Wissenschaft und Gesellschaft in der Bildung

PARISE

WISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT IN DER BILDUNG

PARRISE (Promoting Attainment of Responsible Research and Innovation in Science Education) project

Das PARRISE-Projekt wird von Marie-Christine Knippels & Frans van Dam vom Freudenthal Institute der Utrecht University, Niederlande, koordiniert.

Diese Arbeit wurde aus dem 7. Rahmenprogramm der Europäischen Union für Forschung, technologische Entwicklung und Demonstration im Rahmen der Finanzhilfevereinbarung Nr. 612438 gefördert.

www.parrise.eu

Socio-Scientific Inquiry-Based Learning (Lernen an gesellschaftlich und wissenschaftlich relevanten Themen): verbindet formale und informelle naturwissenschaftliche Bildung mit der Gesellschaft

Dezember 2017

AutorInnen
Levinson, R., Knippels, M.C., van Dam, F., Kyza, E., Christodoulou, A., Chang-Rundgren, S.N., Grace, M., Yarden, A., Abril, A., Amos, R., Ariza, M.R., Bächtold, M., van Baren-Nawrocka, J., Cohen, R., Dekker, S., Dias, C., Egyed, L., Fonseca, M., Georgiou, Y., Hadjichambis, A., van Harskamp, M., Hasslöf, H., Heidinger, C. Hervé, N., Karpati, A., Keedus, K., Kiraly, A., Lundström, M., Molinatti, G., Nédélec, L., Ottander, C., Ottander, K., Quesada, A., Radits, F., Radmann, D., Rauch, F., Rundgren, C., Simonneaux, L., Simonneaux, J., Sjöström, J., Verhoeff, R., Veugelers, W., Zafrani, E.

Herausgeber
Marie-Christine Knippels, Frans van Dam and Michiel van Harskamp

Übersetzt von Jan Apschner, Diana Radmann und Christine Heidinger

Gestaltet von
Frank-Jan van Lunteren (DTP)
Floris Roding (artwork)

CC BY NC SA

ProjektpartnerInnen

Universiteit Utrecht

Utrecht University, Freudenthal Institute *(Project Coordinator)*
The Netherlands

UCL Institute of Education

University College London, Institute of Education
England

UNIVERSITY OF Southampton

University of Southampton
England

מכון ויצמן למדע
WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

Weizmann Institute of Science
Israel

MALMÖ UNIVERSITY

Malmö University
Sweden

UMEÅ UNIVERSITY

Umeå University
Sweden

U.PORTO

University of Porto
Portugal

Cyprus University of Technology

Cyprus University of Technology
Cyprus

universität wien

University of Vienna
Austria

École Nationale Supérieure de Formation de l'Enseignement Agricole
France

University of Montpellier
France

University for Humanistic Studies Utrecht
The Netherlands

Radboud University
The Netherlands

University of Jaén
Spain

Energy Discovery Centre
Estonia

Klagenfurt University
Austria

Eötvös Loránd University
Hungary

Stockholm University
Sweden

Inhalt

Vorwort 3

1 — Einleitung 5

2 — Pädagogischer Rahmen:
Socio-Scientific Inquiry-Based Learning (SSIBL) 11

Stufe 1: Authentische Fragen entwickeln ('fragen')
Stufe 2: Untersuchung ('herausfinden')
Stufe 3: Handlung ('handeln')

3 — SSIBL im Klassenzimmer 29

Anhang 1 — Authentische Fragen zu SSIs: 'fragen' 43

Anhang 2 — Untersuchung: 'herausfinden' 55

Anhang 3 — Kritische Bürgerbildung 63

Vorwort

Diese Broschüre richtet sich an LehrerInnen, die ihre Lehransätze auf gesellschaftliche Themen ausweiten möchten, die die Kerninhalte der Naturwissenschaft bereichern und ihnen Bedeutung verleihen. Es soll junge Menschen auf die gesellschaftliche und wissenschaftliche Welt neugierig machen und wichtige Fragen zu Themen aufwerfen, die ihr Leben betreffen. Wir nennen diesen Ansatz *Socio-Scientific Inquiry-Based Learning* (Forschendes Lernen an komplexen gesellschaftlichen Problemstellungen mit Naturwissenschaftsbezug) oder abgekürzt, SSIBL. Die Kapitel 1 und 2 geben eine Einführung in den theoretischen Hintergrund von SSIBL. In Kapitel 3 wird SSIBL aus einer Klassenzimmerperspektive betrachtet, eine vereinfachte Version des Bildungsansatzes bereitgestellt, und Lehrbeispiele vorgestellt.

Weitere Beispiele und Materialien für LehrerInnen und LehrerInnenbildnerInnen sind unter www.parrise.eu zu finden.

1— Einleitung

Die Wissenschaft beeinflusst viele Bereiche unseres Lebens. Erneuerbare Ressourcen, personalisierte Medikamente und Kommunikationssysteme haben das Potenzial, unser Leben zum Besseren zu verändern. —

Es gibt aber wissenschaftliche Unsicherheiten in ihrer Entwicklung und soziale Risiken in ihren Auswirkungen. Diese werden durch soziale, politische und kulturelle Werte und Kontroversen untermauert.

Zum Beispiel werden erneuerbare Energien als gute Lösung angesehen, um fossile Brennstoffe zu ersetzen. Es entstehen jedoch Kosten in Zusammenhang mit ihrer Einführung, und Umweltgefahren, die mit der Herstellung von Materialien wie Solarzellen verbunden sind.

Diese Entwicklungen und Auswirkungen betreffen uns alle auf persönlicher, sozialer und globaler Ebene. Das Ansprechen dieser Fragen durch einen Untersuchungsansatz ist Kern des *Socio-Scientific Inquiry-Based Learning* (SSIBL). SSIBL versucht Antworten auf jene gesellschaftlich und wissenschaftlich relevanten Fragen zu finden, die uns vor Herausforderungen stellen und mit denen sich junge Menschen innerhalb eines MINT-Programms beschäftigen sollten.

Viele LehrerInnen sind verständlicherweise besorgt, dass die Erforschung ethischer und sozialer Fragen vom Erlernen naturwissenschaftlicher Basiskompetenzen ablenkt, die für das Bestehen von Prüfungen in den naturwissenschaftlichen Fächern erforderlich sind. Daher sind für SSIBL naturwissenschaftliche Inhalte von entscheidender Bedeutung. Wir argumentieren aber, dass die Beschäftigung mit den persönlichen und sozialen Aspekten dieser Fragen das naturwissenschaftliche Wissen vertieft und auch die Problemlösungskompetenz fördert. Es macht uns kritischer, praktischer und verständnisvoller. ***Kästchen 1*** enthält eine Zusammenfassung der wichtigsten Merkmale von SSIBL.

SSIBL für LehrerInnen:

- Ist ein praktisches Werkzeug zur LehrerInnenprofessionalisierung;
- baut auf der alltäglichen LehrerInnenpraxis auf;
- stützt sich auf aktuelles Wissen aus den Naturwissenschaftsdidaktiken;
- fördert Möglichkeiten zur Umsetzung von Lehrplananforderungen;
- bietet Verbindungen zu realen Entwicklungen in Wissenschaft und Technologie an;
- bietet eine Möglichkeit der Zusammenarbeit mit externen ExpertInnen über das Schulcurriculum hinaus;
- ermutigt junge Menschen, Veränderungen in der realen Welt zu bewirken.

Kästchen 1 — Hauptmerkmale von SSIBL

Wir beginnen mit einem forschungsbasierten Ansatz (Inquiry Learning bzw. Forschendes Lernen). Inquiry Learning bedeutet, Fragen zu stellen und Einsichten in Probleme zu gewinnen, die uns faszinieren. Diese Fragen können breit gefächert, aber auch fokussiert sein. Sie können aus Neugier auf Naturphänomene entstehen oder stärker gesellschaftlich orientiert sein. Was passiert mit Wolken, wenn sie verschwinden? Was macht Zucker süß? Wie können wir gesünder essen und warum ist das wichtig? Sind neue Technologien das, was sie vorgeben zu sein? Sind E-Zigaretten schlecht für die Gesundheit?

Diese Broschüre enthält Beispiele, Tipps, Einblicke und Ideen für die Unterrichtspraxis. Hierzu:

1. präsentieren wir das SSIBL-Modell und den theoretischen Rahmen (Kapitel 2);
2. schlagen wir einige Aktivitäten zum Ausprobieren vor (Kapitel 3);
3. bieten wir viele andere Strategien an, auf die Sie bei Bedarf zurückgreifen können (Anhänge).

EIN HINWEIS ZU RESPONSIBLE RESEARCH AND INNOVATION (VERANTWORTUNGSVOLLE FORSCHUNG UND INNOVATION)

Der Ansatz Responsible Research and Innovation (Verantwortungsvolle Forschung und Innovation, RRI) bildet das Grundprinzip für eine sozial wünschenswerte, ethisch vertretbare und nachhaltige Entwicklung von Wissenschaft und Technologie. Er bildet den Hintergrund für SSIBL. Die wichtigsten Punkte werden in ***Kästchen 2*** erläutert.

RRI

Dies ist ein Begriff, der vor allem in Wissenschaft und Innovation verwendet wird. Die Ziele von RRI spiegeln die Bedeutung die Öffentlichkeit zu befähigen am Forschungs- und Entwicklungsprozess zu partizipieren und gegenseitige Achtung wider. Mit anderen Worten: Wie können Naturwissenschaft und Industrie Wissen und Technologie entwickeln, die sozial wünschenswert, ethisch vertretbar und nachhaltig ist? Z.B.: Sind Gentestsets, die über das Internet gekauft werden können, sozial wünschenswert? Wie können wir die Ausbeutung armer Menschen in der Bergbauindustrie begrenzen (was ist ethisch vertretbar)? Und wie stellen wir sicher, dass neue Prozesse und Produkte unter ökologischen und politisch/sozialen Gesichtspunkten nachhaltig sind? Der Begriff RRI wurde in den letzten Jahren geprägt. Es ist ein entscheidendes Element der jüngsten Wissenschafts- und Technologiepolitik der Europäischen Union. Das PARRISE-Projekt hat das Konzept von RRI für Bildungsprozesse operationalisiert.

Kästchen 2 — Responsible Research and Innovation (Verantwortungsvolle Forschung und Innovation, RRI)

Abbildung 1 zeigt, wie sich die verschiedenen Komponenten von SSIBL aufeinander beziehen. Die äußeren Schichten von RRI und Critical Citizenship (kritischer Bürgerbildung) sind die übergeordneten Prinzipien der sozialen Gerechtigkeit. Der innere Kern von SSI (Socio-scientific issues) und IBSE operationalisiert diese Prinzipien innerhalb informeller und formaler naturwissenschaftlicher Bildungskontexte.

Abbildung 1 — Pädagogische Einbettung von RRI

2— Pädagogischer Rahmen

Socio-Scientific Inquiry-Based Learning (SSIBL)

Der SSIBL-Ansatz verbindet Naturwissenschaft und Gesellschaft auf forschungsbasierter Basis sowohl im Unterricht als auch im Bereich des informellen Lernens. —

In modernen Gesellschaften entstehen häufig Kontroversen einerseits zwischen naturwissenschaftlicher und technologischer Forschung und Entwicklung und öffentlicher Rechenschaftspflicht andererseits. Die Produktionsprozesse, die gesellschaftspolitische Werte, wirtschaftliche Überlegungen und technowissenschaftliche Herausforderungen umfassen, sind komplex und unsicher, und die gesellschaftlichen Anforderungen ändern sich ständig. SSIBL adressiert das aktuelle Problem von Naturwissenschaft und Gesellschaft durch das zugrundeliegende Motiv der Wissenschaft für und mit Menschen. Aber wenn wir über Menschen und die Öffentlichkeit sprechen, müssen wir erkennen, dass es viele verschiedene Interessensgruppen und Perspektiven gibt.

Zu den *InteressensvertreterInnen* zählen alle, die von Wissenschaft und Technologie betroffen sind - einschließlich der jungen Menschen, die jetzt in der Schule sind - und diese werden auch den größten Einfluss auf die Entwicklungen in den kommenden Jahren haben. SSIBL ist ein Ansatz, bei dem junge Menschen als aktive Bürger gesellschaftlich kontroverse Fragen, die sie interessieren, untersuchen und gegebenenfalls Maßnahmen ergreifen.

SSIBL führt drei pädagogische Ansätze zusammen, die in Schulen üblich sind, aber oft unabhängig voneinander verfolgt werden: Inquiry-Based Science Education (Forschendes Lernen, IBSE), Socio-Scientific Issues (Lernen an gesellschaftlich und wissenschaftlich relevanten Themen, SSI) und Citizenship Education (Bürgerbildung, CE).

Ziele

1.
Befähigung von jungen Menschen zu sachkundigen sozialen AkteurInnen durch forschungsbasierte, kritische Bürgerbildung.

2.
Ermutigung junger Menschen zur Teilnahme an Forschungs- und Innovationsprozessen, die von Wissenschaft und Technologie beeinflusst werden.

3.
Förderung des Interesses junger Menschen an Naturwissenschaften, Mathematik und Technologie.

Kästchen 3 — Ziele des SSIBL-Ansatzes

Das Unterrichten von SSIBL besteht aus drei Hauptphasen: authentische Fragen entwickeln, Untersuchen der Fragen sowie Aktionen planen und durchführen. Das Unterrichten beginnt mit der Erhebung sinnvoller und *authentischer Fragen* zu "gesellschaftlich und wissenschaftlich relevanten Themen mit Naturwissenschaftsbezug". Um diese Fragen zu untersuchen, werden Methoden der Natur- und Sozialwissenschaft genutzt (*Untersuchung*). Schließlich werden die SchülerInnen dazu angeregt, Maßnahmen zu ergreifen: Meinungen zu bilden und Lösungen zu formulieren (*Handlung*).

