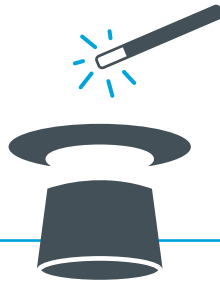


Unterrichten nach TEMI

*Wie die Verwendung
von Mysteris
das Lernen in den
Naturwissenschaften
unterstützen kann*



TEmi

Unterrichten nach TEMI

*Wie die Verwendung
von Mysteries
das Lernen in den
Naturwissenschaften
unterstützen kann*

Verleger: Universität Bremen / Universität Wien

HerausgeberInnen: TEMI – Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated, Peter McOwan, Cristina Olivotto

AutorInnen: Marina Carpineti, Peter Childs, Johanna Dittmar, Ingo Eilks, David Fortus, Marco Giliberti, Avi Hofstein, Julie Jordan, Dvora Katchevich, Rachel Mamlok-Naaman, Ran Peleg, Tony Sherborne, Malka Yayon

Übersetzung: Ingo Eilks, Johanna Dittmar, Laura Merit Piepgras, Anja Lembens, Simone Abels, Katrin Reiter

Design: Zetalab

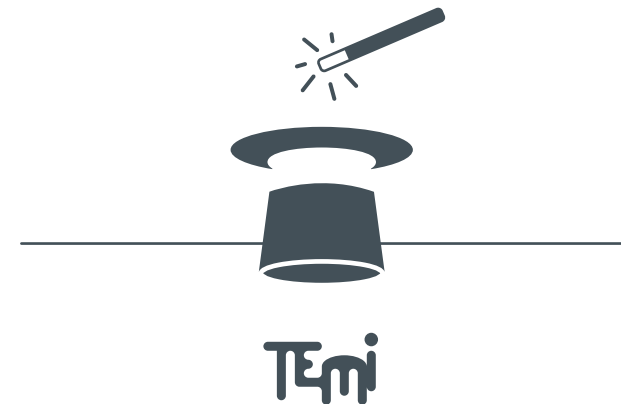
Übersetzt und adaptiert aus dem Englischen

ISBN: 9789491760112

Legal Notice: Dieses Projekt wurde von der Europäischen Kommission gefördert. Die Veröffentlichung spiegelt die Ansichten der AutorInnen wider, die Kommission kann nicht für die Verwendung der Inhalte verantwortlich gemacht werden.

Veröffentlicht im August 2015.

Dieses TEMI Buch ist veröffentlicht unter der Creative Commons Attribution 3.0 Unported Lizenz.



Willkommen beim Unterrichten nach TEMI

In diesem Buch wird Ihnen ein neuer spannender Ansatz für den naturwissenschaftlichen Unterricht vorgestellt. Das TEMI-Projekt (Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated) ist ein von der EU finanziertes Fortbildungsprogramm, das Fachdidaktik-Expertinnen und -Experten aus ganz Europa zusammenführt. Wir möchten Lehrerinnen und Lehrer dabei unterstützen, das Forschende Lernen erfolgreich in ihrem naturwissenschaftlichen Unterricht umzusetzen, um damit die Motivation und den Lernerfolg ihrer Schülerinnen und Schüler zu steigern.



Was ist das Besondere an TEMI?

TEMI beinhaltet vier wesentliche Innovationen: Die Verwendung von Mysteries, um das Interesse und die Motivation der Schülerinnen und Schüler zu wecken; dabei kommt es insbesondere auf die motivierende Präsentation der Phänomene an; das 5E-Modell, das Sie bei der Planung, Umsetzung und Reflexion des Forschenden Lernens in Ihren Klassen unterstützen soll und schließlich ein Ansatz, bei dem die Verantwortung für das Lernen schrittweise von der Lehrperson auf die Schülerinnen und Schüler übertragen wird, wodurch traditionelle LehrerInnen- und SchülerInnenrollen aufgebrochen werden.



Zur Verwendung dieses Buches

Dieses Buch setzt sich aus **vier kurzen Kapiteln** zusammen, die die vier TEMI-Innovationen vorstellen, erklären und anhand von Beispielen erläutern. **Tipps zum Unterrichten nach TEMI** und Vorschläge für die praktische Umsetzung in Ihrer Klasse sind ebenso in diesem Buch enthalten.



Weitere Unterstützung finden Sie online unter teachingmysteries.eu

Auf der **TEMI-Webseite** finden Sie viele weitere Materialien, wie z. B. weitere Mysteries und einen Link zu einer Smartphone-App, die Sie direkt für Ihren Unterricht verwenden können.

Wir hoffen, dass Sie dieses Buch hilfreich finden, und dass auch Sie TEMI erfolgreich in Ihrem Unterricht anwenden können, wie viele der Lehrerinnen und Lehrer, die bereits an den TEMI-Fortbildungen teilgenommen haben.



Das TEMI-Team

Universität Bremen
Deutschland

Charles University Prague
Tschechische Republik

CNOTINFOR
Portugal

Buskerud and Vestfold University College
Norwegen

Leiden University
Niederlande

Sheffield Hallam University
Vereinigtes Königreich

Sterrenlab
Niederlande

Queen Mary University of London
Vereinigtes Königreich

TRACES
Frankreich

University of Milan
Italien

University of Limerick
Irland

Universität Wien
Österreich

Weizmann Institute of Science
Israel

1

Mysteries

Ihr Wesen und das Ziel ihres Einsatzes im naturwissenschaftlichen Unterricht

Was ist ein Mystery?

Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated (TEMI) möchte Lernende in das Forschende Lernen einführen, indem diese mit faszinierenden und herausfordernden Phänomenen konfrontiert werden. TEMI macht sich ungewöhnliche und auf den ersten Blick unerklärliche Phänomene zu Nutze, die als Mysteries bezeichnet

werden. Im Rahmen des TEMI-Projektes wird ein Mystery wie folgt definiert:



Ein Mystery ist ein Phänomen oder Ereignis, das Spannung und Verwunderung bei den Lernenden hervorruft, was zu einem Gefühl des Wissenwollens führt und Fragen aufwirft, die untersucht und erforscht werden können und wollen.



Welche Arten von Mysteries eignen sich für den Unterricht?

Ob ein Phänomen die intendierte Neugierde erzeugt oder nicht, hängt von den Voraussetzungen der Lernenden ab, die mit dem Phänomen konfrontiert werden. Ein Mystery muss die Neugierde der Lernenden wecken sowie Verwunderung und Spannung hervorrufen.

Ob dies gelingt, hängt aber von den individuellen Interessen, Erfahrungen und vom Vorwissen des jeweiligen Schülers bzw. der jeweiligen Schülerin ab. Da das Interesse, die Erfahrungen und das Vorwissen von SchülerIn zu SchülerIn erheblich variieren, kann ein und dasselbe Phänomen höchst mysteriös für eine Schülerin bzw. einen Schüler sein, für andere hingegen keinerlei Herausforderung oder Ansporn darstellen, wenn ihnen zum Beispiel das Phänomen oder die wissenschaftliche Erklärung bereits bekannt sind.

Die unterschiedlichen Wahrnehmungen sind auch vom Alter, den persönlichen Lebenserfahrungen und dem kulturellen Hintergrund abhängig.

Die **Wahrnehmung von Mysteries variiert daher von einem Individuum zum anderen**. Dennoch haben die TEMI-Partner einige Vorschläge zusammengestellt, die Lehrerinnen und Lehrern als Leitfaden zur Auswahl und Erarbeitung von Phänomenen dienen können, die als Mystery für das Forschende Lernen im Unterricht eingesetzt werden können.



Was kennzeichnet ein gutes Mystery für den Unterricht?

