinen, wobei zur Ausgestaltung fachspezifisch mit anderen MINT-Didaktiken, z.B. der Physikdidaktik an der LMU München, zusammengearbeitet wird.

Jahr	Vortragstitel
2013	Die Nobelpreisträger/innen von morgen? Impulse zur Förderung naturwissenschaftlicher Talente.
2014	Was macht man eigentlich, wenn man Naturwissenschaftler/in wird? Von Schüler/innenvorstellungen zum breiten Tätigkeitsspektrum moderner Wissenschaft.
2016	Was ist Wissenschaft? Impulse zur Förderung von naturwissenschaftlichem Arbeiten in Schule und Schülerlabor.
2017	Aktuelle Forschung trifft Schule am Beispiel Silicone und Nanotechnologie.
2019	Kontextorientierung und Einsatz digitaler Werkzeuge am Beispiel Umwelt-Sensorik.

Tab 1. Beispielhafte Titel der Impulsvorträge im Rahmen der *Teaching Spirit* Workshops vor der Unterbrechung bedingt durch die Corona-Pandemie

2 Teaching Spirit 2.0 – Nobelpreisträger/innen und ihre Themen für im naturwissenschaftlichen Unterricht

Seit dem Jahr 2022 wird der Workshop unter dem Projekttitel *Teaching Spirit 2.0* zusammen mit dem Kuratorium der Lindauer Nobelpreisträgertagung forschungsbasiert weiterentwickelt. Das Projekt soll der aktuellen gesellschaftlichen Umbruchsituation, in der dynamischer als je zuvor wissenschaftliche Ergebnisse und Praktiken relevant werden, Rechnung tragen. Wissenschaftliche Ergebnisse und Theorien sind zunehmend frei im Internet verfügbar (*Open Science*) und werden zudem vielfach über digitale Medien in die Gesellschaft kommuniziert. Zugleich werden über soziale Medien Fehlinformationen zu wissenschaftlichen Themen ungefiltert verbreitet und müssen im Unterricht kritisch bewertet werden (HÖTTECKE & ALLCHIN, 2020). Aussagen wie „5G ist schuld an Corona!“ begegnen uns im Alltag immer wieder. Auch wenn Mobilfunknetze nachweislich keine grippeähnlichen Symptome hervorrufen, verbreiteten sich solche Behauptungen insbesondere während der Corona-Pandemie über soziale Netzwerke rasend schnell (Bundesamt für Strahlenschutz, 2020). Folglich ist eine der aktuellen Herausforderungen, vor der Bildung, Schule und der naturwissenschaftliche Unterricht im 21. Jahrhundert stehen (OSBORNE & ALLCHIN, 2024), einen angemessenen Umgang mit einer wachsenden Anzahl an wissenschaftlichen Fehlinformationen zu finden. Bezogen auf den Schulunterricht kann festgestellt werden, dass Schüler/innen vermehrt soziale Medien als Informationsquelle nutzen, in denen (wissenschaftliche) Inhalte meist ohne Überprüfung kommuniziert und verbreitet werden (KRESIN et al., 2025). Lehrkräfte als Vermittler/innen von Wissenschaftsverständnis nehmen hierbei eine Schlüsselrolle ein (ABD-EL-KHALICK & LEDERMAN, 2023).

Um diesem Sachverhalt zu begegnen, wurde das Projekt *Teaching Spirit 2.0* (Abb. 4) ins Leben gerufen. Ziel ist es, durch die Materialentwicklung für den naturwissenschaftlichen Unterricht, durch Implementierung der Materialien in Lehr-Lern-Labore für Schüler/innen sowie durch Lehrkräftefortbildungen auf die aktuellen Herausforderungen zu reagieren.