Diese drei Hauptstadien und die zugrundeliegenden pädagogischen Ansätze sind im SSIBL-Modell dargestellt (siehe ***Abbildung 2***). Im folgenden Abschnitt werden diese Phasen und Ansätze näher diskutiert.

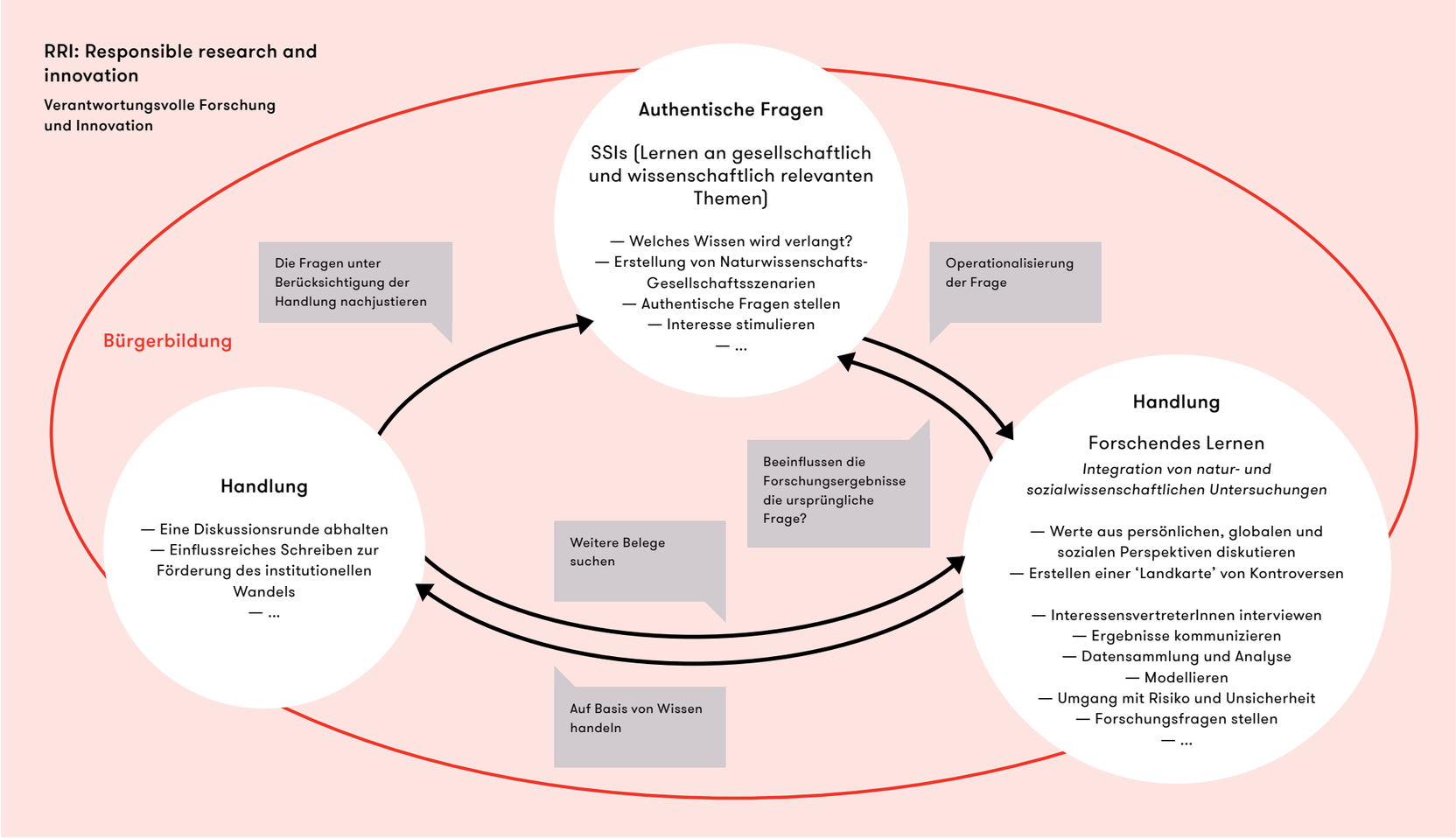


Abbildung 2 — Darstellung des SSIBL-Ansatzes (der Ansatz ist in den Gesamtzusammenhang von RRI eingebettet)

Stufe 1: Authentische Fragen stellen — ('fragen')

Ist es gesund mit dem Rad zur Schule zu fahren? Was sind die Probleme mit Nanotechnologien? Sind die Produkte in unseren Handys ethisch vertretbar? Wie können wir an unserer Schule sparsamer mit Energie umgehen? Dies sind Beispiele für authentische Fragen.

Authentische Fragen umfassen die folgenden Merkmale. Sie:

- gehen von Fragen aus, die die SchülerInnen interessieren (persönliche Authentizität), und durch die sie einen Wunsch äußern und auf die sie kollektive Antworten (soziale Authentizität) zu finden versuchen;
- beinhalten reale, komplexe, 'verzwickte Probleme';
- sind manchmal umstritten, wenn es keine allgemeine Übereinkunft über Lösungen oder sogar Möglichkeiten gibt, die Frage zu formulieren;
- sind gender-inklusiv und geschlechtssensibel;
- sind Fragen oder Probleme, die von jungen Menschen spontan oder wahrscheinlicher, mit sensibler Unterstützung von LehrerInnen entstehen;
- beziehen sich auf Probleme, die potentiell verbessert werden können, z.B. bezogen auf soziale und ethische Dimensionen.

Diese Merkmale haben Auswirkungen. Ein gemeinsam vereinbarter Zweck kann für die TeilnehmerInnen über die Grenzen der Schulmauern hinausgehen, insbesondere wenn die SchülerInnen bei der Suche nach Antworten auf Fragen mit WissenschaftlerInnen, politischen EntscheidungsträgerInnen oder anderen ExpertInnen zusammenarbeiten. SSIBL könnte eine Interaktion entweder in informellen Bildungskontexten beinhalten und/oder mit Institutionen außerhalb der Schule.

Wie solche Fragen aufgeworfen werden, ist von zentraler Bedeutung für eine effektive Pädagogik in SSIBL. Es ist wichtig festzustellen, dass nicht immer alle Merkmale für authentische Fragen erfüllt werden können. SchülerInnen können jedenfalls lernen, selbst authentische Fragen zu generieren.

In Anhang 1 wird die Szenariomaschine als gute Möglichkeit vorgestellt, um SchülerInnen zu helfen, authentische Fragen zu strukturieren.

LERNEN AN GESELLSCHAFTLICH WISSENSCHAFTLICHEN THEMEN

Authentische Fragen beinhalten oft Lernen an gesellschaftlich und wissenschaftlich relevanten Themen mit Naturwissenschaftsbezug (socio-scientific issues, SSIs). SSIs nutzen naturwissenschaftliche Erkenntnisse, um ein soziales Problem zu lösen. Zum Beispiel müssen Jugendliche bei der Nutzung von Energie den Zusammenhang zwischen Kraftstoffen und Energie verstehen, um zu begreifen, wie hoch die Einsparungspotenziale in wirtschaftlicher und sozialer Hinsicht sind. Ein biologisches Verständnis der Bedeutung der Sauerstoffdiffusion für die Zellen, das Mitbedenken von persönlichen und sozialen Schäden durch das Rauchen und was dagegen

getan werden könnte, veranschaulicht die Beziehung zwischen Naturwissenschaft und sozialen Fragen. In Bezug auf umweltfreundliche Kleidung, spielen die speziellen chemischen und physikalischen Eigenschaften von Titandioxid (katalytisch, Nanogröße), das Wissen über seine globale Verteilung und soziale Gerechtigkeit in der Produktion eine große Rolle (siehe Kapitel 3).

Manchmal können SSIs ein Dilemma oder eine Kontroverse sein. Zum Beispiel könnten alle TeilnehmerInnen ein nicht kontroverses Problem erkennen und zusammenarbeiten, um die beste Lösung zu finden. Kontroversen treten dann auf, wenn unterschiedliche Parteien gegenteilige Argumente haben, die Argumente jedoch aus guten Gründen gestützt werden. Die Menschen sind sich vielleicht einig, dass der Klimawandel ein dringendes Problem ist, stimmen aber nicht überein, wie der Klimawandel am besten bewältigt werden kann.

SSIs: Arten von Kontroversen

In SSIs kann es verschiedene Arten von Kontroversen geben [1]. Zum Beispiel könnten alle Interessensgruppen zustimmen, dass Maßnahmen zur Reinigung eines lokalen Fließgewässers ergriffen werden sollten, aber sie könnten sich über die Faktoren, die für die Verschmutzung verantwortlich sind, nicht einigen, da die *Beweise* komplex sind. InteressensvertreterInnen könnten auch anderer Meinung sein und anzweifelten, ob überhaupt Maßnahmen ergriffen werden sollten, da die Kosten für die Säuberung des Fließgewässers den Lebensunterhalt von Menschen beeinträchtigen könnten, die in einer Industrie arbeiten, die zu diesem Problem beiträgt. Solche *Interessenskonflikte* zeigen sich in den Positionen, die viele Landwirte im Gegensatz zu Umweltschützern gegenüber der Rindertuberkulose im Vereinigten Königreich einnehmen: Die britische *National Union of Farmers* (Nationaler Bauernverband in Großbritannien) zum Beispiel erklärt, dass wilde Dachse das tuberkulöse Bakterium in sich tragen und es an Rinder weitergeben, daher müssen die Dachse durch Jagd kontrolliert werden. Viele Naturschützer argumentieren hingegen, dass Landwirte eine bessere Tierhaltung handhaben müssen, und dass Dachse ein wichtiger Teil der Landschaft sind und geschützt werden müssen. Aber es gibt auch *Uneinigkeiten* in der Wissenschaft. Einige WissenschaftlerInnen argumentieren, dass die Ausmerzung von Dachsen ein wirksames Mittel zur Bekämpfung von Rindertuberkulose ist; andere meinen, dass das Erlegen von Dachsen nicht nur unwirksam ist, sondern in manchen Fällen auch die Übertragung der Krankheit verbreite. Es gibt nicht die eine Lösung für das Problem. *Grundwerte und Präferenzen* spielen ebenfalls eine Rolle bei der Entscheidungsfindung.

In SSIs (Lernen an gesellschaftlich und wissenschaftlich relevanten Themen) geht es darum, Szenarien zu entwickeln, die Hintergrundinformationen für Forschungsfragen liefern.

In Kapitel 3 beziehen sich die Beispiele auf folgende Aspekte innerhalb von SSI:

Aspekte der Meinungsverschiedenheit oder Kontroverse. Angesichts der Tatsache, dass es verschiedene Möglichkeiten gibt, den Wärmeverlust in der Schule zu reduzieren, was wäre der beste Weg? Sollten neue Wege zur Verringerung der Umweltverschmutzung genutzt werden, angesichts dessen das die sozialen Produktionskosten so hoch sind?

Argumentation. In der Regel wird die Diskussion über SSIs sowohl informelle als auch formale Argumentation beinhalten. Wenn SchülerInnen aus ihren alltäglichen Erfahrungen über ihre Sichtweisen zu einem Thema sprechen, verwenden sie oft *informelle Argumentation*. Das zurückgreifen auf naturwissenschaftlichen Erkenntnissen durch konsequente Logik zur Rechtfertigung einer Meinung ist ein Beispiel für *formale Argumentation*. Die Gültigkeit beider Argumentationsarten ist vom Kontext abhängig, und die SchülerInnen sollten ermutigt werden zwischen beiden Argumentationsarten zu unterscheiden. Sadler et al. (2011) **(2)** zeigen, dass es einige Belege dafür gibt, dass die Arbeit an SSIs das Erlernen von naturwissenschaftlichen Inhalten unterstützen kann. Das Lernen wird effektiver, wenn sich die SchülerInnen für das Thema interessieren, und es daher eine gewissen Authentizität besitzt.

Unsicherheit und Risiko. Viele SSIs beinhalten ein Verständnis von Unsicherheit und Risiko. Die SchülerInnen sollten ermutigt werden, zwischen verschiedenen Arten von Unsicherheit zu unterscheiden. Messungen mit einem Thermometer, zum Beispiel bei der Temperaturkontrolle in verschiedenen Bereichen der Schule (Kapitel 3), bringen je nach Genauigkeit des Messgerätes eine gewisse Unsicherheit mit sich. Die Vorhersage sozialer Auswirkungen, wie beispielsweise, ob junge Menschen mit dem Rauchen aufhören würden, wenn sie die biologischen Gefahren kennen, oder ob Menschen Kleidung tragen würden, die die Luft reinigt, sind Beispiele für *soziale Unsicherheit*. Das Risiko hängt mit dem Gefährdungspotential zusammen. Ältere SchülerInnen sollten in der Lage sein, zwischen *relativem* und *absolutem* Risiko zu unterscheiden und auch zu verstehen, dass andere Faktoren als die Wahrscheinlichkeit die Risikoeinschätzung beeinflussen **(3)**.

1
Levinson, R. (2006). Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-scientific Issues. *International Journal of Science Education*, *28*(10), 1201-1224.

2
Sadler, T.D., Klosterman, M.L., & Topcu, M.S. (2011). Learning science content and socio-scientific reasoning through classroom explorations of global climate change. In Sadler, T. (Ed.). Socio-scientific issues in the classroom. Dordrecht: Springer, 45-78.

3
Levinson, R. (2011). How Science Works: teaching controversial issues. In R. Toplis (ed.) How Science Works, London: Routledge, 56-70.

Manchmal kommen SchülerInnen mit Problemen oder Fragen, die sie gerne bearbeiten möchten. Es ist jedoch wahrscheinlicher, dass LehrerInnen durch Bilder, Videoclips, Ausschnitte aus Zeitungsberichten, soziale Medien, die einen Bezug zum Leben und den Sorgen der SchülerInnen haben, das Interesse der SchülerInnen für ein bestimmtes Thema wecken. Weitere Informationen zu SSIs finden Sie im Anhang 1.