Ein Mystery kann das Forschende Lernen fördern, wenn es:

- ① die Lernenden emotional berührt;
- ② Neugierde hervorruft und Fragen aufwirft;
- ③ einfach genug gehalten ist, um eine scheinbare Widersprüchlichkeit zu erzeugen und damit z. B. Überraschung hervorzurufen;
- ④ einen kognitiven Konflikt hervorruft;
- ⑤ mit den bestehenden Kompetenzen der SchülerInnen und gegebenenfalls mit etwas Hilfe der Lehrperson wissenschaftlich untersucht und erklärt werden kann;
- ⑥ wenn es naturwissenschaftliches Wissen schafft oder problematisiert;
- ⑦ erfordert, dass SchülerInnen ihre Fähigkeiten zum Forschenden Lernen anwenden müssen, um das Mystery erklären zu können;
- ⑧ einen ausreichenden Teil des Lehrplanes abdeckt, damit die aufgewendete Zeit gerechtfertigt ist;
- ⑨ innerhalb einer begrenzten Zeitspanne bearbeitet werden kann (1-2 Unterrichtsstunden für die Präsentation des Mysteries und die Aufklärung).

Was kennzeichnet ein schlechtes Mystery?

Ein Mystery ist nicht geeignet für Forschendes Lernen im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts, wenn es:

- ① nur die Lehrperson begeistert und motiviert, nicht aber die SchülerInnen;
- ② keine Überraschung hervorruft oder nur wenig Neugierde weckt und die Lehrperson die ganze Arbeit machen muss;
- ③ naturwissenschaftliche Konzepte beinhaltet, die für die Lernenden zu komplex sind;
- ④ unwesentlich für die Inhalte des Lehrplans ist;
- ⑤ zu komplex ist, um von den SchülerInnen bearbeitet zu werden, was dazu führt, dass es für sie schlicht und einfach wie „Magie“ erscheint.

Verschiedene Arten von Mysteries

Mysteries können aus sehr verschiedenen Bereichen stammen und ebenso verschiedene Charakteristika aufweisen.



Authentische Mysteries

Eine Art von Mysteries bezeichnen wir als authentische Mysteries. Authentische Mysteries sind **Phänomene, auf die wir stoßen, wenn wir uns in unserer natürlichen und technischen Umwelt umsehen.**

Beispiele für authentische Mysteries, die wir in der Natur finden, sind Geysire, verschiedene Arten von Pflanzen oder Kristallen und Polarlichter. So kann sogar die Farbänderung von Gegenständen, die mit Licht einer bestimmten Wellenlänge beleuchtet werden, ein Mystery sein, das eine Herausforderung für Lernende darstellt, sich mit Licht, Wellen und Optik zu beschäftigen.



Inszenierte Mysteries

Einige der authentischen Mysteries können als Modelle mit Hilfe von **Versuchsaufbauten in der Klasse reproduziert werden. Diese und alle anderen für Demonstrationszwecke nachgebildeten Phänomene können als inszenierte Mysteries** bezeichnet werden. Versuchsvorführungen und illusionäre Tricks sind Teil von

inszenierten Mysteries. Ein Beispiel für ein inszeniertes Mystery ist der Chemische Garten – ein wunderschönes Experiment, bei dem Metallsalze zu einer Natronwasserglaslösung gegeben werden, wodurch Gebilde wachsen, die wie mysteriöse Pflanzen aussehen. Dieser Vorgang wirft eine ganze Reihe von Fragen beim Beobachten des Experimentes auf.



Fiktive Mysteries

Schließlich gibt es noch fiktive Mysteries und Mythen. Fiktive Mysteries stammen aus Geschichten oder sie sind im Kino oder im Fernsehen zu sehen. In sehr vielen Filmen und Fernsehserien werden faszinierende Phänomene gezeigt, wobei diese in den meisten Fällen auf Tricks oder auf Spezialeffekten beruhen. Daher können wissenschaftliche Untersuchungen nicht immer erfolgreich zur Auflösung dieser Effekte herangezogen werden. Trotzdem kann es gelingen, aufzudecken, ob es sich dabei um einen Trick handelt oder ob auch naturwissenschaftliche Vorgänge eine Rolle spielen. Außerdem existieren zahlreiche Mythen aus verschiedenen Kulturen, die näher untersucht werden können, wie z. B. dass ein roter Mond ein Zeichen für eine nahende Katastrophe ist. Einige dieser Mythen können wissenschaftlich erklärt werden, andere wiederum nicht. Dadurch können Schülerinnen und Schüler das große Potenzial, aber auch die Grenzen der Naturwissenschaften kennenlernen.



Mit Mysteries unterrichten

- ① Denken Sie über die Überleitung von der Mystery-Präsentation zum Forschen nach. Überlegen Sie sich im Voraus, wie Sie ihre Schülerinnen und Schüler zum Forschenden Lernen hinführen können.
- ② Bereiten Sie sich gut vor und üben Sie effektiv zu präsentieren. Je besser es Ihnen gelingt, das Mystery auf spannende Art und Weise zu präsentieren, umso motivierender wird das Mystery für Ihre Schülerinnen und Schüler sein.

Die Präsentation ist entscheidend für ein gelungenes Mystery

Eine ungewöhnliche Beobachtung ist nicht unbedingt ein Mystery. Sicherlich werden einige Phänomene aus der Natur als mysteriös wahrgenommen, wenn die naturwissenschaftlichen Hintergründe dem Beobachter oder der Beobachterin nicht bekannt sind, z. B. die Polarlichter. Oftmals spielt es aber eine entscheidende Rolle, wie das Phänomen präsentiert wird, damit es überhaupt als Mystery wahrgenommen wird. Die Präsentation ist für die Wahrnehmung als Mystery somit oft bedeutender, als das Phänomen an sich. Über Säuren und Basen lernen Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht schon sehr früh, z. B., dass Indikatoren je nach pH-Wert ihre Farbe ändern. Üblicherweise werden im Unterricht zuerst Säuren und Basen mit Hilfe von Indikatoren eingeführt und getestet. Schülerinnen und Schüler, die bereits so in das Thema eingeführt



wurden, werden die Farbänderung des Indikators nicht als Mystery empfinden. Eine andere Herangehensweise wäre, die Einführung in die Säure-Base-Chemie mit dem Mystery der „Chamäleon-Bubbles“ zu gestalten. Kügelchen können mit einer Indikatorlösung gefüllt werden. Wenn nun eine Säure oder eine Base zum Wasser, in dem die Kügelchen schwimmen, hinzugefügt wird, ändert sich auch die Farbe in den Alginat-Kügelchen. Dies liegt daran, dass die Alginat-Membran für Hydroxid- und Hydronium-Ionen durchlässig ist, nicht aber für die größeren Indikatormoleküle. Dieses interessante Phänomen kann die Neugier der Schülerinnen und Schüler wecken und sie dazu motivieren, mehr über Säuren, Basen und Indikatoren wissen zu wollen.

Das Beispiel zeigt, dass auch klassische Phänomene und Konzepte aus dem Lehrplan in ein spannendes Mystery verpackt werden können, wenn sie auf eine neue Art und Weise präsentiert werden. Weitere Informationen zur Gestaltung von Phänomenen als Mystery finden Sie in den späteren Kapiteln.

Quellen, wo Sie Ideen für Mysteries finden:

Viele Unterlagen und Hilfsmittel zur Inspiration und Erstellung von Mysteries finden Sie auf folgenden Webseiten:

www.teachingmysteries.eu
<http://teachingmysteries.eu/de>
<http://teachingmysteries.eu/at>

Das Internet als Inspirationsquelle

Die reichhaltigsten Inspirationsquellen zur Gestaltung Ihrer TEMI-Unterrichtsstunden sind Versuchsanleitungen oder Videos von Experimenten und Phänomenen im Internet. Auf [YouTube](#) finden sich zahlreiche Videos, die Lehrerinnen und Lehrern Anregungen zu einer anderen und kreativen Gestaltung und Präsentation von Inhalten und Mysteries liefern.