Abb. 4. Logo des Kooperationsprojektes *Teaching Spirit 2.0*: Das Logo verbindet die Profile von ALFRED NOBEL und einer jungen Person. Es verdeutlicht somit die intergenerationale, interdisziplinäre und interkulturelle Vernetzungsidee des Projekts (BAUMANN et al., 2025)

Gefördert wird das Projekt durch die Siemens Stiftung sowie die Vector Stiftung. Für die Umsetzung der Materialentwicklung und Experimentierstationen werden Nobelpreisträger/innen und ihre Forschungsfelder als Kontextualisierung gewählt. Ein wichtiges Ziel des Projekts ist auch, dass die Ressource der erwähnten *Lindauer Mediatheque* der Lindauer Nobelpreisträgertagung im naturwissenschaftlichen Unterricht eingesetzt wird. Dazu werden Medien der *Mediatheque* so in die Materialentwicklung eingebunden, dass sie thematisch passend in den Chemie- bzw. Biologieunterricht einbezogen werden können (vgl. Absatz 5).

3 Nature of Science im naturwissenschaftlichen Unterricht

Seit 2024 ist die Förderung von Wissenschaftsverständnis im Sinne einer *Nature of Science* (NOS; Natur der Naturwissenschaften) in den Bildungsstandards für die Sekundarstufe I explizit verankert (KMK, 2024a). Für die drei naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik wird dabei angeführt, dass das „Wissenschaftsverständnis im Sinne von *Nature of Science*“ (KMK, 2024a, 30) gefördert werden soll.

Innerhalb des Kompetenzbereichs „Erkenntnisgewinnung“ für das Fach Chemie werden Erkenntnisprozesse reflektiert. Der Standard E 3.4 beschreibt, dass Lernende den „wechselseitigen Einfluss von gesellschaftlich-sozialen Rahmenbedingungen und wissenschaftlichem Arbeiten“ beschreiben (KMK, 2024b). Für das Fach Biologie findet sich unter dem Standard E 5.3 („Erkenntnisprozesse reflektieren“), die Reflexion der „Zuverlässigkeit von Ergebnissen unter Berücksichtigung von Fehlerquellen und Unsicherheiten“ wieder (KMK, 2024c). Entsprechend der aktualisierten Bildungsstandards sind Überarbeitungen in länderspezifischen Lehr- und Bildungsplänen zu erwarten. Diese Ergänzungen sind notwendig, was sich auch daran zeigt, dass trotz seiner enormen Bedeutung für die persönliche und gesellschaftliche Entscheidungsfindung in einer modernen Wissensgesellschaft, das Wissenschaftsverständnis bei den Lernenden teilweise naiv ausgeprägt ist (ABD-EL-KHALICK & LEDERMAN, 2023).

Naturwissenschaftliche Bildung in den Fächern Biologie, Chemie und Physik leistet dabei einen wichtigen Beitrag, zukünftigen Herausforderungen zu begegnen und ein Wissenschaftsverständnis im Sinne einer *Nature of Science* zu fördern. Ein NOS-Verständnis schließt sowohl epistemologische und methodologische als auch historische, philosophische, soziale und soziologische Aspekte von Naturwissenschaften mit ein (HEERING & KREMER, 2018) und ist somit auch für fächerverbindenden und fächerübergreifenden Unterricht von entscheidender Bedeutung.

Das hier vorgestellte und im Rahmen des Projekts konzipierte Material adressiert im Besonderen zwei der sieben NOS-Aspekte: Naturwissenschaftliches Wissen unterliegt der Vorläufigkeit und ist in den jeweiligen sozialen und kulturellen Kontext eingebunden.