Stufe 2: Untersuchung — ('herausfinden')

Um von einer Frage zu einer Lösung für Aktionen zu gelangen, müssen Forschung und Entwicklung für und mit Menschen partizipativ und inklusiv sein, wobei sie ein auf Forschung basierendes Lernen und ein Verständnis der Verbindungen zwischen Wissenschaft und Gesellschaft beinhalten.

Dazu gehören drei Perspektiven:

1. Persönlich (Was bedeutet es für mich?);
2. Sozial (Was bedeutet es für meine Familie, Freunde, Gemeinschaft?);
3. Global (Was bedeutet es in einem breiten Rahmen?).

Diese durch den pädagogischen SSIBL-Bildungsansatz konstituierten Untersuchungen, werden im Folgenden anhand des pädagogischen Ansatzes der forschungsbasierten naturwissenschaftlichen Bildung erläutert.

INQUIRY BASED SCIENCE EDUCATION (FORSCHENDES LERNEN, IBSE)

Inquiry-Based Science Education (Forschendes Lernen, IBSE) (oder forschungsbasiertes Lernen) ist die Phase des “Untersuchens”. Um Lösungen für eine authentische Frage zu finden, müssen SchülerInnen fähig sein, das dazu notwendige Wissen in Erfahrung zu bringen. Die dabei benötigten Fähigkeiten sind facettenreich, wie z.B. die Fähigkeit mit anderen zusammenzuarbeiten, die Fähigkeiten, die Standpunkte der Interessengruppen zu ermitteln und die Fähigkeit, natur- und sozialwissenschaftliche Forschungsmethoden (z.B. Experimentieren) anzuwenden.

Die Durchführung von Experimenten kann beinhalten, Ideen zu entwickeln und zu testen, Daten zu sammeln und auszuwerten, ein Bewusstsein für die Ungewissheit in den gesammelten Daten und deren Interpretation zu schaffen und möglicherweise neue Fragen zu stellen, die sich aus der Reflexion der Daten ergeben. Nachdem sie Erkenntnisse gesammelt haben, sollten die SchülerInnen erklären, wie die Beweise ihnen helfen, ihre Fragen zu beantworten.

LehrerInnen sind bemüht das Lernen von SchülerInnen zu unterstützen. Zuerst könnten LehrerInnen eine spezielle Frage für die SchülerInnen festlegen, die sie untersuchen sollen. Zum Beispiel, bezugnehmend auf das Beispiel in Kapitel 3, könnten die LehrerInnen die SchülerInnen bitten herauszufinden, wo die größten Energieverluste beim Schulgebäude während des Winters auftreten. Daraus könnte ein Vorschlag für eine bessere Wärmedämmung erarbeitet werden. Einige Ansätze sind in ***Tabelle 1*** aufgeführt, diese bietet Hilfestellung bei Fragestellungen zum Forschenden Lernen für SchülerInnen.

Eines der besonderen Merkmale von IBSE innerhalb von SSIBL ist, dass die Anfragen offen und nicht vorherbestimmt sind und eine Reihe von Untersuchungsansätzen beinhalten können, einschließlich Experimenten, Umfragen und Debatten.

ANNÄHERUNG AN SSIBL ÜBER IBSE

Sobald die SchülerInnen ein Szenario für ein Problem identifiziert haben, benötigen sie eine gute Forschungsfrage für ihre Untersuchung. Eine gute Forschungsfrage zu finden ist keine leichte Aufgabe und benötigt Unterstützung von der LehrerIn. Zunächst muss die Frage *recherchierbar* sein und folgende Merkmale aufweisen:

- die Frage passt zum Thema oder Szenario;
- die Frage ist offen, und die Antwort nicht bekannt;
- es gibt nur eine Frage (z. B. was sind die Hauptgründe für das Rauchen von SchülerInnen des 9. Schuljahrs?) (Beachten Sie, dass Gruppen von SchülerInnen in einer Untersuchung unterschiedliche Forschungsfragen verfolgen können, solange jede Gruppe nur eine Frage bearbeitet);
- die Frage ist klar und fokussiert;
- die Frage ist machbar: sie ist beantwortbar und kann in einer bestimmten Zeit beantwortet werden;
- Es können Daten gesammelt werden, um die Frage zu beantworten.

Frage	Wie können wir die Energieverluste der Schule im Winter reduzieren?
Wie ist das zu organisieren	Wie sorgen wir dafür, dass alle zu Wort kommen? Was denken meine Freunde was wir tun sollten? Wie entscheiden wir uns für den besten Weg?
Aspekte, die man bedenken muss	Welche Bereiche in der Schule eignen sich am besten, um untersucht zu werden? Welche Messausstattung sollten wir verwenden? Sollten wir Messungen zu verschiedenen Tageszeiten vornehmen?
Datensammlung	Wie werden wir die Daten aufzeichnen? Wie können wir sicherstellen, dass unsere Daten korrekt sind?
Interpretation	Was sagen uns die Daten? Wo finden die größten Energieverluste statt? Was können wir dagegen tun?

Tabelle 1 — Beispiel für Hilfestellungen beim Forschenden Lernen

Stufe 3: Handlung — ('handeln')

Die Lösungen für authentische Fragen müssen eine Form von *Handlung* beinhalten. Mit Handlung meinen wir Ergebnisse, die sich auf die ursprüngliche Frage beziehen und zu einer Art von Veränderung führen oder durch die man relevantes Wissen gewinnt oder womit man die Gründe versteht, warum Veränderung nicht wünschenswert ist.

Aktionen können unterschiedlicher Art sein wie:

- ein Artefakt gestalten;
- Lobbying bei mächtigen Institutionen;
- Erzeugung von Unterrichtsmaterialien;
- Förderung des institutionellen Wandels, z.B. Schulpolitik;
- ein Forum für eine Diskussion bereitstellen;
- Inszenieren eines Dramas für ein Publikum, um ein Dilemma zu illustrieren;
- influential writing (einflussreiches Schreiben);
- Verwendung von Postern um Diskussion anzuregen.

Das Finden einer Lösung kann zu anderen Fragen führen, daher ist der Prozess eher kreisförmig als linear (siehe ***Abbildungen 2*** und ***3***). Aktionen können selbst weitere Fragen aufwerfen, so dass der Prozess eher spiralförmig und reflexiv als linear zu betrachten ist.

BÜRGERBILDUNG

SSIBL unterstützt junge Menschen durch Bürgerbildung (CE) als sachkundige soziale AkteurInnen zu agieren. SSIBL unterstützt Jugendliche dabei, gemeinsam auf Werten basierende Entscheidungen zu treffen, die sie dann umsetzen können. In einer demokratischen Gesellschaft sollten alle Interessensgruppen einen Beitrag leisten können, und deshalb sollten SSIBL-Aktivitäten die Teilnahme und den Dialog während der gesamten Aktivität fördern, indem Fragen aufgeworfen, eine Untersuchung durchgeführt, Lösungen vorgeschlagen und Maßnahmen ergriffen werden.

Merkmale von CE (Bürgerbildung) in SSIBL

Die zentrale Idee von CE (Bürgerbildung) in SSIBL ist es Handlungen zu setzen. An einem kritischen und konstruktiven Dialog teilzunehmen, bedeutet:

- Einen Standpunkt mit Überzeugung vertreten, unter Hinzuziehung von Belegen und unter Anwendung von Logik;
- Aufmerksam und rücksichtsvoll zuhören, was andere zu sagen haben;
- Offen sein, um seine Ansichten auch zu ändern. Wenn andere TeilnehmerInnen ein besseres Argument vorbringen;
- Die Ansichten anderer respektieren. Alle TeilnehmerInnen haben das Recht, ihre Meinung zu äußern und gehört zu werden. Rassistische, sexistische und homophobe Äußerungen und jede Aussage, die TeilnehmerInnen erniedrigt, sind weder

respektvoll noch inklusiv und haben keinen Platz in einem konstruktiven Dialog;

- Bei Argumenten kritisch sein, wenn es Punkte gibt, mit denen man nicht einverstanden ist, weil sie auf unzureichenden Belegen oder auf wackeligen Prämissen beruhen;
- Leidenschaft und Engagement fördern. TeilnehmerInnen, die einen bestimmten Standpunkt mit allzu großer Leidenschaft verfolgen, können manchmal den Dialog ersticken. Aber unter den Bedingungen von Offenheit und Transparenz kann dies oft produktiv genutzt werden, weil es anderen TeilnehmerInnen hilft, ihre eigenen Ansichten besser zu reflektieren.

Weitere Hintergrundinformationen zur Bürgerbildung finden Sie in Anhang 3.

Zusammenfassun

Socio-Scientific Inquiry-Based Learning (SSIBL) operationalisiert RRI im Bildungsbereich. Es ist Lernen, durch das Stellen von authentischen Fragen zu kontroversen Themen, die sich aus den Auswirkungen von Wissenschaft und Technologie in der Gesellschaft ergeben. Diese Fragen sind offen, beinhalten die Beteiligung betroffener Parteien und zielen auf Lösungen ab, die dazu beitragen, Veränderungen herbeizuführen. SSIBL weist drei Hauptphasen auf:

1.
Es werden *authentische Fragen* zu kontroversen Themen (SSIs) aufgeworfen, die sich aus den Auswirkungen von Wissenschaft und Technologie in der Gesellschaft ergeben. ('fragen')

2.
Untersuchung: Integration von sozial- und naturwissenschaftlicher Forschung (IBSE), um diese offenen Fragen zu untersuchen. ('herausfinden')

3.
Handlung: Lösungen werden formuliert, die Veränderungen bewirken. ('handeln')

Kästchen 4 — Zusammenfassung von SSIBL

3— SSIBL im Klassenzimmer

Wenn SSIBL als pädagogischer Ansatz umgesetzt wird, kann eine vereinfachte Version des theoretischen Modells verwendet werden (*Abbildung 3*). Dieses Modell bezieht sich auf die drei Lernstufen fragen, herausfinden und handeln.

Neben diesen Phasen sind die Hauptziele von RRI: soziale Erwünschtheit, ethische Akzeptanz und Nachhaltigkeit.
Im Folgenden beschreiben wir Aktivitäten für drei verschiedene Altersgruppen. ***Tabelle 2*** auf Seite 39 fasst die SSIBL-Prinzipien, die in diesen Aktivitäten enthalten sind, zusammen.

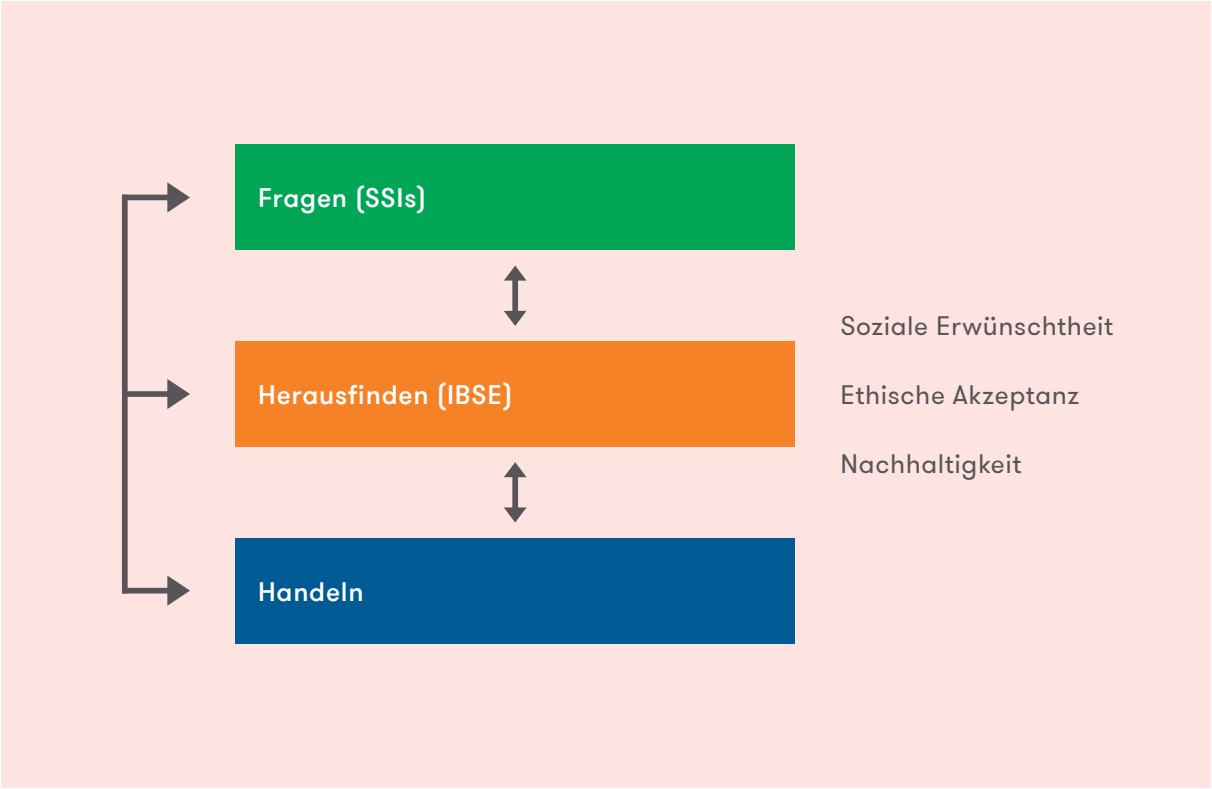


Abbildung 3 — Einfaches Modell von SSIBL

1. DIE ENERGIEVERLUSTE EINER SCHULE REDUZIEREN

Eine Klasse von Volksschulkindern lernt etwas über Energie. Sie verstehen, dass Energie die Fähigkeit ist, Arbeit zu verrichten und Veränderungen zu bewirken. Sie lernen, dass Energie durch Prozesse wie Licht, Bewegung, Wärme, Elektrizität und Schall erkannt werden kann. Sie wissen auch, dass ihr Körper Energie verbraucht, um Dinge wie Gewichte zu heben, zur Schule zu gehen und bei niedrigen Temperaturen warm zu bleiben. Intuitiv begreifen sie, dass sie Essen brauchen, um diese Dinge zu tun, aber sie sind sich nicht ganz sicher, welche Rolle das Essen spielt. Also wird ihnen beigebracht, dass Essen als Brennstoff wie Benzin oder Kohle oder Gas angesehen werden kann; Ein Teibstoff, der Fahrzeuge fahren lässt und uns zu Hause warm hält. Durch Beobachtungen und Experimente erkennen sie, dass mit Brennstoffen nur unter bestimmten Bedingungen wie dem Vorhandensein von Luft und einer Wärmequelle etwas geschieht.