Wenn man z. B. auf YouTube nach den Schlagworten „magic“, „acids and bases“ sucht, findet man eine Vielzahl an Videos. Eines der ersten Ergebnisse ist ein Video, in dem ein Student vom MIT in Boston (USA) einen Farbänderungstrick, der auf Säure-Base-Indikatoren beruht, präsentiert und anschließend die Theorie dahinter erklärt. Die vielversprechendste Art und Weise, um Ansätze für Mysteries zu bestimmten Themen zu finden, ist die Schlagwörter für Inhalte des Lehrplanes mit Begriffen wie „magic“, „show“, „mysterious“, „mystery“ oder „curiosity“ zu kombinieren, um eine erfolgreiche Suchanfrage im Internet zu starten.

Wenn Sie im Internet nach Inspirationen für Mysteries suchen wollen, ohne ein konkretes Thema im Hinterkopf zu haben, sind Begriffe wie „fascinating experiments“, „scientific phenomena“ oder „magic show“ erfolgversprechend. Selbstverständlich können Sie auch mit entsprechenden deutschen Begriffen suchen, die Trefferzahl ist dann nicht so groß.

Bücher

In beinahe jeder Sprache sind Bücher über magische Tricks, faszinierende Experimente oder kleine spielerische Aktivitäten für Kinder erhältlich. Viele

dieser Bücher legen nahe, solche Aktivitäten zu präsentieren, um **die Neugier der Schülerinnen und Schüler zu wecken**. Somit stellen diese Bücher eine Inspiration für eine alternative Umsetzung des Lehrplanes dar. Um solche Bücher zu finden, können ähnliche Suchbegriffe wie die oben erwähnten in Online-Buchgeschäften, wie z. B. **Amazon**, eingegeben werden.

Spielwaren- und Zauberartikelläden

Geschäfte und Internet-Shops für Spielwaren und Zauberartikel können ebenfalls als Inspirationsquelle dienen. Solche Geschäfte verkaufen oft kleine, auf naturwissenschaftlichen oder technischen Phänomenen basierende Artikel, wie z. B. Magic Sand – hydrophoben Sand, der nicht nass wird. Artikel aus den Anwendungsbereichen der Nanotechnologie, magnetische Spielzeuge und Artikel, die Feuer- und Wassertricks ermöglichen, sind ebenfalls erhältlich.

Für alle bisher erwähnten Mystery-Beispiele, wie den Chemischen Garten, die Chamäleon-Bubbles oder den Magischen Sand, sind auf der **TEMI-Webseite Leitfäden für Lehrkräfte sowie Unterrichtsmaterial bereitgestellt**.

2

Forschendes Lernen und das 5E-Modell

In diesem Kapitel stellen wir das 5E-Modell vor, das einen Rahmen für die Planung und Durchführung des Forschenden Lernens im Unterricht bietet.

Forschendes Lernen gilt im 21. Jahrhundert als eines der bevorzugten Modelle für naturwissenschaftlichen Unterricht. Ursprünglich wurde der Ansatz des Forschenden Lernens in Grundschulen verwendet, dann wurde er in vielen

Ländern auch auf die Sekundarschulen erweitert. Viele von der EU finanzierte Projekte fördern die Implementation von Forschendem Lernen in den naturwissenschaftlichen Unterricht – **TEMI** ist eines dieser Projekte. Eine der vier Innovationen, auf denen das TEMI-Projekt basiert, ist die Verwendung des Forschenden Lernens auf der Basis des 5E-Modells.

Die National Science Education Standards (NSES, 1996) aus den USA liefern folgende Definition für das Forschende Lernen:



Inquiry is a set of interrelated processes by which scientists and students pose questions about the natural world and investigate phenomena; in doing so, students acquire knowledge and develop a rich understanding of concepts, principles, models, and theories. Inquiry is a critical component of a science program at all grade levels and in every domain of science, and designers of curricula and programs must be sure that the approach to content, as well as the teaching and assessment strategies, reflect the acquisition of scientific understanding through inquiry. Students then will learn science in a way that reflects how science actually works.



Die NSES fassen sechs zentrale Aspekte des Forschenden Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht zusammen:

- ① Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass Wissenschaft weit mehr ist, als das Auswendiglernen und die Wiedergabe von Fakten.
- ② Schülerinnen und Schüler sollen die Gelegenheit bekommen, sich neues Wissen basierend auf ihrem Vorwissen und ihren naturwissenschaftlichen Vorstellungen anzueignen.
- ③ Schülerinnen und Schüler erweitern ihr Wissen, indem sie ihr bisheriges Verständnis von naturwissenschaftlichen Konzepten laufend neu strukturieren und neu erhaltene Informationen eingliedern.
- ④ Je nach Sozialform bekommen Schülerinnen und Schüler die Gelegenheit, voneinander zu lernen.
- ⑤ Die Schülerinnen und Schüler übernehmen die Verantwortung für ihren Lernprozess.
- ⑥ Je besser die Schülerinnen und Schüler den

naturwissenschaftlichen Hintergrund verstehen, desto eher können sie das neue Wissen und die Kompetenzen in anderen lebensweltbezogenen Kontexten anwenden.

Das Forschende Lernen basiert auf einem konstruktivistischen Lernverständnis: Schülerinnen und Schüler bauen auf der Basis von Erfahrungen mit „hands-on“ und „minds-on“ Interaktionen, also durch Interaktionen mit Phänomenen und mit Mitschülerinnen und Mitschülern, ein eigenes Verstehen auf.

Sie gelangen zu Erkenntnissen, indem sie über ihre Experimente nachdenken und ihre Überlegungen kommunizieren. Sie lernen, Verbindungen zwischen dem Experiment und der realen Welt herzustellen. Der Fokus liegt nicht nur auf den naturwissenschaftlichen Inhalten, sondern ebenso auf dem Prozess des Forschens. Das führt zu einer Veränderung der LehrerInnenrolle. Die Lehrkraft agiert als LernbegleiterIn anstatt als InstruktorIn und leitet dabei behutsam die konstruktivistischen Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler.

Das 5E-Modell

Das 5E-Modell ist eines von mehreren etablierten Modellen des Forschenden Lernens, das vielfach angewendet wird und daher für das TEMI-Projekt herangezogen wurde.

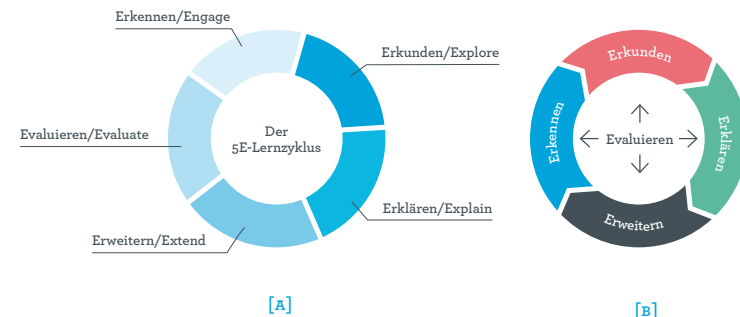


ABBILDUNG 1
Verschiedene Darstellungsformen des 5E-Modells

Das **5E-Modell ist ein Lernzyklus mit fünf Elementen**: es kann entweder als kontinuierlicher Zyklus betrachtet werden (Abbildung 1A) oder die fünfte Phase, Evaluation, fließt gleichmäßig in alle anderen Phasen mit ein (Abbildung 1B).

Das 5E-Modell

Das Modell beginnt mit der Engage/Erkennen-Phase und führt dann der Reihe nach durch die anderen Phasen, bis der Zyklus durchlaufen ist und mit einem neuen Thema wieder von vorne beginnt.

→ **Tabelle 1** stellt die fünf Phasen vor und fasst deren jeweilige Inhalte zusammen.