Vorläufigkeit	Naturwissenschaftliches Wissen ist trotz seiner Glaubwürdigkeit und Dauerhaftigkeit niemals absolut sicher. Naturwissenschaftliche Theorien und Konzepte sind vorläufig.
Beobachtungen, Schlussfolgerungen und theoretische Einheiten in den Naturwissenschaften	Beobachtungen sind beschreibende Aussagen über Naturphänomene, die der sinnlichen Wahrnehmung direkt oder indirekt durch Hilfsmittel zugänglich sind. Schlussfolgerungen sind Aussagen über Naturphänomene, die den Sinnen nicht direkt zugänglich sind.
Theoriebezogenheit von naturwissenschaftlichem Wissen	Theoretische und disziplinäre Prägungen, Überzeugungen, Vorwissen, Ausbildung, Erfahrungen und Erwartungen beeinflussen die Arbeit von Naturwissenschaftler/innen.
Kreativität und Vorstellungskraft als Element naturwissenschaftlichen Wissens	Naturwissenschaft ist eine empirische Wissenschaft. Dabei erfordert der naturwissenschaftliche Erkenntnisprozess menschliche Vorstellungskraft und Kreativität.
Soziale und kulturelle Eingebundenheit von naturwissenschaftlichem Wissen	Naturwissenschaften werden von Menschen gemacht. Diese Praxis ist durch Kulturen beeinflusst und die Naturwissenschaftler sind durch die Kultur geprägt.
Naturwissenschaftliche Theorien und Gesetze	Naturwissenschaftliche Theorien sind etabliert, substanziell und internal konsistente Erklärungssysteme. Gesetze sind beschreibende Aussagen über Zusammenhänge zwischen beobachtbaren Phänomenen.
Mythos der einen Methode	Der Mythos der einen naturwissenschaftlichen Methode bezieht sich auf die Vorstellung, dass es eine rezeptähnliche Schrittfolge geben könnte, der Naturwissenschaftler/innen im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess folgen.

Tab. 2. Aspekte von NOS (vgl. u. a. LEDERMAN et al., 2002; HEERING & KREMER, 2018)

3.1 Vorläufigkeit

Die Vorläufigkeit von Wissen wurde gerade während der Corona-Pandemie deutlich. Auch wenn naturwissenschaftliches Wissen zuverlässig ist, ist es jedoch nicht absolut sicher. Vor dem Hintergrund eines neuartigen Virus und massiver Forschungsaktivität weltweit wurde anhand der vielen, teilweise konträren Forschungsergebnisse und Aussagen von Forschenden klar, dass auch naturwissenschaftliches Wissen einer Vorläufigkeit unterliegt. Naturwissenschaftliches Wissen kann durch fundierte Belege und Daten bestmöglich abgesichert werden (HEERING & KREMER, 2018; LEDERMAN et al., 2002). Zudem kann es durch neues Wissen ergänzt werden (KREMER & MAYER, 2013). Eine bislang gültige oder anerkannte wissenschaftliche Behauptung kann sich beispielsweise aufgrund von Fortschritten in Bezug auf technische Hilfsmittel ändern. Auch kann eine Neuinterpretation durch neuere theoretische Konstrukte zu einem Wandel des Wissens führen. Mit der Diskussion über den Aspekt der Vorläufigkeit im naturwissenschaftlichen Unterricht verbindet sich das Ziel, das Wechselspiel zwischen der Zuverlässigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse und ihrer Falsifizierbarkeit durch potentielle neue Erkenntnisse zu reflektieren. Hierzu eignen sich besonders Kontexte, die Einblicke in den Prozess wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung ermöglichen.

3.2 Sozio-kulturelle Eingebundenheit

Wissenschaft wird von Menschen gemacht. Somit kann wissenschaftliche Praxis als Teil menschlicher Kultur aufgefasst werden. Auch sind Wissenschaftler/innen kulturell geprägt (BAUMANN et al., 2025). Zu den Elementen der sozio-kulturellen Eingebundenheit gehören neben sozialen Gefügen, Machtstrukturen und Politik auch sozioökonomische Faktoren, Philosophie

und Religion (LEDERMAN et al., 2002). ERDURAN und DAGHER (2014) beschreiben in ihrem Ansatz *Family Resemblance Approach* (FRA) als sozio-institutionelles System die Bedeutung von professionellen Aktivitäten, wissenschaftlichem Ethos, sozialer Zertifizierung und Verbreitung sowie der sozialen Werte von Wissenschaft. Wissenschaftliche Erkenntnisse werden durch die wissenschaftliche Gemeinschaft entwickelt und bewertet. Eine Form ist beispielsweise das Peer-Review-Verfahren. Wissenschaftler/innen schreiben Artikel über ihre Erkenntnisse, die sie dann in Fachzeitschriften veröffentlichen. Vor der Veröffentlichung werden diese Erkenntnisse durch andere Wissenschaftler/innen bewertet und evaluiert (ERDURAN & DAGHER, 2014).