Durch Diskussionen über ihre Experimente und dem Bezug der Energienutzung zu ihrem eigenen Leben und zum Planeten allgemein verstehen die SchülerInnen, dass Kraftstoffe gespart werden müssen. Also entscheiden sie sich zu untersuchen, wie ihre Schule den Energieverbrauch steuert, damit sie im Winter warm und im Sommer kühl bleibt. Ihre Untersuchung findet in vier Phasen statt:

1.
Entwicklung eines Plans zur Lösung der Frage der Kraftstoffeinsparung in der Schule. Ihre allgemeine Frage lautet: Wie können wir Energieverluste in der Schule vermeiden? ('fragen')

2.
Sie führen eine Untersuchung durch, um Stellen zu lokalisieren, die im Winter kalt und zügig sind oder im Sommer heiß. ('herausfinden')

3.
Sie suchen nach Informationen und führen kleine Experimente durch, z.B. wie der Temperaturverlust einer Tasse heißen Wassers reduziert werden kann, indem verschiedene Arten von Material verwendet werden, um die Tasse zu bedecken, um den Energiefluss im Winter zu reduzieren und ihn im Sommer zu erhöhen. ('herausfinden')

4.
Sie entwerfen ein Informationsblatt, um Vorschläge zu machen, wie die Schule energieeffizienter gestaltet werden kann, indem sie Vorschläge für einer Reduzierung des Energieverbrauchs für Licht und Computer

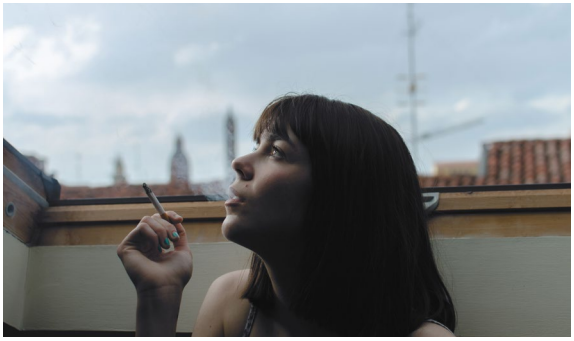
erarbeiten und dies mit der Schulleitung am "Energietag" der Schule diskutieren. ('handeln') Dies beinhaltet das Lernen über Kraftstoffe und Energieübertragung, zum Beispiel:

- Beispiele für Energieübertragung;
- Kraftstoffe werden als Ausgangspunkt in einem Energietransfersystem benötigt;
- Fossile Brennstoffe brauchen Luft und eine Wärmequelle;
- Wärme fließt von Regionen mit hohen zu niedrigen Temperaturen;
- Der Energietransfer kann gesteuert werden, wodurch Kraftstoffe gespart und Kosten gesenkt werden.

Dimensionen von SSIBL

Wo findet der Wärmeverlust zu Hause/in der Schule statt? Wie können wir herausfinden, wie viel Wärme verloren geht? Ändert sich der Wärmeverlust mit der Tageszeit? Welche Daten müssen wir sammeln? Wie können wir unsere Daten am besten darstellen und interpretieren (dabei mathematisches Wissen und Fähigkeiten nutzen)? Welche Instrumente werden wir verwenden (z. B. Wärmebildkameras, falls verfügbar)? Wie werden wir unsere Daten präsentieren? Wie werden wir wissen, dass unsere Daten genau und zuverlässig sind? Wie können wir unsere Daten zur Erreichung von Einsparungen bei Kraftstoffen und für eine bessere Lernumgebung für SchülerInnen nutzen?

Die SchülerInnen könnten recherchieren wie andere Gebäude, die ihrer Schule ähnlen, isoliert sind. Wie gehen wir vor um Energieverluste zu reduzieren? Welche Ressourcen werden wir brauchen? Wie können wir die Beweise nutzen, um das Management und die Direktion davon zu überzeugen, diese Ressourcen bereitzustellen? (Siehe auch ***Tabelle 2***).



2. WARUM RAUCHEN JUNGE MENSCHEN?

Rauchen in der Jugend ist ein Problem, zum Beispiel in Großbritannien, besonders unter jungen Frauen. SchülerInnen könnten folgendes Lernen:

- Die Rolle der Bronchien und Lungen und wie ihre Struktur für die Funktion angepasst ist;
- Atemmechanik (die Bewegung des Brustkorbs und der Interkostalmuskeln);
- Die Bedeutung von Sauerstoff für den Zellstoffwechsel und die Notwendigkeit, Kohlendioxid aus dem Körper zu entfernen;
- Sauerstoff- und Kohlendioxiddiffusion über Lungenmembrane und Konzentrationsgradienten;
- Wie Blut Gase zu und von Zellen transportiert.

Im Rahmen der Lektion über den Übergang von O_2/CO_2 wird den SchülerInnen ein Modell des Rauchverhaltens gezeigt (***Abbildung 4***), das die Auswirkungen des Rauchens verdeutlicht. Sie könnten zum Beispiel diskutieren, wie weit dieses Modell darstellt, was an der Oberfläche der Lunge stattfindet, was die Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen der Modelllunge aus Watte und echten Lungen sind. Die SchülerInnen könnten über die schwammige Beschaffenheit der Oberfläche der Lunge lernen sowie darüber, inwiefern das Teer die Oberfläche der Lunge verfärbt und über die Rolle der Bronchien beim Ein- und Ausatmen.

Dimensionen von SSIBL

Die SchülerInnen können die Auswirkungen des Rauchens auf junge Menschen, die Risikofaktoren (die Wahrscheinlichkeit, an einer schweren Lungenerkrankung zu erkranken, in Verbindung mit der Schwere der Auswirkungen) und die Frage, ob E-Zigaretten eine gute Alternative für süchtige Jugendliche sind, untersuchen. Nachdem sie die Demonstration gesehen und die biologische Wirkungen verstanden haben, können die SchülerInnen diskutieren, wie mehr Wissen über Rauchen die Rauchgewohnheiten ihrer Altersgenossen beeinflussen könnte.

Die SchülerInnen könnten eine anonymisierte Umfrage erstellen, um herauszufinden, wie viele ihrer Altersgenossen rauchen, warum diejenigen, die rauchen, dies tun und ihre Ansichten über “passives” Rauchen ermitteln. Sie könnten in Gruppen arbeiten, um Fragebögen zu entwickeln und zu testen, z.B. mit *Survey Monkey*, und diese dann an Peers senden. Sie könnten auch Daten sammeln, um den Zusammenhang zwischen Rauchen und Krankheiten, wie Emphysem und Lungenkrebs, im späteren Leben herauszufinden.

Basierend auf ihrer Forschung entwickeln SchülerInnen ein Poster, das an einer exponierten Stelle in ihrer Schule ausgestellt werden kann. Die Informationen, die sie sammeln, könnten auch die Art und Weise beeinflussen, wie die Risiken des Rauchens gelehrt werden. Siehe auch ***Tabelle 2***.

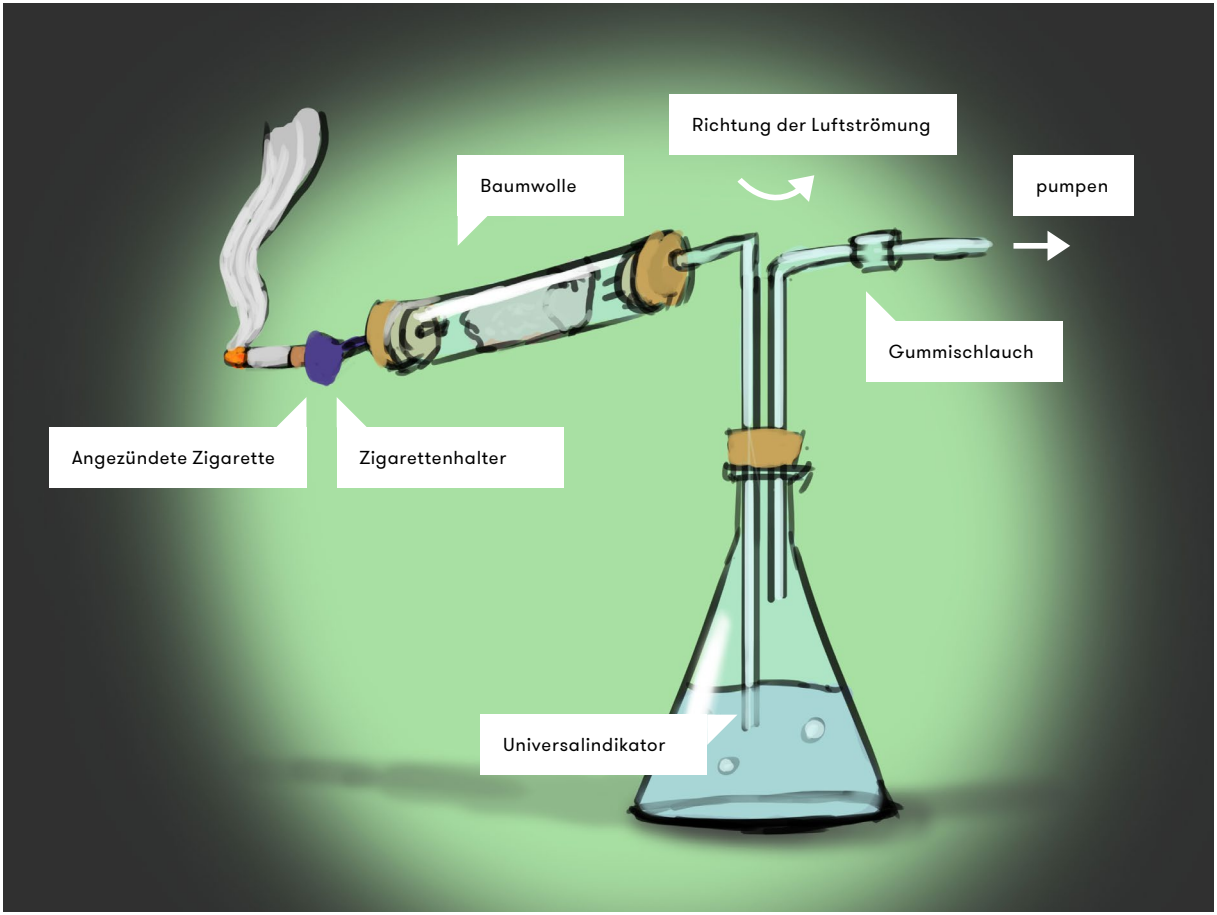


Abbildung 4 — Rauchversuch

3. UMWELTFREUNDLICHE KLEIDUNG

Dieses Beispiel basiert auf einem Projekt mit einer Klasse von 17-Jährigen, die Chemie studieren. Der Kontext für diese Aktivität war ein Zeitungsartikel [4], der von einer Studentin während der LehrerInnenfortbildung am University College London mitgebracht wurde. Der Artikel erklärt, wie die Luftverschmutzung durch Kleidung, die die Luft reinigt, reduziert werden kann.

Die katalytische Bekleidungstechnologie bringt mehrere verschiedene Bereiche der Chemie zusammen. Denim-Jeans werden mit einem Waschpulver gereinigt, das Nano-Partikel aus Titandioxid, TiO_2, enthält, das *photokatalytische* Eigenschaften hat. Diese Partikel aus Titandioxid wirken in Gegenwart von Licht auf flüssiges Wasser und Wasserdampf in der Luft (daher Photokatalyse) und produzieren radikale Moleküle, die extrem reaktiv sind (freie Radikale waren im Chemiekurs der Studierenden aufgetaucht, als sie über die Zersetzung von Kohlenwasserstoffen lernten) und können mit toxischen NO_x-Partikeln in der Luft reagieren und diese in relativ harmlose Verbindungen umwandeln. Dies ist besonders vorteilhaft, da die nanoskaligen Partikel in der Lage sind, an der Jeans haften zu bleiben und aufgrund ihrer geringen Größe eine große Oberfläche erzeugen, was dazu beiträgt, den chemischen Abbau von NO_x-Schadstoffen noch weiter zu beschleunigen. Darüber hinaus hat Titandioxid viele andere physikalische und chemische Eigenschaften, die im täglichen Leben eine Rolle spielen (z. B. in Zahnpasta, Süßwaren, Sonnencremes, Kosmetika und Backwaren).

Titandioxid und seine Rolle in der katalytischen Kleidung bietet nicht nur einen faszinierenden Kontext für Photokatalyse, freie Radikalreaktionen und Nanochemie, sondern auch Untersuchungen darüber, wie effektiv katalytische Kleidung bei der Reinigung der Luft sein kann und gibt Auskunft über das Kosten-Nutzen-Verhältnis. Wie viele Menschen müssten beispielsweise katalytische Kleidung tragen, um den NO_x-Gehalt deutlich zu senken? Könnte es zu Nebenwirkungen kommen? Dies könnte erforscht werden, indem Sekundärdaten herangezogen werden.