Zusammenfassung des 5E-Modells

(Bybee et al., 2006)

Das Modell des Forschenden Lernens in den Naturwissenschaften unterscheidet sich von den traditionellen didaktischen Modellen und erfordert auch eine innovative Herangehensweise in der LehrerInnenbildung. Lehrkräfte liefern ihren Schülerinnen und Schülern oft sehr schnell Antworten und erklären, was passiert. Sie geben den Lernenden nicht die Möglichkeit, selbst Fragen zu stellen oder zu beantworten oder die Fragen durch Experimente zu erforschen und Antworten selbst zu erarbeiten. Beispielsweise stellen manche Lehrkräfte Fragen und beantworten sie selbst oder sie stellen ein Problem in den Raum und präsentieren die Lösung zu früh. Die Aufgaben der Lehrkräfte und der Schülerinnen und Schüler in der Engage/Erkennen-Phase sind im Folgenden angeführt.



Engage/Erkennen

Ziel der Phase ist es, dass die Schülerinnen und Schüler ihr Vorwissen aktivieren. Durch verschiedene Aktivitäten wird die Neugierde geweckt. Die Lernenden sollen sich für ein Phänomen oder Thema begeistern. Diese Aktivitäten sollen eine Verbindung zu früheren und aktuellen Lernerfahrungen herstellen, Vorwissen und Vorstellungen explizit machen und das Denken der Schülerinnen und Schüler strukturieren, sowie schließlich das Lernen einleiten.



Explore/Erkunden

In dieser Phase lernen Schülerinnen und Schüler das Phänomen durch verschiedene Vorgehensweisen kennen, so dass sie das Phänomen mit ihren gegenwärtigen Konzepten (z. B. alternativen Vorstellungen) vergleichen können, um schließlich einen Konzeptwandel anzustoßen. Außerdem lernen sie Abläufe für Untersuchungen kennen, sie schulen ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten. Schülerinnen und Schüler führen Versuche durch, wobei sie auf der Basis ihres Vorwissens neue Vorstellungen entwickeln. Sie planen und führen diese Untersuchungen selbstständig durch, um ihren Fragestellungen nachzugehen.



Explain/Erklären

In der Phase erklären die Schülerinnen und Schüler das Phänomen. Sie sind aufgefordert, ihr Vorgehen und ihre Erkenntnisse zu präsentieren. Sie haben die Gelegenheit, ihr konzeptuelles Verständnis, ihre methodischen Fähigkeiten und ihre Vorgehensweise vorzustellen. Die Schülerinnen und Schüler erklären, wie sie das Konzept verstehen. Die Phase bietet ebenfalls Möglichkeiten für die Lehrkräfte, ein neues Konzept, eine Methode oder eine Fertigkeit einzuführen. Zusätzliche oder vertiefende Informationen können von der Lehrkraft bereitgestellt werden, um den Lernenden ein tieferes Verstehen zu ermöglichen, was das zentrale Ziel dieser Phase ist.



Extend/Erweitern

Die Lehrkräfte bieten den Schülerinnen und Schülern vertiefende und erweiternde Lerngelegenheiten. Durch neue Erfahrungen entwickeln die Schülerinnen und Schüler ein tieferes und breiteres Verstehen, erhalten weitere Informationen und eignen sich entsprechende Fähigkeiten an. Sie wenden ihr neu erworbenes Wissen an weiteren (Transfer-) Aufgaben an.



Evaluate/ Evaluieren

Die Phase regt Schülerinnen und Schüler dazu an, ihre Kenntnisse und ihre Fähigkeiten einzuschätzen. Die Lehrkräfte haben in jeder Phase Möglichkeiten, die Vorgehensweise und Fortschritte der Schülerinnen und Schüler zu evaluieren und sicherzustellen, dass die Lernziele erreicht werden.

TABELLE 1

Die fünf Phasen des 5E-Modells



Was passt zur Phase „Engage/Erkennen“ des 5E-Modells – und was nicht?

Hier finden Sie eine Aufstellung, die für Lehrkräfte wie auch für Schülerinnen und Schüler hilfreich sein kann. Sie wurde aus dem Forschenden Lernen abgeleitet und beschreibt, was zum 5E-Modell passt und was nicht. Hier finden Sie zum Beispiel eine Liste von Aktivitäten, die im Einklang oder nicht im Einklang mit dem 5E-Modell sind.



Fokus auf Engage/Erkennen
Lehrer/Lehrerin

Passend

- ① Regt die Neugierde der Schülerinnen und Schüler an und weckt deren Interesse
- ② Ermittelt das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler zu einem Konzept oder zu einer Idee
- ③ Lädt Schülerinnen und Schüler dazu ein, ihre Überlegungen auszusprechen
- ④ Ermutigt Schülerinnen und Schüler, eigene Fragen zu stellen

Nicht passend

- ① Gibt Begriffe vor
- ② Erklärt Konzepte
- ③ Liefert Definitionen und Antworten
- ④ Liefert die Auflösung
- ⑤ Rät den Schülerinnen und Schülern von ihren Ideen und Fragen ab



Fokus auf Engage/Erkennen
Schüler/Schülerin

Passend

- ① Entwickelt Interesse und Neugierde für das Konzept oder Thema
- ② Drückt bisheriges Verstehen eines Konzepts oder einer Idee aus
- ③ Stellt sich Fragen wie z. B. „Was weiß ich bereits darüber?“ oder „Was will ich wissen?“

Nicht passend

- ① Fragt nach der ‚richtigen‘ Antwort
- ② Bietet die ‚richtige‘ Antwort an
- ③ Besteht auf Antworten oder Erklärungen
- ④ Sucht nach einer schnellen Auflösung

3

Mysteris präsentieren

Wie bereits früher in diesem Buch erwähnt, nutzt TEMI unerwartete und unbekannte Phänomene, sog. Mysteris, um Neugierde zu wecken und Schülerinnen und Schüler zum Forschenden Lernen herauszufordern. Einer der Hauptfaktoren, der Einfluss auf die Motivation der Schülerinnen und Schüler hat, ist die Art, wie die Lehrkraft in das Mystery einführt. Dabei gibt es vielfältige Möglichkeiten: ein Video zu zeigen oder eine Demonstration, die Schülerinnen und Schüler selbst ein Experiment machen lassen, ein unerwartetes seitens der

Lehrkraft vorzuführen, ein Rollenspiel durchzuführen oder eine Geschichte zu erzählen. Sie können Präsentationstechniken einsetzen, um ein Mystery noch spannender zu machen.

In diesem Kapitel präsentieren wir ausgewählte Ideen, wie die Kunst effektvoller Präsentationen mit Forschendem Lernen verbunden werden kann, um die Grundideen von TEMI umzusetzen. An ausgewählten Beispielen wird diskutiert, wie TEMI-Aktivitäten in der Klasse präsentiert werden können.

Präsentationen im naturwissenschaftlichen Unterricht: Beispiele für die Verbindung effektvoller Darbietungen mit Forschendem Lernen

Inszenierungen sind nicht nur im Theater wichtig. Auch Lehrkräfte können sich Präsentationstechniken bedienen, um Unterricht motivierender zu gestalten. **Zwischen der Rolle einer Lehrkraft und der eines Schauspielers/einer SchauspielerIn oder eines Regisseurs/einer Regisseurin kann man vielfältige Analogien finden.** In beiden Fällen steht man einem Publikum gegenüber, in beiden Fällen muss eine Botschaft auf eine überzeugende und nachhaltig in Erinnerung bleibende Art und Weise vermittelt werden und in beiden Fällen muss bei unvorhergesehenen Wendungen improvisiert werden. Die Präsentation muss authentisch wirken (ein Publikum wendet sich ab, wenn SchauspielerInnen nicht voll und ganz in ihren Rollen sind – genau wie Schüler und Schülerinnen dies tun, wenn die Lehrkraft sie nicht fesselt).