4 Explizite Reflexion über historische und gegenwärtige Fallbeispiele sowie Forschendes Lernen

Wissenschaftsverständnis entsteht durch explizite Reflexion (MCCOMAS et al., 2020). Um diese zu erreichen, schlagen ALLCHIN et al., (2014) vor, gegenwärtige oder historische Fallbeispiele aus der Wissenschaft bzw. *Forschendes Lernen* einzubeziehen und explizit zu reflektieren. Gegenwärtige Fälle zeichnen sich dadurch aus, dass Erkenntnisprozesse im stärkeren Maße noch nicht abgeschlossen sind und damit Aushandlungen von Unsicherheit und Zuverlässigkeit der Erkenntnis zugrunde liegen. Sie zeigen oft wie *Science-in-the-making* abläuft (LATOUR, 1987). Durch gegenwärtige Fallbeispiele können sich Lernende kritisch mit NOS-Aspekten wie z.B. Unsicherheiten, Vorläufigkeit, Subjektivität, verschiedene Perspektiven, der Rolle der Finanzierung, politische Interessen und soziale Eingebunden-

heit von Wissenschaft, auseinandersetzen. Historische Fallbeispiele zeigen hingegen, mit zeitlicher und oft gesellschaftlicher Distanz, wissenschaftliche Erkenntnisprozesse auf. Sie eignen sich deshalb besonders Theorieänderungen oder kulturelle bzw. biografische NOS-Aspekte zu verdeutlichen. Forschendes Lernen bietet durch eigenes Erfahren und Problemlösen der Lernenden, einen ersten Zugang zur Konstruktion von Erkenntnissen. Es lässt sich in andere Kontexte, wie gegenwärtige oder historische Fälle, integrieren. In allen Fällen ist es notwendig, die NOS-Aspekte explizit zu reflektieren.

5 Unterrichtsmaterialien aus dem Projekt Teaching Spirit 2.0

Im Folgenden werden unterrichtspraktische Beispiele aus dem projektspezifischen OER-Material „Nanotechnologie im Alltag“ beschrieben. Das Arbeits- und Experimentiermaterial ist frei abrufbar (Siemens Stiftung, 2025). Die Stationenarbeit ist eine auf NOS bezogene Überarbeitung einer im Jahr 2015 publizierten Arbeit (HICKMANN & SCHWARZER, 2015). Es wird im Material an Inhalten dezidiert auf die Vorläufigkeit von naturwissenschaftlichem Wissen eingegangen. Auch werden im Leitfaden für Lehrkräfte greifbare Bezüge zu Beiträgen von Nobelpreisträger/innen hergestellt. So wurde für grundlegende Forschung im Bereich der chemischen Nanoforschung im Jahr 2023 der Chemie-Nobelpreis an MOUNGI BAWENDI, LOUIS BRUS und ALEXEI EKIMOV für die Entdeckung und Entwicklung der sogenannten Quantenpunkte verliehen. Diese winzigen, farbigen Nanoteilchen finden sich mittlerweile in Bildschirmen und LED-Lampen. Eine Anwendung in der Medizin zur gezielten Färbung von z.B. Tumorgewebe wird diskutiert und im schulischen Rahmen erforscht.

Die Nanotechnologie hat sich in den letzten Jahrzehnten als ein bedeutendes Zukunftsthema etabliert. Aufgrund ihrer interdisziplinären Natur und ihrer weitreichenden Anwendungen in Wissenschaft und Technik nimmt sie eine zentrale Rolle in der schulischen Bildung ein. Ein entscheidender Anlass für die verstärkte Berücksichtigung der Nanotechnologie im Chemieunterricht waren die neuen Bildungsstandards für die Oberstufe bzw. die Sekundarstufe II, in denen die Themen „Nanostrukturen“ und „Nanomaterialien“ explizit genannt werden (KMK, 2020). Auf dieser Grundlage wurden die entsprechenden länderspezifischen Curricula überarbeitet, um Inhalte aus dem Bereich der „Nanowelt“ verbindlich zu integrieren (SCHWARZER et al., 2022). Inhalte aus der Stationenarbeit „Nanotechnologie im Alltag“ werden im Folgenden exemplarisch vorgestellt.