4
Der Artikel ist abrufbar unter: https://www.theguardian.com/sustainable-business/sustainable-fashion-blog/clothes-tackle-city-pollution-laundry-additive. Weitere Informationen zu katalytischer Kleidung sind abrufbar unter: https://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/catalytic-clothing-purifying-air-goes-trendy/

Die Kampagne und die Untersuchung nahmen eine andere Wendung, als ein Studierender die Herstellung von Titandioxid erforschte und herausfand, dass es in Sierra Leone in Form des Minerals Rutil abgebaut wurde. Beim Durchsehen von Webseiten entdeckte er, das dieser umstrittene Aspekt in der Literatur nicht erwähnt wurde, und dass die Rutilextraktion dazu führte, das viele Menschen umsiedeln mussten, die Umwelt zerstört wurde und die Menschen kaum etwas davon hatten [5]. Wenn die lokale Umwelt in Sierra Leone geschützt und durch den Abbau sogar verbessert werden sollte, würden die Kosten für Rutil enorm steigen. Diese Information veranlasste den Studierenden, eine neue Frage zur Untersuchung zu stellen: Überwiegen die Vorteile von Titandioxid gegenüber dem Schaden? Wenn nicht, wie kann die Technologie der katalytischen Kleidung gerechtfertigt werden? Die Studierenden arbeiteten an einer kontroversen „Landkarte“ (Anhang 2), um Beziehungen zwischen verschiedenen Interessensgruppen zu identifizieren: Minenunternehmen, Bergleute, Regierung von Sierra Leone, durch die Minen vertriebene Obstbauern, ChemikerInnen, KleidungsdesignerInnen, Waschpulverhersteller, UmweltaktivistInnen, Rutil Mineral, Kleidungsstücken.

Diese Frage wurde dann mit allen Studierenden des Jahrgangs diskutiert. Die Studierenden waren der Meinung, dass die Vorteile von Titandioxid überwiegen, entschieden jedoch, lokale Umweltgruppen auf die Produktionsbedingungen aufmerksam zu machen.

Tabelle 2 auf der folgenden Seite fasst diese SSIBL-Aktivitäten zusammen.

5
https://www.christianaid.org.uk/resources/about-us/sierra-leone-crossroads-seizing-chance-benefit-mining

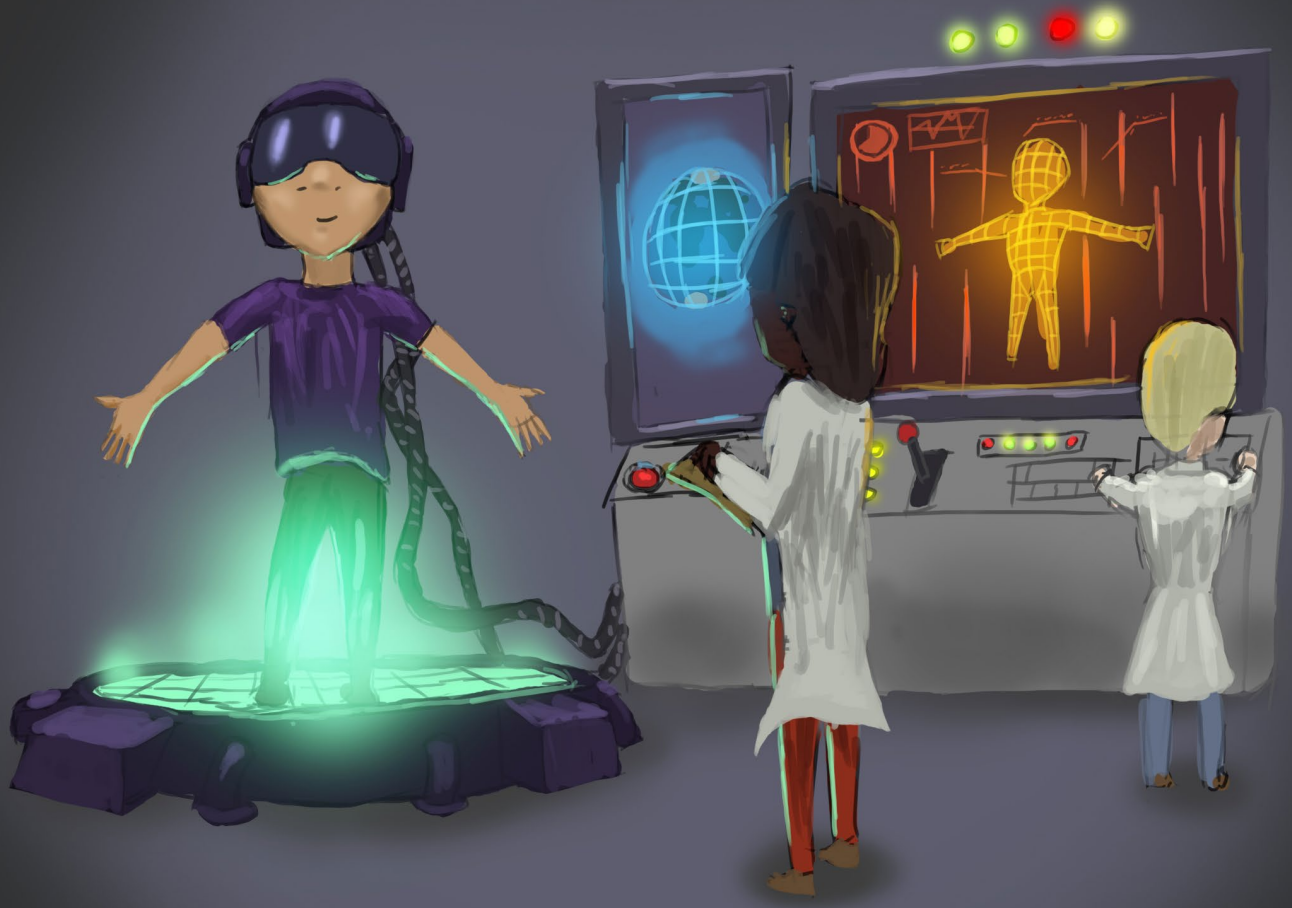
Naturwissenschaftsinhalt	Fragen	Herausfinden	Handeln	Soziale Erwünschtheit	Ethische Akzeptanz	Nachhaltigkeit
Die Energieverluste einer Schule reduzieren						
Energieübertragung, Kraftstoffe, Kraftstoffeinsparung, Isolierung, Wärmebildtechnik, Datenerfassung, Probenentnahme.	Wo findet der größte Wärmeverlust in der Schule statt? Was können wir dagegen tun?	Beste Wege, um den Wärmeverlust zu messen; genaue Daten sammeln; Interpretation der Daten; Wirksamkeit von Dämmung; Forschung zur Energieeinsparung in Gebäuden.	Informationen über Wärmeverluste und Möglichkeiten, die zur Verbesserung des Problems beitragen, Schulbehörden und dem Schulrat präsentieren. Die Botschaft gut verpacken, um Entscheidungs-trägerInnen zu überzeugen.	Mittel identifizieren, um den Komfort und das Wohlbefinden von SchülerInnen durch effektive Kostenkalkulation zu verbessern.	Die Folgen der Maßnahmen sind die Verbesserung der Lernbedingungen und die Maximierung des Nutzens für alle Beteiligten.	Kraftstoffeinsparung.
Warum rauchen junge Menschen?						
Lungenstruktur und -anpassung, Atemmechanik, Gasdiffusion, Rolle des Blutes beim Sauerstoff- und Kohlendioxidtransport, Zellstoffwechsel, Modellierung der Auswirkungen des Rauchens.	Kennen unsere MitschülerInnen die Auswirkungen des Rauchens auf die Gesundheit? Was denken sie über Passivrauchen? Was sind die besten Botschaften in der Biologie, um mit jungen Menschen übers Rauchen ins Gespräch zu kommen?	Erstellen einer validen Umfrage; Interpretation der Ergebnisse; Erforschung der Beziehung zwischen Wissen über die Auswirkungen vom Rauchen und dem Verhalten; Alternativen zum Rauchen.	Erstellen eines Posters, um Gleichaltrige über das Rauchen zu informieren; Verhandeln eines Platzes für das Poster in der Schule; Bewusstseinsbildung bei LehrerInnen und SchülerInnen über die Auswirkungen des Rauchens.	Sensible Ansätze finden, um das Bewusstsein für die gesundheitlichen Auswirkungen des Rauchens zu schärfen.	Eröffnet die Diskussion über Gesundheitsprobleme, ohne sensible Informationen preiszugeben.	Gesundheitsförderung.

Tabelle 2 — Zusammenfassung der SSIBL-Aktivitäten

Naturwissenschaftsinhalt	Fragen	Herausfinden	Handeln	Soziale Erwünschtheit	Ethische Akzeptanz	Nachhaltigkeit
Umweltfreundliche Kleidung						
Mechanismen freier Radikale, Photokatalyse, Nanochemie, NO_x-Schadstoffe.	Wie können wir das Bewusstsein für umweltfreundliche Kleidung schärfen? Unter welchen Bedingungen kann umweltfreundliche Kleidung etwas bewirken? Wer ist durch den Abbau von Titandioxid betroffen? Was sind die besten Wege, die ethischen Probleme anzugehen?	Verwendung von Sekundärdaten zur Bewertung der Auswirkungen des Tragens von katalytischer Kleidung und wie diese hochskaliert werden kann? Identifizieren der widersprüchlichen Werte und Interessen bei der Herstellung von katalytischer Kleidung.	Thematisierung der Kontroverse rund um den Bergbau mit lokalen Umweltgruppen, basierend auf Wissen, das sie über die Produktion und die Vorteile/Nachteile von Titandioxid gesammelt haben.	Verwendung von Produkten, die die Luftqualität verbessern.	Berücksichtigt Vor- und Nachteile für alle Beteiligten.	Soziale und wirtschaftliche Bedingungen für den Nutzen für die Umwelt.

Anhang 1—

Authentische Fragen zu SSIs: ‘fragen’



Bei der Entscheidung, ob das gewählte Szenario für SSIBL geeignet ist, kann die folgende vom Nijmegen-Team entwickelte Szenario-Maschine verwendet werden (***Abbildung S1***).

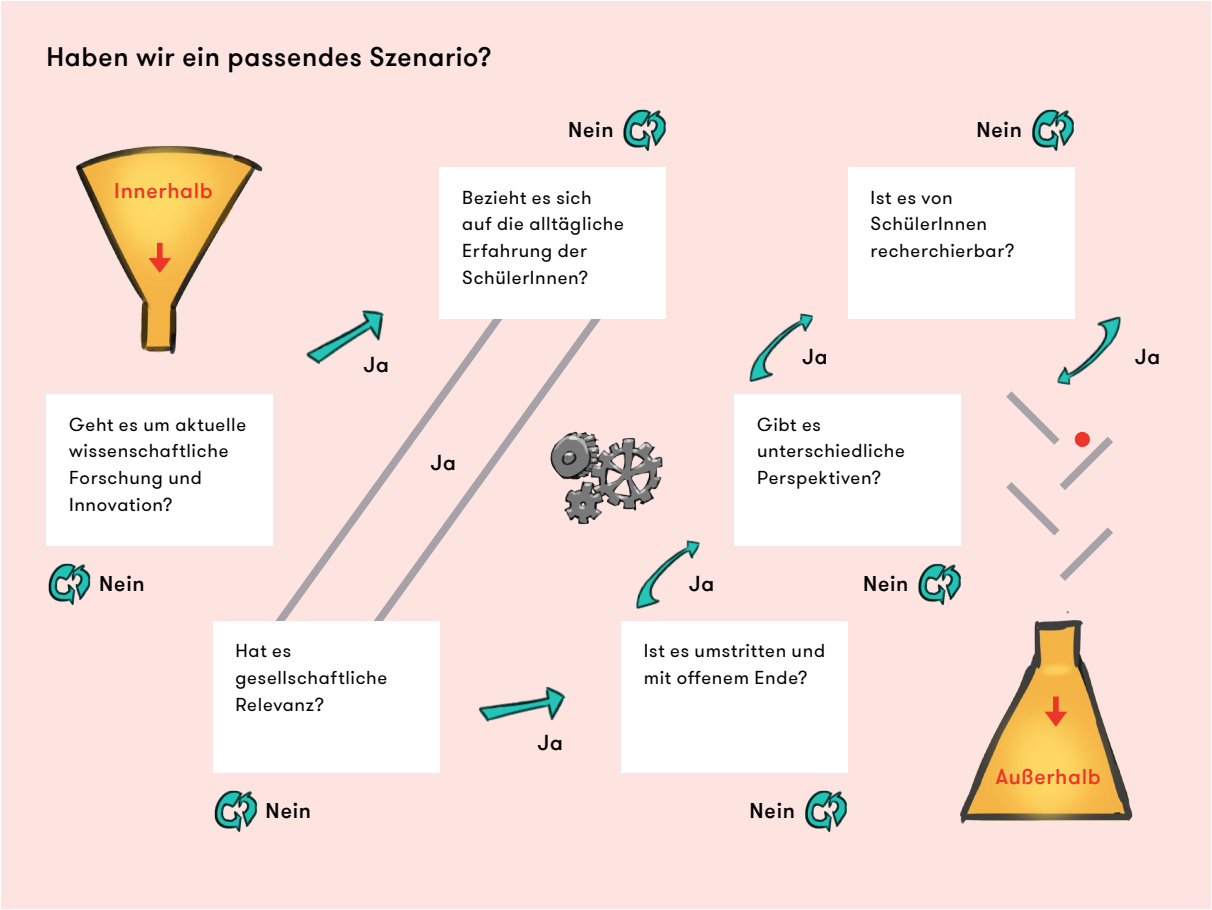


Abbildung S1 — Die SSIBL-Szenario-Maschine

Gegenstand des Artikels	SSI
Biologie	
Impfung und Gesundheitsprobleme	Impfung im holländischen Bibelgürtel; schwangere Frauen, Reisen und Zika-Virus; Ebola und Reiseverbot; Tierversuche.
Rauchen und Gesundheitsrisiken	Rauchen und staatliche Beschränkungen; Wert des menschlichen Lebens (Krankheit vs. Medizin); Krankheit und Lebensstil.
Nahrungsmittelknappheit im Jahr 2050	Welche Lösung würde die Nahrungsmittelversorgung in den kommenden Jahren sicherstellen?
Stammzellenforschung	Leben retten mit Stammzellen, aber manche Leute finden es vielleicht unethisch. Sollten wir weiterhin Stammzellen verwenden?
Mit Pilzen gegen Pflanzenkrankheiten kämpfen	Können wir - und sollen wir - einen Pilz modifizieren, um sein Verhalten an unsere Bedürfnisse anzupassen?
Mit Gentherapie gegen Alzheimer in Mäusen kämpfen	Tierversuche. Verwendung von Gentherapie. Auswirkungen von Alzheimer.
Coca Cola Lobbying gegen Gesundheitsschutzgesetze	Sollten die Regierungen die Lobbyarbeit von multinationalen Unternehmen einstellen, insbesondere wenn die Produkte auf die Gesundheit schädliche Auswirkungen haben?