Damit soll nicht gesagt werden, dass Lehrkräfte Schauspielerinnen und Schauspieler sind, aber die Theaterwelt bietet viele nützliche Techniken und Tricks, um Fähigkeiten in der Darbietung und Darstellung von Fragen und Phänomenen sowie der Art und Weise des Auftretens zu verbessern. Dies kann Lehrkräften helfen, Unterricht motivierender und faszinierender zu gestalten.



Die Lehrkraft als GeschichtenerzählerIn

Als Lehrkraft erzählen wir häufig Geschichten. In der Menschheitsgeschichte war das Geschichtenerzählen eine der ersten Methoden des Lehrens und der Informationsweitergabe. Die Menschen versammelten sich um das Feuer, um die Geschichten des Tages zu erfahren. Kindern wurden Fabeln und Märchen erzählt, damit sie das Fürchten lernen und wachsam gegenüber Gefahren in der Welt werden. In diesem Sinne hat sich vieles in unserem Denken durch Geschichten und das Erzählen von Geschichten entwickelt.

Lassen Sie uns ein Beispiel des Geschichtenerzählens betrachten, um ein Mystery fesselnd zu gestalten. Bei einigen TEMI-Beispielen haben wir Geschichten und Erzählungen benutzt, um in ein Mystery einzuführen. Das Beispiel des Magic Sand aus Israel beginnt etwa mit der Geschichte von James.



Es geht um James. James ist ein alter Freund von mir. Ich kenne ihn schon seit dem Kindergarten. Und seit dem Kindergarten war James verrückt, wenn es um Sandburgen ging. Selbst auf dem Schulhof fing er immer an, Sandburgen zu bauen und die Burgen wurden immer größer und größer, detaillierter, er baute Märchenfiguren oder Tiere mit ein, Schneewittchen und die sieben Zwerge Ihr könnt euch gar nicht vorstellen, wie groß die wurden. Er machte damit immer weiter, auch als Teenager und als Erwachsener. Ihr könnt euch denken, wie aufgeregt James war, als ich ihn vor ein paar Wochen angerufen habe: „James, ich habe eine Ankündigung für einen Sandburgen-Wettbewerb am Strand von Tel Aviv gesehen.“ Schon bevor ich fertig war, hörte ich, wie er das Gespräch beendet hat. Er ist sofort ins Auto gesprungen und nach Tel Aviv gefahren, um sich für den Wettbewerb anzumelden. Nun gab es dort zwei Optionen. Option 1 war der normale Wettbewerb und Option 2 für Spezialisten – natürlich



mit höherem Preisgeld. Welche Option wird James wohl gewählt haben? Natürlich wählte er mit seinem Talent und seiner Erfahrung die anspruchsvollere Option. Er ging also zum Strand und erhielt ein Sandareal zugewiesen. Er streckte sich einmal, nahm einen Eimer voll Wasser, schüttete diesen über den Sand und dann passierte etwas wirklich Mysteriöses. Der Sand wollte einfach nicht nass werden, und wie kann man eine Sandburg bauen, wenn der Sand nicht nass wird?



In der Geschichte von James besteht die Herausforderung eine Burg mit einem speziellen Sand zu bauen, der das Wasser abperlen lässt. Dieser hydrophobe Spezialsand wird den Schülerinnen und Schülern bereitgestellt, mit der Aufgabe herauszufinden, wie James daraus eine Burg bauen kann. An diese Aufgabe können sich die weiteren Phasen des Forschenden Lernens anschließen. Die Lernenden werden aufgefordert, Fragen zu stellen und Experimente zu entwickeln, deren Ergebnisse James helfen können, eine perfekte Burg zu bauen.

Die Schülerinnen und Schüler führen nun eine naturwissenschaftliche Untersuchung durch. Die Idee von TEMI ist, das Forschende Lernen mit Hilfe einer Geschichte an einen lebensweltlichen Kontext anzuknüpfen. Die Geschichte dient als Brücke zwischen der Alltagserfahrung der Lernenden und der Welt der Naturwissenschaften. Dadurch werden die Schülerinnen und Schüler zum Experimentieren angeregt. Je nach Leistungsstand können die Schülerinnen und Schüler mehr oder weniger stark angeleitet Experimente durchführen, sie kreativ weiter entwickeln, ihr Verstehen des Konzepts der Löslichkeit vertiefen und (wahrscheinlich am wichtigsten) Freude am Lernen haben.

Wie man eine gute Geschichte entwickelt

Wenn das Geschichtenerzählen so motivierend ist, wie schreiben und präsentieren wir eine Geschichte dann im Unterricht?

Das Geschichtenerzählen ist eine komplexe und facettenreiche Kunstform.

Für den Schulkontext können ein paar einfache Techniken hilfreich sein. TEMI hat Experten und Expertinnen für das Geschichtenerzählen einbezogen, die drei einfache, grundlegende Aspekte des guten Geschichtenerfindens, wie man sie aus Filmen und Büchern kennt, eingebracht haben.



Aspekt I

Jede gute Geschichte braucht eine ausgewogene Basis aus drei Komponenten: **Handlung, Farbe und Emotion**. Die Handlung ist die treibende Kraft einer Geschichte – ‚was passiert‘. Die Farbe bezieht sich auf Details, die eine Geschichte umhüllen und dem Publikum helfen, sich in die Geschichten einzufinden, sich diese wirklich vorstellen zu können. Emotionen beziehen sich auf die Gefühle der Charaktere, wodurch das Publikum Empathie empfinden kann und so durch die Geschichte gefesselt wird.



Aspekt II

Beschreiben Sie die Geschichte aus **der Sicht des Publikums**. Menschen, die sich die Geschichte anhören, werden sich die

folgenden Fragen stellen; diese sollten daher von der Erzählerin bzw. vom Erzähler bereits während der Geschichte beantwortet werden: Wer sind die Charaktere der Geschichte? Wer kommt wann vor? Was passiert? Warum sollte mich das interessieren? Wie wird die Geschichte enden?

Die Antworten auf die Fragen 1 bis 3 beinhalten die Grundinformationen der Geschichte. Die Fragen 4 und 5 sind die wichtigen, sie sollen die Zuhörer und Zuhörerinnen fesseln, ihre Neugierde wecken und sie überraschen. Dies soll das Publikum motivieren, bis zum Ende der Geschichte zuzuhören.



Aspekt III

Eine gute Geschichte besteht aus **fünf essentiellen, aufeinanderfolgenden Schritten**, um Informationen in eine dramaturgische Struktur zu bringen. Am Ende jedes Schrittes befinden sich ‚Wendepunkte‘, die eine dramatische Überleitung zum nächsten Schritt bilden.

- ① **Eröffnung** – bezieht sich auf den typischen Anfang („Es war einmal, vor langer, langer Zeit, ...“ oder „Kürzlich ...“).
Wendepunkt: Ein Verweis auf die zeitliche Einordnung („Eines Tages ...“ oder „Und dann eines Nachts ...“).
- ② Etwas geschieht, das den Helden oder die Heldin zum Handeln auffordert. Er/sie weiß bisher nicht, dass er oder sie selbst im Zentrum steht – die Person ist bisher nur der Hauptcharakter. Wendepunkt:

Eine Veränderung tritt ein, eine Überraschung („Plötzlich ...“).