5.1 Experimentierstation: „Nanopigmente – Farbeffekte durch Nanoschichten“ inspiriert von RICHARD P. FEYNMAN

RICHARD P. FEYNMAN, Nobelpreisträger für Physik (1965), legte mit seinem berühmten Vortrag *There's Plenty of Room at the Bottom* (1959) die theoretische Grundlage für die Nanotechnologie. Seine Ideen zur Manipulation von Materie auf atomarer Ebene inspirierten viele Entwicklungen in der modernen Nanotechnologie, darunter auch Nanopigmente. Diese werden ein-

gesetzt, um Farbveränderungen ohne den Einsatz von Farbstoffen zu ermöglichen. Durch Lichtinterferenz an dünnen Nanoschichten entstehen Farbspiele, wie sie beispielsweise bei Schmetterlingsflügeln, Perlmutt oder Seifenblasen (Abb. 5) beobachtet werden können. Diese Technologie wird in Kosmetika, Autolacken und Sicherheitsmerkmalen auf Geldscheinen genutzt.

Lernziele der Station sind:

Die Schüler/innen...

- ...erklären die Farbwahrnehmung durch Absorption, Reflektion bestimmter Anteile des Spektrums von Licht.
- ...beschreiben den Einsatz von Nanomaterialien als Pigmente zur Farbgebung.
- ...nennen Einsatzmöglichkeiten von Nanopigmenten.



Abb. 5. Interferenz an der dünnen Schicht einer Seifenblasenhaut (Bubble Illustration, bereitgestellt durch Pexels unter CC0, verfügbar unter www.pexels.com/photo/bubble-illustration-35016)

5.2 Experimentierstation: „Nanomedizin – Herstellung und Beladung von Nanocarriern“ inspiriert von PAUL EHRLICH

PAUL EHRLICH erhielt 1908 den Nobelpreis für Medizin für seine Arbeiten zur Immunologie. Er prägte das Konzept der „Zauberkugel“, einer selektiven Therapieform, die gezielt Krankheitserreger angreift, ohne den restlichen Organismus zu schädigen. Diese Idee wurde durch die moderne Nanomedizin verwirklicht, indem Nanocarrier für den gezielten Medikamententransport genutzt werden. Die Nanotechnologie ermöglicht es, Wirkstoffe spezifisch an erkranktes Gewebe zu liefern und dadurch Nebenwirkungen zu minimieren. Besonders in der Krebstherapie haben nanotechnologisch entwickelte Medikamente vielversprechende Fortschritte erzielt. In dieser Experimentierstation können polymere Nanocarrier durch die Nanofällungsmethode hergestellt und beladen sowie anschließend eine Modellsubs-

tanz freigesetzt werden (FRUNTKE et al., 2023). Lernziele der Station sind:

Die Schüler/innen...

- ...nennen Anwendungsgebiete der Nanotechnologie in der Medizin.
- ...beschreiben Vorteile des Einsatzes von Nano-Carriern für den Transport von Wirkstoffen im menschlichen Körper.
- ...erklären vereinfacht die Funktionsweise von Nano-Carriern (Herstellung/Beladung, Freisetzung).

6 Zusammenfassung

Die Lindauer Nobelpreisträgertagung ermöglicht den direkten Austausch zwischen Nobelpreisträger/innen und Nachwuchswissenschaftler/innen. Mit der *Mission Education* wurde ein Bildungsprogramm etabliert, das aktuelle Wissenschaft auch für Schulen zugänglich macht. Ein zentrales Element ist das Projekt *Teaching Spirit 2.0*, das Unterrichtsmaterialien entwickelt und Lehrkräfte fortbildet. Dabei wird der Schwerpunkt auf das wissenschaftliche NOS-Verständnis gelegt, um Schüler/innen eine kritische Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Erkenntnissen zu ermöglichen. Die Unterrichtsmaterialien sind über ein Portal abrufbar. Ein chemiespezifisches Beispiel dafür sind die Arbeits- und Experimentiermaterialien zum Thema „Nanotechnologie im Alltag“.