Tabelle S1 — Artikel über SSIs, die von den JunglehrerInnen der Utrechter Universität ausgewählt wurden

Biologie, Mathematik	
Teenager rauchen und trinken häufiger wenn die Eltern nicht zuhause sind	Das Verwenden von schädlichen Substanzen und Gesundheitsthemen.
Chemie	
Die Verwendung von alten Autoreifen, um damit eine Basis für Sportfelder zu schaffen	Die Autoreifen enthalten PAHs (*polycyclic aromatic hydrocarbons:* polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe), die als krebserregend gelten.
Ins Meer urinieren	Warum glauben Menschen, dass es schädlich ist, im Meer zu urinieren? Was haben WissenschaftlerInnen zu sagen?
Chemie, Biologie	
Plastik in Tiefseefischen	Sollten wir weiterhin Kunststoffe verwenden, die nicht biologisch abbaubar sind?
Hohe Konzentrationen von Pestiziden in Müsli und anderen Getreidearten	Welche Auswirkungen haben Pestizidkonzentrationen auf unsere Gesundheit? Sollte das so weitergehen?
Chemie, Biologie, Astronomie	
Partikel in der Marsatmosphäre	Partikel in der Marsatmosphäre verursachen Alzheimer, werden wir jemals in der Lage sein auf anderen Planeten als der Erde zu leben?

Gesellschaftliche Themen mit Naturwissenschaftsbezug aus den Nachrichten

Tabelle S1 zeigt eine Auswahl von Zeitungsartikeln, die von JunglehrerInnen der Universität Utrecht, Niederlanden, ausgewählt wurden, den SSIs (gesellschaftlich und wissenschaftlich relevanten Themen), mit denen sie verbunden sind, den Fragen, die sie stellen, und den Disziplinen, auf die sie sich beziehen.

ANSÄTZE ZUM FESTLEGEN DES SZENARIOS FÜR SSIs

Beispiel für die Aktivität: Interesse anregen

Eine wichtige Herausforderung beim Unterrichten von SSIBL besteht darin, das Interesse der SchülerInnen zu wecken. Wo SchülerInnen keine drängenden Fragen oder ein Dilemma haben, ist es eine nützliche Strategie, Medienrepräsentationen zu nutzen, um den Enthusiasmus und damit die Diskussion zu stimulieren. Dieses Beispiel stammt von einer SSIBL-LehrerInnenfortbilung für Nanotechnologie an der Universität Malmö. *Ultra Ever Dry* ist ein gutes Beispiel für ein Nanomaterial, da es hydrophob ist und als Abschreckung gegen unsoziales Verhalten eingesetzt wird. Ein ungewöhnlicher Ort für die Anwendungen ist das Rotlichtviertel St. Pauli in Hamburg, wo viele Wände mit *Ultra Ever Dry* beschichtet sind. Wenn Betrunkene an die Wände urinieren, prallt ihr Urin direkt auf sie zurück, was eine Abschreckung darstellt. Diese Anwendung wird jetzt in anderen Städten getestet [6]. Könnte dies jedoch ein Mittel sein, das den Bau öffentlicher Toiletten ersetzt?

Beispiele für andere Quellen für Dilemmas finden Sie online [7].

Das Thema E-Zigaretten hat das Interesse der Medien geweckt, wobei ExpertInnen sehr unterschiedliche Standpunkte zum Thema vertreten. Obwohl E-Zigaretten in Teilen von Großbritannien und in Europa verboten sind, gibt es einige Behörden, die diese als eine gute Möglichkeit zur Raucherentwöhnung sehen, zum Beispiel Professor David Nutts Artikel [8] in *The Guardian* im Oktober 2016.

6
Siehe: https://www.theguardian.com/cities/2015/mar/04/st-pauli-pees-back-hamburg-red-light-district-revenge

7
Siehe zum Beispiel: http://www.fi.uu.nl/toepassingen/28527/

8
Siehe: http://www.theguardian.com/commentisfree/2016/oct/14/vaping-saves-lives-madness-ban-smokers-cigarettes-kill

Die Schlagzeile lautet: 'Vaping saves lives. It'd be madness to ban it' (Dampfen rettet Leben. Es wäre Wahnsinn, es zu verbieten). Das ist die Schlagzeile, die zu Diskussionen führen wird, wenn die Behörden es verboten haben. In den ENGAGE-Aktivitäten gibt es nützliche Ressourcen zu E-Zigaretten [9].

Kartenspiele

Es gibt eine Reihe von Spielen, die online heruntergeladen werden können und sehr hilfreich bei der Unterstützung von SchülerInnen sind, die über naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Dilemmata nachdenken. Diejenigen, die besonders für SchülerInnen der Sekundarstufe geeignet sind, stammen von Democs und können online mit einer Creative-Commons-Lizenz gefunden werden [10]. Kartenspiele zur Diskussion über aktuelle Themen, einschließlich SSIs, können über *PlayDecide* [11] heruntergeladen werden.

Concept Cartoons

Concept Cartoons sind eine weitere Möglichkeit, die Diskussion über kontroverse Themen anzuregen. ***Abbildung S2*** ist ein Beispiel für einen Concept Cartoon. SchülerInnen und LehrerInnen können jedoch ihren eigenen Concept Cartoon erstellen, indem sie Sprechblasen mit unterschiedlichen Ansichten zu einem bestimmten Szenario erstellen.

Strukturierungsfragen für ein Dilemma

Die Universität Utrecht nutzte ein Karussell-Modell in LehrerInnen-Fortbildungssitzungen für JunglehrerInnen, um die Szene zu bestimmen und über verschiedene Fragen nachzudenken. Ihr Raster (***Tabelle S2***) wurde für die Verwendung mit SchülerInnen modifiziert. Die Beispiele aus Kapitel 3 wurden zu Illustrationszwecken verwendet.

9
Siehe: http://www.engagingscience.eu/en/2015/10/13/electronic-cigarettes

10
Siehe: http://www.edinethics.co.uk/enhancement/ethentech-democs/democsgame.htm

11
Siehe: http://www.playdecide.eu/about.html

Abbildung S2 — Beispiel für einen Concept Cartoon

Fragen	Fall A	Fall B	Fall C
Um was geht es in diesem Fall, was ist die Kontroverse?	Kraftstoffeinsparung in der Schule.	Rauchen bei jungen Leuten.	Bekämpfung der Luftverschmutzung.
Welche AkteurInnen sind involviert (was sind ihre Interessen?)	SchülerInnen (in einer gesunden Umgebung lernen); Schulmanagement (Verwaltung der Heizkosten); Kommunalbehörde (Vorschriften für den Bau von Gebäuden).	SchülerInnen (Nikotinsucht, was kann dagegen unternommen werden, welche Alternativen gibt es?); LehrerInnen (Wie kann man das Thema im Unterricht sensibel behandeln?); Schulmanagement (Was sollte Schulpolitik sein?); Eltern (welche Informationen helfen uns?); Gesundheits-expertInnen (Informationen über die Einstellungen der SchülerInnen); Tabakindustrie (Gewinne, Beschäftigung), Regierung (wichtige Steuern).	SchülerInnen (Maßnahmen gegen Luftverschmutzung, relevant für Wissenschaft); Umweltgruppen (Formulieren von politischen Strategen in einem lokalen, nationalen und Jugendkontext); lokale Gemeinschaft (Mittel zur Verringerung der Umweltverschmutzung vor Ort und praktisch); LehrerInnen (Bezug zum Chemielehrplan).

Tabelle S2 — Raster zur Vorbereitung auf verschiedene SSIBL-Aktivitäten

Relevante wissenschaftliche Inhalte	Wärmefluss; Leitfähigkeit; Messtemperatur.	Atmung; Mechanik des Atmens; Gasdiffusion.	Katalyse; organische Chemie; Nanomaterialien.
Welche Fragen könnten aufgeworfen werden? Welche Fragen wirft das Thema auf, die SchülerInnen untersuchen könnten?	Wo sind die “undichten” Bereiche für den Wärmefluss in der Schule? Wie können wir die Schule im Winter wärmer und im Sommer kühler halten? Wie können wir gleichzeitig den Verbrauch an Heizstoffen senken?	Was sind die biologischen Auswirkungen des Rauchens? Welche Adjektive benutzen die Tabakindustrie, um Zigaretten attraktiver zu machen? Warum rauchen junge Leute? Was sind die besten Möglichkeiten, jungen Menschen zu helfen, mit dem Rauchen aufzuhören?	Wie reduziert Öko-Kleidung die Umweltverschmutzung? Wie effektiv ist Öko-Kleidung?

FRAGEN IN INFORMELLEN SETTINGS AUFWERFEN

Ein Beispiel für Forschungsfragen zur Stromerzeugung durch einen Museumsbesuch

Jüngere Grundschulkinder besuchten ein altes Kraftwerk, um sich über verschiedene Möglichkeiten der Stromerzeugung zu informieren. Die LehrerInnen werden in den SSIBL-Bildungsansatz eingeführt und wenden diesen an um Aktivitäten zur Stromerzeugung planen. Durch Zusammenarbeit und erlebnisorientiertes Lernen, einschließlich eines Besuchs im Energy Discovery Centre (EDC) in Tallinn in Estland, planen die LehrerInnen Sitzungen und diskutieren mit den Kindern vor dem Museumsbesuch Fragen wie:

- Sollten die Menschen entscheiden können, welche Energiequelle sie nutzen wollen?
- Wie werden Entscheidungen über die Energieversorgung getroffen?
- Sollten Kinder bei diesen Entscheidungen eine Stimme haben?

Diese Fragen helfen Kindern, über das Problem nachzudenken, wobei sie sich auf die Hauptfrage konzentrieren: Wie soll Elektrizität in Estland produziert werden?

Sie lernen über verschiedene Möglichkeiten der Energieübertragung, experimentieren mit Turbinen und erfahren etwas über die Beziehung zwischen Bewegung und Stromerzeugung (***Foto S1***) und lernen auch historische Phasen der Energieproduktion kennen.

Kinder werden ermutigt, Fragen darüber zu stellen, wie Strom in ihrem Zuhause erzeugt wird. Sie diskutieren in Gruppen verschiedene Handlungsoptionen, um die Energiekosten in ihrem Zuhause zu reduzieren und alternative Quellen zu nutzen.

Foto S1 — Kinder untersuchen den Zusammenhang zwischen Bewegung und Stromerzeugung

Anhang 2—

Untersuchung: ‘herausfinden’

Herausarbeiten der Kontroverse
("Mapping the controversy")

"Mapping the controversy" ist eine Methode, um unterschiedliche Perspektiven in einem SSI sichtbar zu machen, so dass die Zusammenhänge zwischen wissenschaftlichen, technologischen, sozialen, ethischen, politischen und rechtlichen Aspekten diskutiert werden können. Sie ermöglicht es den TeilnehmerInnen auch, Einflüsse auf persönlicher, sozialer und globaler Ebene zu reflektieren. Die Komponenten einer 'controversy map' (Landkarte einer Kontroverse) können menschlich oder nicht-menschlich sein und werden als *Aktanten* bezeichnet. Aktanten können Organisationen oder Einzelpersonen sein.

Sie können das Dilemma in die Mitte eines A3-Blattes schreiben. Schreibe auf (zum Beispiel auf Post-its):

- InteressensvertreterInnen (Aktanten) und ihr Interesse;
- ihre Meinung und ihre Argumente;
- Werte die du identifizieren kannst;
- versuche sie anhand von Pfeilen zu verknüpfen.