- ③ Die Handlung verdichtet sich und wird komplexer. Dies ist der Punkt, an dem der Hauptcharakter seine Eigenschaften und Fähigkeiten entdeckt, die bisher verborgen lagen, und er somit zum Helden wird. An diesem Punkt verändert sich die Geschichte und wir erfahren mehr über den Ort des Geschehens, Personen, Farben usw. Wendepunkt: Der Held bzw. die Heldin ist kurz davor, das Problem zu entschlüsseln und eine Lösung zu finden.
- ④ Der Held oder die Heldin erreicht sein Ziel und kehrt nach diesen Erfahrungen, nach Hause' zurück. Wir wissen, dass es im Leben nicht immer eine Lösung gibt, aber hier ist die Lösung wichtig, um die Geschichte abzuschließen. Darauf folgend gibt es keinen Wendepunkt.
- ⑤ **Abschluss.** Die Handlung schweift zurück zum Beginn der Geschichte oder es wird wieder eine typische Wendung eingeführt („Und wenn sie nicht gestorben sind, dann leben sie noch heute.“).

Dass Inszenierungstechniken im weiteren Sinne Forschendes Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht unterstützen können, haben wir bereits diskutiert. In diesem Abschnitt soll es nun darum gehen, wie die verschiedenen Strategien und Handlungsmöglichkeiten von der Lehrkraft im Unterricht realisiert werden können. Dabei sollte die Lehrkraft Erwartungen der Schülerinnen und Schüler antizipieren, die von deren Vorwissen und Erfahrungen geprägt sind.



Im Folgenden werden Ideen vorgestellt, wie die Lehrkraft dramaturgische Elemente einbauen kann, um Unterricht noch motivierender zu gestalten:

- ① Machen Sie sich klar, was die Idee der Mystery im Unterricht ist: Was sind die Merkmale eines Mystery; wie kann man das Mystery für die Lernenden bedeutsam machen?
- ② Verstehe ich, (1) wie ich durch Forschendes Lernen einem Mystery auf die Spur kommen kann, (2) wie Geschichten mit offenem Ende zu gestalten sind, um zum Forschenden Lernen anzuregen, damit die Schülerinnen und Schüler das Mystery bearbeiten und verstehen können und (3) wie man Geschichten in geeignete Arbeitsaufträge überführen kann?
- ③ Man sollte die Schülerideen sammeln, aufnehmen und analysieren. Zudem sollte man nach Rückmeldung fragen, um kontinuierlich Präsentation, Aufbau und Inhalt des Mysterys zu verbessern.

Es gibt vielfältige Methoden, die TEMI anbietet, um Lehrkräften zu helfen, ihre dramaturgischen Fähigkeiten zu entwickeln und Sicherheit zu erlangen:

Es gibt zum Beispiel die Möglichkeit, Pantomime einzusetzen, etwa in der Idee von Panto-Physik, um Newtons Gesetze der Physik zu untersuchen (→ sehen Sie hierzu „Science – The biggest drama in the class“ auf dem TEMI-Youtube-Kanal). Dies ist keine TEMI-Aktivität im klassischen Sinne, aber sie zeigt eine mögliche Kombination von Wissenschaft, Lehren und Theater mit fachlichen Inhalten wie z. B. zum Universum, zur Gravitation



und zu Kräften. Solche Übungen zu machen, kann Ihnen dabei helfen, Ihre darstellerischen Fähigkeiten zu entwickeln. Typische TEMI-Aktivitäten basieren auf einer Geschichte, die Emotionen auslöst, Forschendes Lernen anstößt, die Lernenden anregt, sich mit den ProtagonistInnen der Geschichte zu identifizieren. Die Geschichte motiviert, das Mystery forschend zu bearbeiten und letztendlich die Lösung des Mysteriums präsentieren zu können.



Gruppenaktivitäten zur Entwicklung darstellerischer Fähigkeiten und des Geschichtenerzählens

Wir setzen Gruppenaktivitäten ein, um Lehrkräften zu helfen, sich beim Einsatz von Präsentationstechniken und szenischem Spiel wohler zu fühlen. Wir verfolgen damit zwei Ziele:

Szenisches Spiel und Präsentationstechniken zur Förderung von Gruppendynamik (,echtes' Theater)

Um eine möglichst produktive Arbeitsatmosphäre und Gruppendynamik im Rahmen der Fortbildungen aufzubauen, ist es sinnvoll, Zeit für ein paar szenische Übungen zu investieren.

Die Teilnahme an solchen szenischen Übungen kann zu einer offenen Haltung beitragen und das Vertrauensverhältnis unter den TeilnehmerInnen stärken. Es ist wichtig, dass die Lehrerinnen und Lehrer eine Lernsituation erleben, die auf klaren Vereinbarungen beruht. In diesen Vereinbarungen werden Regeln festgelegt, die gemeinsames Lernen durch Elemente des szenischen Spiels in einer sicheren und wertschätzenden Atmosphäre ermöglichen.

Szenisches Spiel und Präsentationstechniken für einen besseren Unterricht

Auch Lehrkräfte handeln im Klassenraum vor einem Publikum. Wenn sie also lernen, wie man eine Geschichte wirkungsvoll präsentieren kann, werden sich die Schülerinnen und Schüler besser beteiligen und eine höhere Motivation



für das Lernen entwickeln. Es geht nicht darum, eine Lehrkraft zum Schauspieler/ zur Schauspielerin auszubilden, sondern vielmehr ‚die Lehrkraft als DarstellerIn‘ als Metapher zu verstehen, sie mit den Werkzeugen aus der Theaterwelt auszustatten und so das Unterrichten anzureichern.

Folgende Übungen haben sich bei den TEMI-LehrerInnenfortbildungen bewährt:

Neutrale Masken:

Neutrale Masken sind weiße Masken mit einem neutralen Gesichtsausdruck. Interessant ist dabei, dass schon eine kleine Neigung des Kopfes der Figur einen Ausdruck von Gefühlen ermöglicht (z. B. unglücklich, traurig oder wütend), obwohl der Gesichtsausdruck neutral ist. Die Maske verdeckt das ganze Gesicht, sodass Emotionen nur durch Körpersprache gezeigt werden können. Während das Gesicht verdeckt bleibt, unterstreicht die Maske gleichzeitig die Bewegungen des Körpers. Der Körper kann sich nicht mehr hinter Gesichtsausdrücken ‚verstecken‘. Die Arbeit mit solchen Masken kann das Körperbewusstsein und die Körpersprache schulen.

Standbilder

Standbilder sind eine einfache Gruppenübung, um Gesetze des Theaters zu verstehen. Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen stellen in Gruppen etwas



(ein wissenschaftliches Phänomen, ein Geschehnis aus dem Schulalltag) in drei stillen ‚Bildern‘ dar – z. B. könnte eine dreidimensionale Skulptur mit den eigenen Körpern gebildet werden. Die Gruppe bereitet eine kurze Präsentation vor, die in einer neutralen Position und mit der Bekanntgabe des Titels beginnt; anschließend zeigt die Gruppe ein Standbild nach dem anderen, wobei dem Publikum genug Zeit zum Folgen und Nachdenken gegeben wird. Diese Übung erlaubt Lehrkräften zu erfahren, wie es ist, ohne Sprache aufzutreten und Körpersprache effektiver einzusetzen.

Generell sollten Lehrkräfte beim Präsentieren eines **Mysteriums auf ihre Körpersprache achten. Sie sollten entspannt bleiben, flüssig sprechen, den Augenkontakt aufrecht erhalten, die Tonlage dem Inhalt anpassen, keine nervösen Gesten durchführen usw. Folgende Punkte sollten beachtet werden:**



Koordination

Koordination ist die Kombination aus Sprache, Körper und Raum. Eine Lehrkraft mit guter Koordination ist fähig, dem Publikum Informationen und Gefühle durch Sprache, Bewegung, Anpassung der Stimme an den Raum und den Inhalt und durch Augenkontakt zu vermitteln.



Abwechslung

Abwechslung beim Präsentieren – es ist notwendig, abwechslungsreich zu agieren; Körperhaltung, Klang der Stimme und bewusstes Gehen unterstützen die Fokussierung auf wichtige Inhalte und Kontexte.