7 Danksagung

Die Autorinnen und Autoren danken der Siemens Stiftung und der Vector Stiftung für die finanzielle Unterstützung des Projektes *Teaching Spirit 2.0*. Das Programm *Teaching Spirit* im Rahmen der Lindauer Nobelpreisträgertagungen wird durch die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung gefördert.

Literatur

- ABD-EL-KHALICK, F. & LEDERMAN, N. G. (2023). Research on Teaching, Learning, and Assessment of Nature of Science. In N. G. Lederman, D. L. Zeidler, & J. S. Lederman, *Handbook of Research on Science Education* (1. Aufl., S. 850–898). Routledge.
- ALLCHIN, D., ANDERSEN, H. M. & NIELSEN, K. (2014). Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice. *Science Education*, 98(3), 461–486.
- BAUMANN, L., DIEKEMPER, D., BINDER, T., KURSCHILDGEN, S., KREMER, K. & SCHWARZER, S. (2025). Was hat das mit mir zu tun? – Vermittlung der soziokulturellen Eingebundenheit der Naturwissenschaften im Schülerlabor anhand von Nobelpreisträger*innen der Chemie. *Chemkon*. <https://doi.org/10.1002/ckon.202500006>
- BETHKE, C., ADELUNG, R. & SCHWARZER, S. (2017). Generierung einer mikro- und nanostrukturierten Kupferoberfläche mit Lotos-Effekt – Ein Versuch für die Sekundarstufen I und II. *CHEMKON*, 24(1), 31–38.
- Bundesamt für Strahlenschutz (2020): Kein Zusammenhang zwischen Corona und 5G. Online verfügbar unter www.bfs.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/BFS/DE/2020/0420-mobilfunk-corona.html.
- CLAUSSEN, C., KAPITZA, M., KNAPP, J. M., BERNHOLT, A., SCHULENBURG, H. & KREMER, K. (2020). Metaorganismusforschung trifft Schule: Wissenschaftskommunikation an der Universität zu Kiel. *Biologie in unserer Zeit*, 50(4), 270–277. <https://doi.org/10.1002/biuz.202010713>
- Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings (2024): *Annual Report 2024*. Online verfügbar unter www.paperturn-view.com/lindau-nobel-laureate-meetings/annual-report-2024?pid=ODg8858114&v=1.1.
- Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings (2025a): *Über die Lindauer Tagungen*. Online verfügbar unter www.lindau-nobel.org/de/about-the-lindau-meetings.
- Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings (2025b): *Lindau Mediatheque*. Online verfügbar unter <https://mediatheque.lindau-nobel.org/educational/nobel-posters>.
- ERDURAN, S. & DAGHER, Z. R. (2014). Science as a Social-Institutional System. In *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education. Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories*, (S. 137–162). Springer.
- FRUNTKE, A., BEHNKE, M., DIETEL, E., VOLLRATH, A., SCHUBERT, U. S. & WILKE, T. (2024). Nanomedizin im Chemieunterricht: zielgerichteter Wirkstofftransport mit polymeren Nanopartikeln, *Chemkon*, 31(6), 207–214.
- HEERING, P. & KREMER, K. (2018). Nature of Science. In D. KRÜGER, I. PARCHMANN, & H. SCHECKER (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschafts-didaktischen Forschung* (S. 105–119). Springer Berlin Heidelberg.
- HICKMANN, K. & SCHWARZER, S. (2015). Nanotechnologie im Alltag. *MNU-Journal*, 68(1), 35–39.
- HÖTTECKE, D. & ALLCHIN, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104(4), 641–666.
- KRESIN, S., KREMER, K., NEHRING, A. & BÜSSING, A. G. (2025). Students' awareness and conceptions of science-related communication mechanisms on social media. *Journal of Research in Science Teaching*, 62(3), 756–791.
- KMK (2020): Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife. Online verfügbar unter www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-Bildungsstandard-sAHR_Chemie.pdf.
- KMK (2024a): Bildungsstandards Naturwissenschaften. Biologie, Chemie, Physik Sekundarstufe I. Online verfügbar unter www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/Qualitaet/ImplBroschuere_BiSta_NATURWISSENSCHAFTEN_2024-06-06.pdf.
- KMK (2024b): Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften im Fach Chemie (MSA). Online verfügbar unter www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_06_13-WeBiS_Chemie_MSA.pdf.
- KMK (2024c). Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften im Fach Biologie (MSA). Online verfügbar unter www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_06_13-WeBiS_Biologie_MSA.pdf.
- KREMER, K. & MAYER, J. (2013). Entwicklung und Stabilität von Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 77–101.
- LATOUR, B. (1987). *Science in action. How to follow scientists and engineers through society*. Harvard University Press.