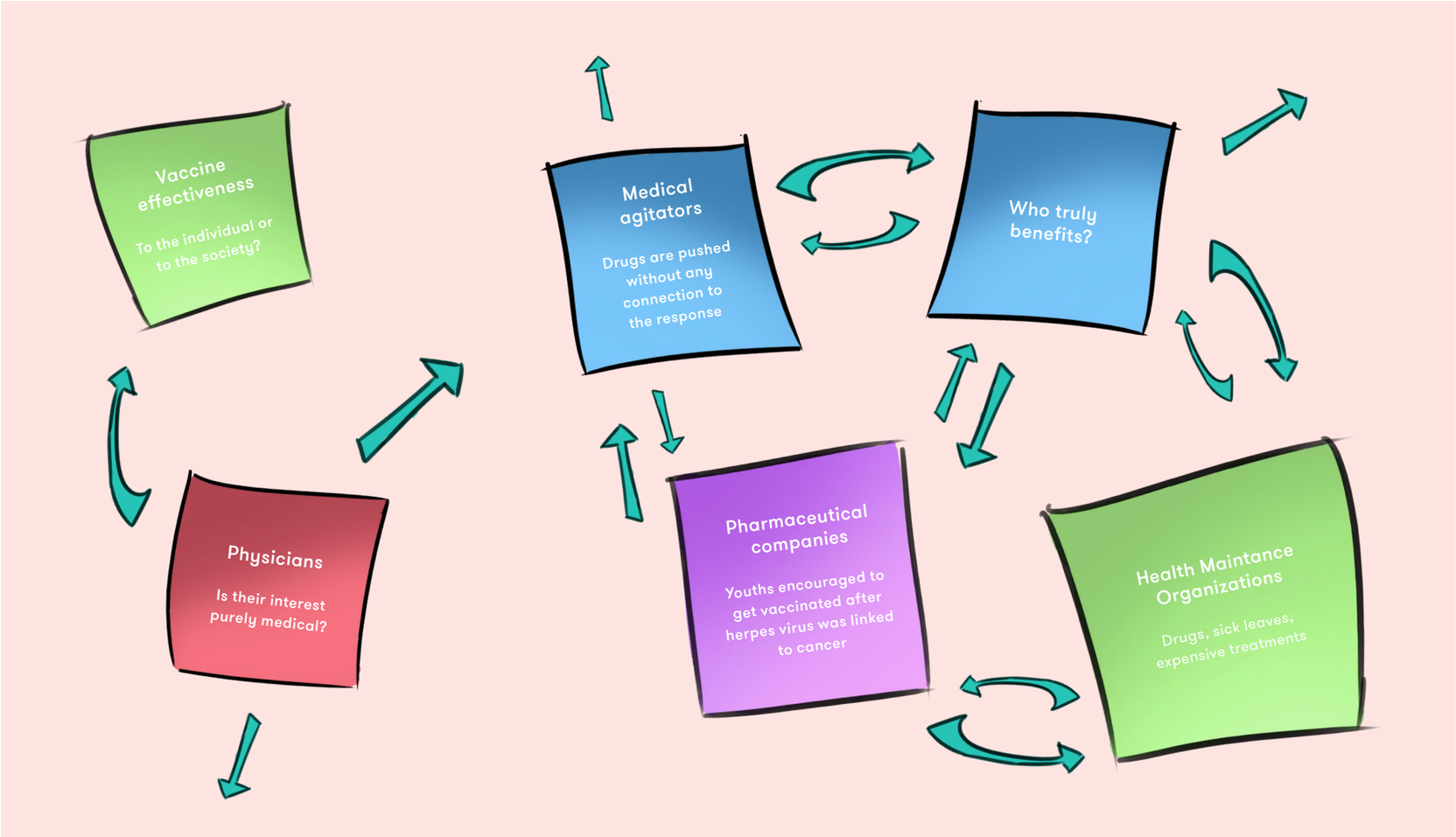


Abbildung S3 — Eine Landkarte der Kontroverse rund um das Thema Immunisierung

Abbildung S3 zeigt die Arbeit der israelischen TeilnehmerInnen an der Landkarte der Kontroverse rund um das Thema Immunisierung. Während die Immunisierung auf die Prävention von tödlichen Infektionskrankheiten ausgerichtet ist, kann sie nicht von den Pharmaunternehmen getrennt werden, die den Impfstoff herstellen (der Impfstoff selbst ist ein Aktant, weil er WissenschaftlerInnen, PatientInnen, ÄrztInnen und pharmazeutische Unternehmen in eine bestimmte Art von Beziehung bringt).Wenn ein Aktant eine Beziehung verändert oder beeinflusst, wirkt er sich auf alle anderen Aktanten aus. Eine neue Regierung könnte beispielsweise die Finanzierungsstruktur für die Produktion von Arzneimitteln ändern, die sich darauf auswirkt, wer geimpft wird und welche Priorität sie gegenüber anderen Gesundheitsfragen haben. Die gemeinsame Planung einer Karte hilft den TeilnehmerInnen, das Problem zu diskutieren, den jeweiligen Aspekt oder die Art der Kontroverse zu diskutieren und sich auf Fragen für die Untersuchung zu konzentrieren.

Life-Cycle Analysis (Lebenszyklusanalyse)

Als Ergebnis der Diskussion über Risiken der Nanotechnologie bei einer Lehrveranstaltungseinheit an der Universität Malmö entschied sich eine/r der JunglehrerInnen für eine Life-Cycle Analysis (Lebenszyklusanalyse) für das Nanomaterial *Ultra-Ever Dry*, dessen hydrophobe Eigenschaften viele Anwendungen in Bürger- und Wohngebieten haben. Ein Ergebnis der Analyse bestand darin, eine Karte zu erstellen, die verschiedene Interessensgruppen miteinander verbindet (***Abbildung S4***). Dies half den TeilnehmerInnen, die Interessengruppen und die Vor- und Nachteile der Technologie zu identifizieren, insbesondere im Hinblick auf die ethische Akzeptanz von Produkten, ihre soziale Erwünschtheit und Nachhaltigkeit.

Beispiel für Aktivität: Modellierung

Diese Aktivität wurde von KollegInnen der Universität von Porto für gesundheitliche Risiken durch Nikotin- und Alkoholsucht genutzt. Ein zentrales Merkmal dieser Aktivität ist die Verwendung von *Daphnia magna* als Modellsystem zum Nachweis von Nikotin- und Alkoholwirkung. *Daphnia* ist ein winziges Krustentier mit einem durchscheinenden Außenskelett, seine Herzschläge können leicht unter dem Mikroskop gezählt werden.

Modelle sind Repräsentationen von Systemen und erlauben es NaturwissenschaftlerInnen, Effekte vorherzusagen, aber es ist wichtig, zwischen Modellen und der Realität zu unterscheiden. Modelle sind Vereinfachungen und Approximationen und können verschiedene Aspekte desselben Phänomens darstellen. Zum Beispiel hilft das Bohr-Modell des Atoms den SchülerInnen, den Elektronentransfer zu verstehen, gibt aber keinen Hinweis auf die 3D-Orientierung von Orbitalen, wie es das Orbitalmodell tut. Skelette zeigen Positionen von Gelenken im Körper und können Bewegungsfreiheitsgrade zeigen, aber ein umfassenderes Verständnis von Bewegung muss durch andere Darstellungen wie medizinische

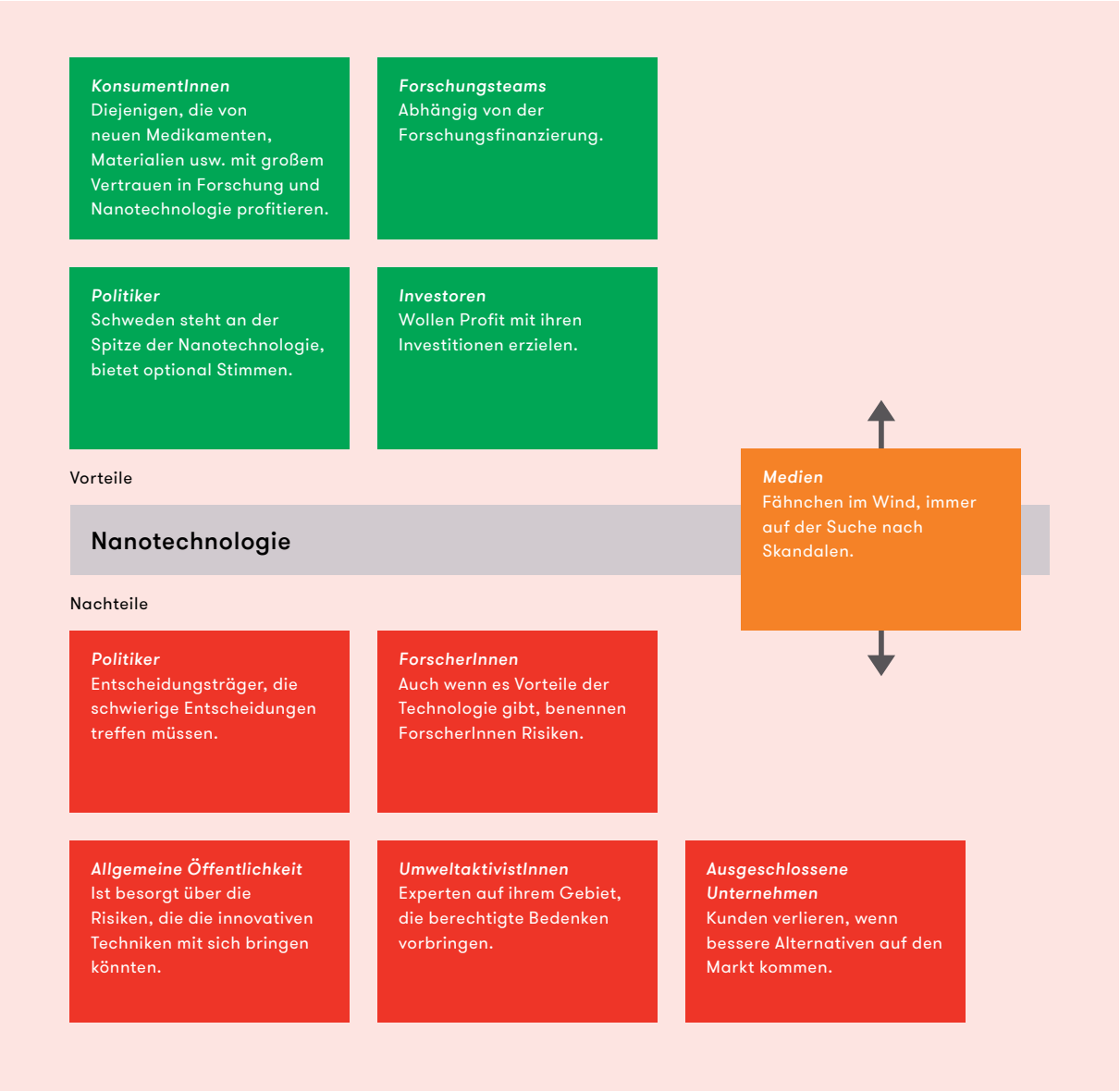


Abbildung S4 — Abbildung von Interessensgruppen für nanotechnologische Produkte

Bilder, die Muskelstränge zeigen und Videos, die menschliches Gehen demonstrieren, ergänzt werden.

Bei kleinen Kindern ist es ein guter Anfang, ein 3D-Modell einer Blume oder eines Tieres zu modellieren und zu erklären, wie sich das Modell von der realen Version unterscheidet. Es gibt auch immer mehr Beispiele für Online-Simulationen [12], die es den SchülerInnen ermöglichen, Phänomene zu erklären, Vorhersagen zu treffen und Probleme zu lösen, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, wie Modelle vereinfacht und Variablen reduziert werden.

Große Klimaphänomene wie der *Treibhauseffekt* können beispielsweise modelliert werden, indem Plastikflaschen verwendet werden, um die Bedingungen in einem Gewächshaus zu simulieren (siehe zum Beispiel "The greenhouse effect -1" in The Royal Society of Chemistry's *Classic Chemistry Demonstrations*).

Beispiel für Aktivität: Risiko und Unsicherheit

Ein wichtiger Aspekt von SSIBL ist das Verständnis von Risiko und Unsicherheit. In Bezug auf die Klimaforschung sind dies entscheidende Konzepte, da jede Handlung mit Unsicherheit und unbekannten Risiken verbunden ist. Risiken können formal als die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses und seiner Auswirkungen verstanden werden. Während also die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tsunami an einem bestimmten Ort auftritt, sehr gering ist, wäre sein Einfluss sehr hoch. Auf der anderen Seite schätzen Menschen das Risiko von Ereignisse wie Hinfallen als gering ein, obwohl diese mit hoher Häufigkeit auftreten, ihre Auswirkungen sind jedoch in der Regel gering. Die Einschätzung des Risikos ist selbst ungewiss. Obwohl argumentiert wird, dass das Risiko objektiv durch das Sammeln relevanter Statistiken gemessen werden kann, müssen oft persönlichen und sozialen Auswirkungen berücksichtigt werden. Zum Beispiel gilt das Fliegen in einem Flugzeug als ein sehr geringes Risiko. Aber manche Menschen sind so besorgt wegen dem Fliegen, dass es für ihre Gesundheit schädlich sein kann und bei der Schätzung des Risikos berücksichtigt werden muss.

Jede Handlung in der Umwelt birgt gewisse Risiken. Einige dieser Risiken sind möglicherweise nicht offensichtlich. Zum Beispiel hat die Verwendung von Sonnenkollektoren als ein Mittel zur Übertragung von Lichtenergie von

---

12
Siehe zum Beispiel: E-chalk (http://www.echalk.co.uk) und PHET (https://phet.colorado.edu), welche Beispiele in verschiedenen Wissenschaftsbereichen anbieten, die für SSIBL-Aktivitäten genutzt werden können.

13
Siehe dazu diesen Artikel: http://news.nationalgeographic.com/news/energy/2014/11/141111-solar-panel-manufacturing-sustainability-ranking

14
Siehe: https://understandinguncertainty.org/view/animations

der Sonne durch Elektrizitätserzeugung keine offensichtlichen nachteiligen Auswirkungen. Die Herstellung von Solarmodulen verbraucht jedoch große Mengen an Energie und die Materialien für ihre Herstellung können toxische Nebenwirkungen haben, insbesondere wenn sie zu geringen Kosten hergestellt werden [13]. David Spiegelhalters Website bietet Animationen für SchülerInnen und LehrerInnen, um Risiken und Unsicherheiten zu diskutieren [14].