Dramaturgie und Präsentations- techniken im Unterricht einsetzen lernen

Die vorgeschlagenen Übungen können Ihnen helfen, Ihre Selbstsicherheit beim Präsentieren zu entwickeln. Ein im Unterricht effektiv präsentiertes Mystery hilft, mehr Schülerinnen und Schüler für die Naturwissenschaften zu begeistern und könnte zu einem besseren Verstehen, größerem Interesse und zu mehr Motivation führen.

Einige Gedanken über Dramaturgie im wissenschaftlichen Theater

Eines der wichtigsten Ziele im Theater ist es, etwas interessant und spannend erscheinen zu lassen. Diese Kunst beruht auf der Fähigkeit der SchauspielerIn oder des Schauspielers, die Aufmerksamkeit des Publikums in die gewollte Richtung zu lenken und die interessantesten und überraschendsten Inhalte zu unterstreichen. Interessante Phänomene geschehen tagtäglich vor unserem Auge, aber oft erkennen wir sie nicht, weil zu viel gleichzeitig auf uns einwirkt. Werden einzelne Geschehnisse isoliert und genauer betrachtet, sind wir plötzlich fähig, Phänomene wertzuschätzen, als ob wir sie zum ersten Mal in unserem Leben sehen; wir betrachten sie mit neuen Augen und manchmal beeindrucken sie uns zum ersten Mal.

Betrachten wir als Beispiel das [Phänomen ‚Schwingungen‘](#).

Schwingungen sind allgegenwärtig in unserem Leben. Ein Blatt an einem Baum wird vom Wind bewegt, ein kleines Stück Holz wird von den Wellen getragen, eine schwingende Schaukel, auf der ein Kind sitzt, Alle diese Objekte schwingen, aber wir sind so sehr an den Anblick gewöhnt, dass wir den Geschehnissen kaum Aufmerksamkeit widmen: Wir sind nicht in der Lage, diese Ereignisse mit Verwunderung zu betrachten oder Gemeinsamkeiten zwischen ihnen zu erkennen. Wenn wir dies könnten, wären wir fähig zu verstehen, dass sich die meisten von ihnen gleichartig bewegen: in harmonischen Bewegungen. Um diese Besonderheiten und die Allgegenwart von harmonischen Bewegungen wahrzunehmen, müssen unsere Augen gelenkt, unsere Aufmerksamkeit fokussiert und unser Verstand kreativ eingesetzt werden. Noch intensiver werden wir uns darauf einlassen können, wenn wir nicht nur kognitiv, sondern auch emotional involviert sind.

Schauen Sie sich das Video: [„The swinging spring Mystery“ auf dem TEMI- Youtube-Kanal an](#)

Wir sehen ein Kind, das erkennt, dass es seine Beine in einer bestimmten Frequenz bewegen muss, um die Schaukel zum Schwingen zu bringen. Abgesehen von einer Formel am Schluss erzählt das Video eine Geschichte, die auf den ersten Blick nichts mit Naturwissenschaften zu tun hat. Wir nehmen Anteil an der Traurigkeit des Kindes und sind am Fortgang dieser Geschichte interessiert. Das Video spricht uns emotional an, hat aber auch Wirkung auf einer anderen Ebene. Wenn Schülerinnen und Schüler ein solches Video sehen, wird es höchst wahrscheinlich einfacher für die Lehrkraft sein, die angeregte harmonische Schwingung einzuführen, weil dank der Kraft der Bilder die Grundidee schon in der Vorstellung der Schülerinnen und Schüler verankert ist. Gute Videos sind hilfreich für das Lehren; wissenschaftliches Theater kann jedoch noch wirksamer sein. Theater hat viele weitere Elemente, um die Aufmerksamkeit von Menschen zu

fesseln, sie in eine Szene hinein zu ziehen und Fragen aufkommen zu lassen.

Im Theater liegt der Zuschauerraum im Dunklen. Die Zuschauer und Zuschauerinnen verfolgen die Vorstellung still und ohne Ablenkung. Die gleichen Elemente – **Licht, Dunkelheit, Musik und Stille** – können dabei helfen, wissenschaftliche Aspekte zu unterstreichen, dem Publikum vermehrt die Möglichkeit zu geben, Neues zu begreifen und wissenschaftliche Themen aus einer anderen Perspektive und auf einem anderen Niveau zu betrachten.

Es kommt hinzu, dass beim Vorführen von Experimenten im Theater garantiert keine filmischen Spezialeffekte benutzt werden: Die Menschen sehen mit ihren eigenen Augen, was wirklich auf der Bühne vor sich geht.

Dabei können verschiedene **Theatertechniken** eingesetzt werden, um naturwissenschaftliche Experimente zu präsentieren. Dies hängt vom emotionalen Zusammenhang ab, mit dem man diese verknüpfen möchte. Zum Beispiel kann der Zusammenhang zwischen Gaskomprimierung und -ausdehnung im Zusammenhang mit der Temperatur durch ein sehr spektakuläres Experiment gezeigt werden (Betrachten Sie zum Beispiel einen Auszug der Show Alice in Energyland auf dem **TEMI-Youtube-Kanal**) oder durch eine kleine Aktivität (von der Show Let's Throw Light on Matter auf dem **TEMI-Youtube-Kanal**).

Die Beispiele in den Videos zeigen, wie Theater im Sinne von TEMI eingesetzt werden kann: als zusätzliche Herangehensweise, um Mysteries zu präsentieren, Schüler und Schülerinnen zu begeistern und Ideen in ihren Köpfen zu säen.

Ein anderer Weg, Theater mit TEMI zu verbinden, ist es Lehrkräfte oder Lernende aufzufordern, einen zentralen Aspekt eines ausgewählten Mysteries zu identifizieren und darüber ein zweiminütiges **Video zu drehen**.

Wichtig an dieser Aufgabe ist die Herausforderung, dass ein Video selbst erstellt wird.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer müssen ein Skript erstellen, das neben der wissenschaftlichen Angemessenheit und dem Fokus auf wesentliche Inhalte des gewählten Themas auch Emotionen anspricht. Dies kann beispielsweise durch folgende Fragen geschehen: „Wo treffe ich in meinem Leben auf dieses Phänomen?“; „Warum hat dieses Phänomen für mich eine Bedeutung?“; „Wie steht dieses Phänomen mit dem Rest der Umwelt im Zusammenhang?“; „Gibt es wichtige, persönliche Anekdoten zum Teilen?“

Nicht nur Lehrkräfte, sondern auch Schülerinnen und Schüler können ihre Präsentationstechniken enorm verbessern. Dies ist eine mögliche praxisorientierte Herangehensweise, um Schülerinnen und Schülern nach und nach mehr Verantwortung für ihr Lernen zu übertragen. Dazu mehr in unserem nächsten Kapitel.

4 Schrittweise Übergabe von Verantwortung

Ein Modell zur Übergabe
von Verantwortung beim
Lernen

Level Forschenden Lernens und Übergabe von Verantwortung

TEMI zielt darauf ab, die Verantwortung für das Lernen nach und nach immer weiter auf die Schülerinnen und Schüler zu übertragen. Durch zunehmende Erfahrung im Forschenden Lernen werden die Schülerinnen

und Schüler immer mehr Fähigkeiten entwickeln, ihre Untersuchungen eigenständig durchzuführen. Dabei verändert sich die Unterstützung der Lehrkraft; sie wird weniger instruktiv, dafür unterstützender und flexibler. Dies kann am Anfang sehr ungewohnt sein, aber Forschendes Lernen zielt nicht nur auf ein besseres Verstehen ab, sondern soll auch

Fähigkeiten im eigenständigen wissenschaftlich-orientierten Vorgehen und wissenschaftliches Arbeiten fördern. Es gibt verschiedene Grade an Offenheit im Forschenden Lernen, von einer Einstiegsebene, bei der die Lehrkraft jeden Schritt anleitet bis hin zu einer Ebene, bei der die Schülerinnen und Schüler die Verantwortung für jeden Schritt der Untersuchung übernehmen.