LEDERMAN, N. G., ABD-EL-KHALICK, F., BELL, R. L. & SCHWARTZ, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521.

MC COMAS, W. F., CLOUGH, M. P. & NOURI, N. (2020). Nature of Science and Classroom Practice: A Review of the Literature with Implications for Effective NOS Instruction. In W. F. McComas (Ed.), *Nature of Science in Science Instruction* (S. 67–111). Springer International Publishing.

OSBORNE, J. & ALLCHIN, D. (2024). Science literacy in the twenty-first century: Informed trust and the competent outsider. *International Journal of Science Education*, 1–22.

Siemens Stiftung (2025): *Stationenarbeit Nanotechnologie im Alltag*. Online verfügbar unter www.siemens-stiftung.org/projekte/teaching-spirit-2-0.

SCHWARZER, S., WILKE, T., IRMER, E. & PARCHMANN, I. (2022). Nanotechnologie in der Schule - Wie aus einer wissenschaftlichen Entwicklung ein neues Unterrichtsthema wird. *Naturwissenschaften im Unterricht: Chemie*, 33(189), 2–8.

STEFAN SCHWARZER, stefan.schwarzer@uni-tuebingen.de, ist Professor für Chemiedidaktik an der Eberhard Karls Universität Tübingen. Seine Arbeit fokussiert darauf, aktuelle Forschungserkenntnisse aus der Chemie für Bildungsprozesse verfügbar zu machen. Seit 2013 organisiert er in diesem Sinne den Workshop Teaching Spirit in Lindau.

DOMINIK DIEKEMPER, dominik.diekemper@uni-tuebingen.de, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Chemiedidaktik an der Eberhard Karls Universität Tübingen. Forschungsschwerpunkte sind die Entwicklung neuartiger Experimente zu modernen Materialien mit Bezug zur Nachhaltigkeit für Schule und Schülerlabor.

SOPHIE KURSCHILDGEN, sophie.kurschildgen@uni-giessen.de, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Biologiedidaktik der Justus-Liebig-Universität in Gießen. Forschungsschwerpunkte sind u.a. die Förderung von Wissenschaftsverständnis (Nature of Science).

TOBIAS BINDER, binder.tobias@gmail.com, war wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt „Teaching Spirit 2.0 – Lindauer Nobelpreisträger als Bildungspaten für OER in Schule & Schülerlabor“.

ELVIRA SCHMIDT, elvira.schmidt@uni-giessen.de, ist Akademische Rätin am Institut für Biologiedidaktik der Justus-Liebig-Universität Gießen. Ihre Arbeitsschwerpunkte sind u.a. Wissenschaftsreflexion in Schul- und Lehrkräftebildung im Kontext Gesundheit, Medizin und Nachhaltigkeit.

KERSTIN KREMER, kerstin.kremer@uni-giessen.de, ist Professorin für Biologiedidaktik an der Justus-Liebig-Universität Gießen. Ihre Arbeit fokussiert auf die Förderung von Wissenschaftsverständnis in (aktuellen) wissenschaftlichen Kontexten in Schule, Lehrkräftebildung und Öffentlichkeit. ■