Erkenntnisse an einflussreiche Parteien weitergeben

Ein wichtiger Aspekt von SSIBL besteht darin, Änderungen dort vorzunehmen, wo ein Problem vermutet wird. Die SchülerInnen sollten daher Zeit damit verbringen, ihre Argumente zu verbessern, um die Interessensgruppen zu überzeugen, die etwas bewirken können. Wichtige Kriterien sind:

- Die Wahl eines geeigneten Mediums, um die eigene Botschaft anzubringen: Poster, Kurzfilm, dramaturgische Präsentation, ein Artikel in einer Zeitung, Lobbying bei PolitikerInnen.
- Belege präsentieren. Dies bedeutet, die Daten so zu organisieren, dass sie ein überzeugendes Argument darstellen.
- Gründe. Überzeugend klingende Gründe für ihren Fall vortragen.
- Alternativen zum Status Quo vorschlagen.
- Kohärenz. Sind die Punkte konkret, nachvollziehbar und in einer logischen Reihenfolge?
- Halte es kurz und verständlich.

Anhang 3—

Kritische Bürgerbildung

Annäherung an SSIBL durch kritische Bürgerbildung (Citizenship Education, CE)

Einige schöne Beispiele für die Umsetzung von Bürgerbildung im Unterricht finden Sie online [15]. Diese Ressourcen bestehen aus Aktivitäten zur Förderung von Gruppenarbeit und Kollaboration während einer SSIBL-Aktivität.

Controversy line (Positionierung zu einer Kontroverse)

Sobald sich die TeilnehmerInnen auf eine Kontroverse eingelassen haben, positionieren sie sich entlang einer Argumentationslinie, je nachdem, inwieweit sie einem Thema zustimmen oder nicht zustimmen (***Abbildung S5***). Dieses Beispiel stammt aus dem obigen Beispiel einer Lehrveranstaltungseinheit an der *Cyprus University of Technology* über die Verwendung von Antibiotika bei Nutztieren.

Wie TeilnehmerInnen sich entlang der Argumentationslinie positionieren, kann die Diskussion fördern, zum Beispiel können TeilnehmerInnen, die nahe beieinander sind, verhandeln, wer eher zustimmt/widerspricht. Diejenigen an verschiedenen Enden des Spektrums können in Gruppen arbeiten, um die Ansichten, in denen sie sich unterscheiden, weiter zu verfeinern. Eine Möglichkeit die Diskussion anzuleiten ist:

1. Bitten Sie zwei Gruppen von TeilnehmerInnen (Gruppe A und Gruppe B) an den entgegengesetzten Enden der Argumentationslinie, ihre Meinungsverschiedenheiten aufzudecken;
2. Beide Gruppen haben Zeit, ihre Argumente vorzubereiten;
3. Gruppe A hat 3 Minuten Zeit, ihre Position vorzustellen;
4. Gruppe B hört zu und muss den eben gehörten Standpunkt der Gruppe A präsentieren, falls möglich, mit noch stärkerer Argumentation;
5. Die Positionen werden dann umgekehrt;
6. Erst wenn jede Gruppe sicherstellt, dass ihre Positionen verstanden wurden, diskutieren sie die Unterschiede.

Dies unterstützt aktives Zuhören und die Verwendung von Belegen und Logik in der Diskussion. Diese Aktivität kann durch die Einführung einer rationalen und emotionalen Achse unter Verwendung der Methode “Arguments in motion” von Van der Zande (2012) [16] verbessert werden. Während dieser Aktivität stehen die vier Ecken des Klassenzimmers für “mit dem Herzen”, “entgegen dem Herz”, “mit dem Gehirn” und “entgegen dem Gehirn” (***Abbildung S6***). Die TeilnehmerInnen nehmen im Raum einen Platz ein und zeigen ihre Meinung über die zentrale Aussage (für und wider) und wie sie zu dieser Meinung (Herz und Hirn) gekommen sind. Die Idee ist, dass die TeilnehmerInnen die verschiedenen Meinungen “sehen” können, Fragen stellen und Orte wechseln können. Die TeilnehmerInnen können auch an andere Orte im Raum gehen und über Argumente für diesen Ort nachdenken und so über andere Meinungen nachdenken.

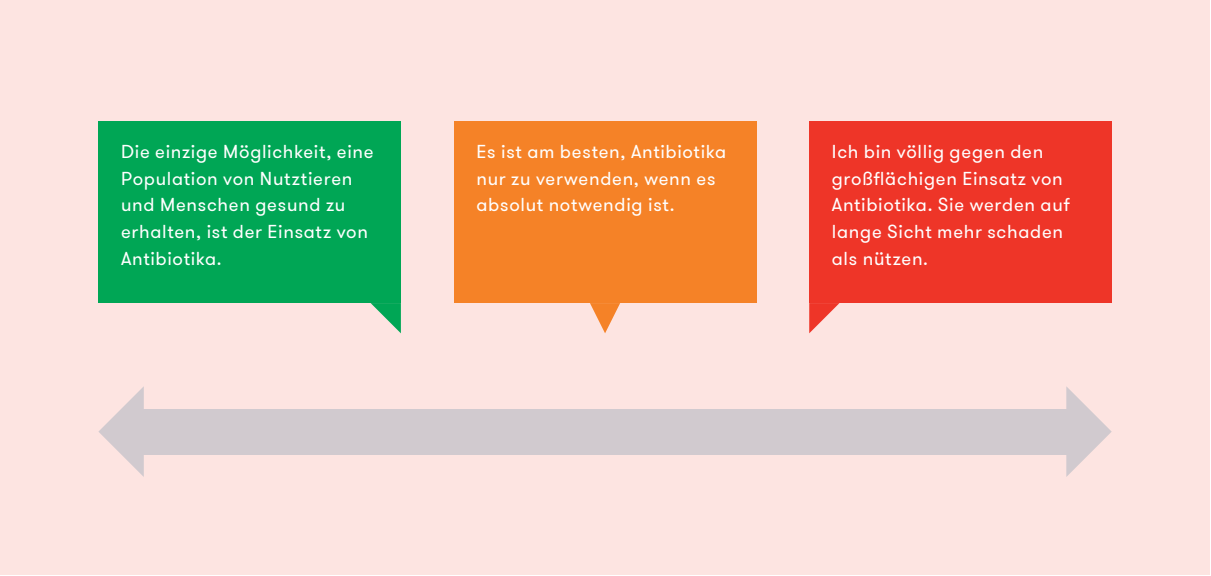


Abbildung S5 — Controversy line (Positionierung zu einer Kontroverse)

15
Diese Aktivität wurde von der Association for Citizenship Teaching in Partnerschaft mit der National Citizen Service Trust (https://www.teachingcitizenship.org.uk/resource/ncs-key-stage-3-curriculum-activities). Eine weitere Ressource, die Diskussionen und Argumentationen in kleinen Gruppen unterstützt, finden Sie unter: https://www.pstt-cpd.org.uk/ext/cpd/argumentation/unit1.php

LehrerInnenpräsentationen zum Thema Antibiotika in der Tierhaltung (z. B. aus der Sicht eines Landwirts, Regierungsbehörde, besorgte WissenschaftlerInnen); der Erfahrungsbasierte Ansatz kann auf https://youtu.be/kuGOJ7mXEFM angesehen werden.

Klärung der Werte

Nachdem das Szenario für ein Problem festgelegt wurde, können die SchülerInnen eine ethische Matrix verwenden, die von Mepham (2005) [17] übernommen wurde und die Ansichten verschiedener Interessensgruppen anhand dreier wichtiger ethischer Prinzipien abbildet. Diese Prinzipien sind:

- *Wohlbefinden:* Respektieren Sie die Interessen der Beteiligten InteressensvertreterInnen und schaden Sie ihren Interessen so wenig wie möglich.
- *Autonomie:* Respekt für die Rechte der Individuen (ob menschlich oder nicht-menschlich), um auf ihre eigene bevorzugte Art und Weise zu handeln und zu leben.
- *Fairness:* gerecht und fair handeln.

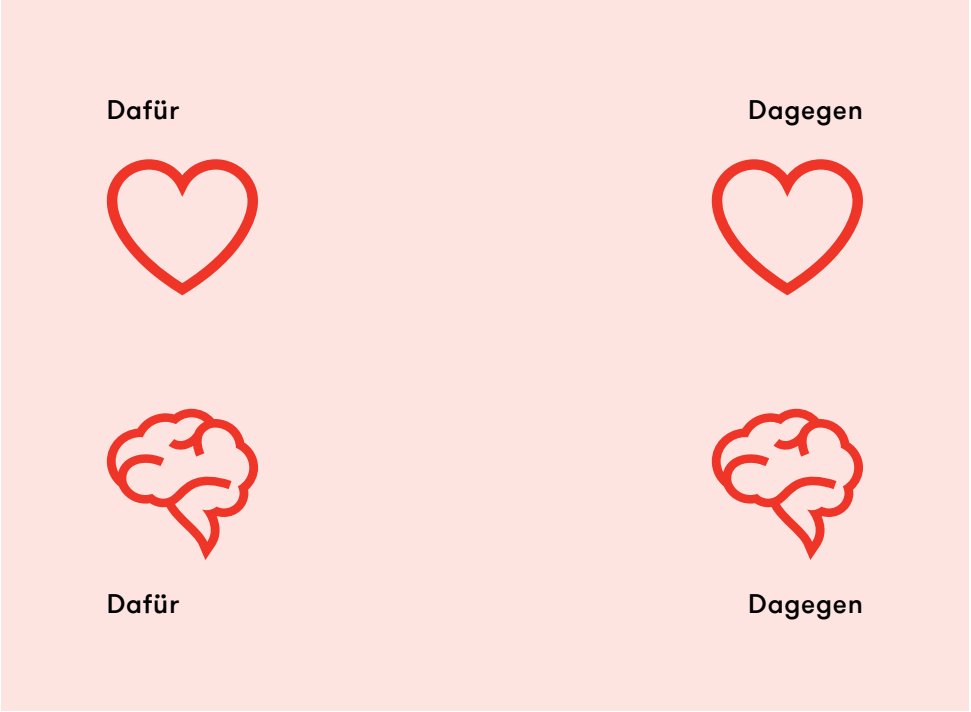


Abbildung S6 — ‘Arguments in Motion’ im Klassenzimmer

Die Zellen der Matrix sind dafür da, damit die SchülerInnen ihre Standpunkte darin eintragen können. Das Beispiel bezieht sich auf das Thema Verwendung von Antibiotika bei Nutztieren (***Tabelle S3***).

Aktiv werden

Während der SSIBL-Aktivitäten wird es einen Punkt geben, an dem eine Klasse oder eine Gruppe über das Handeln diskutieren wird, nachdem sie zu einer oder mehreren Lösungen gelangt ist. Wie das gemacht wird, hängt davon ab, ob die bestimmte Aktivität von nur einer Gruppe von, sagen wir, vier oder fünf TeilnehmerInnen ausgeführt wird; von einer Reihe von Gruppen, die an verschiedenen Aspekten des Themas arbeiten oder als Klassenaktivität. Auch wenn das Problem nur von einer Gruppe angesprochen wird, kann die ganze Klasse ihre Ansichten darüber diskutieren, welche Maßnahmen zu ergreifen sind. Alle Mitglieder der Klasse könnten aufgefordert werden, eine bestimmte Vorgehensweise vorzuschlagen und ihre Ideen in eine Box einzutragen. Der/Die LehrerIn ordnet die Vorschläge in Kategorien (einige Ideen werden sich überschneiden). Die Klasse wird dann in die Hälfte geteilt (z. B. 12 und 12 in einer Klasse von 24). (Wenn in jeder Klasse ungerade Zahlen vorhanden sind, kann ein/e SchlülerIn als Zeitnehmer oder Helfer eingesetzt werden). Ein Raum wird dann im Klassenzimmer mit Stühlen in zwei konzentrischen Kreisen geschaffen, so dass TeilnehmerInnen, die im inneren Kreis sitzen, denen im äußeren Kreis gegenüberstehen.

Der/Die LehrerIn verteilt Papierstreifen mit jeweils einem oder zwei möglichen Handlungssträngen an jede/n SchülerIn im inneren Kreis. Sie besprechen die möglichen Vorgehensweisen mit einer/m SchülerIn, die/der ihnen im äußeren Kreis für zwei Minuten gegenübersitzt. Dann wechseln die SchülerInnen im äußeren Kreis um einen Platz nach links. Die Diskussionen werden mit verschiedenen SchülerInnen für drei bis fünf Interaktionen fortgesetzt, abhängig von der Anzahl der verfügbaren Lösungen. Die Klasse kommt dann zusammen und berichtet über ihre bevorzugten Handlungsoptionen.

16
Zande, P.A.M. van der (2012). Beweegredeneren, een werkvorm bij dilemma's in de klas. Siehe auch: https://elbd.sites.uu.nl/2017/07/28/beweegredeneren-een-werkvorm-bij-dilemmas-in-de-klas/

17
Mepham, B. (2005). Bioethics. Oxford: Oxford University Press.

Respekt für	Wohlbefinden	Autonomie	Fairness
Bauern	Verbessert ihr Einkommen und ihre Lebensbedingungen.	Können selbst entscheiden, unter welchen Umständen Antibiotika bei ihren Rindern eingesetzt werden.	Können ihre Produkte fair auf dem Markt mit fairen Gesetzen und Praktiken unterwerfen.
KonsumentInnen	Erhalten eine Versorgung mit Nahrung von gesunden Nutztieren.	Können wählen, welches Produkt zu kaufen ist.	Eine Versorgung mit Nahrungsmitteln für die gesamte Bevölkerung.
Vieh	Recht auf ein gesundes Leben und Minimierung von Leiden.	Ihre natürliche Lebensweise wird nicht gehemmt, z.B. grasen, schlafen.	Als eigene fühlende Lebewesen behandelt, nicht nur als Instrumente zur Wertsteigerung für die Bauern.

Tabelle S3 — Ethische Matrix für Antibiotika bei Nutztieren

PARRISE (Promoting Attainment of Responsible
Research and Innovation in Science Education) project