Ziel des Forschenden Lernens ist es, Schülerinnen und Schüler von Bestätigungsexperimenten weg und hin zum strukturierten über das geleitete zum offenen Forschenden Lernen zu bringen, wobei sie bestimmte kognitive und praktische Fähigkeiten brauchen, um zur 'Forscherin' oder zum 'Forscher' zu werden.

Banchi und Bell (2008) diskutieren vier Grade an Offenheit im Forschenden Lernen: Bestätigendes, strukturiertes, geleitetes und offenes Forschendes Lernen.

| Level | Grad der Offenheit | Frage | Methode | Interpretation |
|-------|--------------------|-----------|-----------|----------------|
| ③ | Offen | SchülerIn | SchülerIn | SchülerIn |
| ② | Geleitet | LehrerIn | SchülerIn | SchülerIn |
| ① | Strukturiert | LehrerIn | LehrerIn | SchülerIn |
| ④ | Bestätigend | LehrerIn | LehrerIn | LehrerIn |

TABELLE 2

Anfangs ist es eine große Herausforderung für Schülerinnen und Schüler, Fragen zu stellen, die in der Schule erforschbar sind. Die Lehrkräfte müssen gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern erarbeiten und reflektieren, was ‚gute‘ und bearbeitbare Fragestellungen sind. Die Lernenden sollten zunächst Erfahrungen mit dem strukturierten und geleiteten Forschenden Lernen sammeln. Für offenes Forschendes Lernen können dann weitere offen gebliebene Fragen aus der angeleiteten Untersuchung abgeleitet und in der Klasse gesammelt werden (in einer Box, an einer Pinnwand oder auf einem Flip-Chart). Diese Fragen können dann gemeinsam gesichtet und ein Untersuchungsplan entwickelt werden. Martin-Hansen (2002) nennt dies gekoppeltes Forschendes Lernen.

TABELLE 3

Die vier Level
Forschenden
Lernens



00 | Bestätigendes Forschendes Lernen

Beim bestätigenden Forschenden Lernen werden den Schülerinnen und Schülern die Forschungsfrage und das Vorgehen (die Methode) genannt. Die Ergebnisse sind bereits im Voraus bekannt und die Antwort auf die Forschungsfrage wird von der Lehrkraft z. B. mündlich oder auf einem Arbeitsblatt gegeben. Das bestätigende Forschende Lernen eignet sich, wenn die Lehrkraft einen neuen Inhalt oder eine neue Methode einführen oder ein bereits eingeführtes Konzept oder Vorgehen wiederholen möchte. Es bietet sich auch an, um Schülerinnen und Schülern erste Einblicke in das Durchführen von Untersuchungen zu geben und bestimmte Techniken für Forschendes Lernen zu demonstrieren und zu üben, wie zum Beispiel das Aufnehmen und Auswerten von Daten.



01 | Strukturiertes Forschendes Lernen

Beim strukturierten Forschenden Lernen werden die Forschungsfragen und eine detaillierte Anleitung für die Untersuchung von der Lehrkraft vorgegeben. Allerdings entwickeln die Schülerinnen und Schüler selbst eine Erklärung auf Basis ihrer gewonnenen Ergebnisse. Sie sind für die Datenaufnahme, Analyse und Interpretation der Evidenzen verantwortlich. Die Lehrkraft stellt Unterstützung und Material bereit, sodass den Schülerinnen und Schülern ein Erfolgserlebnis möglich ist.



02 | Geleitetes Forschendes Lernen

Beim geleiteten Forschenden Lernen stellt die Lehrkraft den Schülerinnen und Schülern nur die Forschungsfrage. Die Lernenden entwickeln selbst das methodische Vorgehen, testen ihre Vermutungen und erarbeiten eine oder mehrere Lösungen zur Aufgabe. Da diese Art des Forschenden Lernens in Bezug auf die Selbstständigkeit anspruchsvoller ist als strukturiertes Forschendes Lernen, bietet es mehr Chancen für die Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Kompetenzen zu entwickeln und zu vertiefen, z. B. Experimente zu planen, wie auch Daten aufzunehmen und zu interpretieren. Obwohl die Lehrkraft hierbei weniger instruktiv handelt, gibt sie den nötigen Rahmen für den Prozess, stellt Quellen und Hilfen bereit, sodass die Schülerinnen und Schüler dieses Level Forschenden Lernens bewältigen können.



03 | Offenes Forschendes Lernen

Die anspruchsvollste Form Forschenden Lernens bezüglich der Selbstständigkeit der Lernenden ist das offene Forschende Lernen. Hier haben die Schülerinnen und Schüler die beste Möglichkeit, den gesamten Prozess des Forschenden Lernens zu erfahren. Sie bearbeiten ihre eigene Fragestellung oder Fragen von MitschülerInnen, planen und führen Untersuchungen durch, tauschen ihre Ergebnisse aus und interpretieren sie. Dieses Level erfordert ein hohes Maß an methodischen, sozialen sowie personalen Kompetenzen und stellt je nach Komplexität der Forschungsfrage hohe kognitive Herausforderungen an die Schülerinnen und Schüler.

Übertragen der Präsentatorenrolle

Lernende als PräsentatorInnen

(Lehrkräfte als ModeratorInnen)

Eine andere Möglichkeit den Schülerinnen und Schülern im Forschenden Lernen schrittweise mehr Verantwortung für ihr Lernen zu übergeben, ist die Herausforderung, vor der Klasse ein (natur-)wissenschaftliches Phänomen oder ihre Vorgehensweise und Ergebnisse zu präsentieren. Die Lehrkraft übernimmt dann die Rolle des Regisseurs/der Regisseurin. Den Schülerinnen und Schülern kann dabei, abhängig von der Aktivität, eine eingeschränkte oder völlige Freiheit gegeben werden. Es ist aber wichtig, die Regeln vor Beginn festzulegen.

Zudem ist darauf zu achten, dass den Schülerinnen und Schülern klar ist, dass es sich auch bei dieser Präsentation um naturwissenschaftlichen Unterricht handelt.

Im Folgenden werden Möglichkeiten vorgeschlagen, die zeigen, wie dramaturgische Elemente durch die Schülerinnen und Schüler in Forschendes Lernen integriert werden können.

Bei der **Chemischen Uhr** handelt es sich um zwei klare, farblose Flüssigkeiten, deren Mischung nach dem Zusammengeben in einer bestimmten Zeit dunkelviolet bis schwarz wird. Zunächst bleibt die Mischung aber klar und farblos und, ohne dass man etwas verändert, wird sie nach ein paar Sekunden dunkelviolet. Dramaturgische Elemente können dieses Phänomen anreichern und den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, selbstständig zu lernen. Zu Beginn werden die Schülerinnen und Schüler in Gruppen aufgeteilt, in denen sie das Phänomen dieser Zeitreaktion selbst untersuchen. Die Lehrkraft fordert die Schülerinnen und Schüler auf, das Experiment nach Anleitung zu erproben und es vor der Klasse vorzuführen. Die Schülerinnen und Schüler wissen allerdings nicht, dass jede Gruppe ein anderes Mischungsverhältnis der Reaktionspartner bekommen hat und so die Farbveränderung nach unterschiedlichen Zeiten eintritt. Das Ergebnis ist ein **Farbxylophon**. Die Präsentation unterstreicht zum einen das mysteriöse Phänomen, zum anderen führt es zu der Frage, was für die unterschiedlichen Reaktionszeiten verantwortlich ist. In diesem Fall übernimmt die Lehrkraft die Rolle des Regisseurs/der Regisseurin. Er oder sie stellt sicher, dass die Schülerinnen und Schüler in der richtigen Reihenfolge stehen und dass alle Gruppen die Lösung gleichzeitig mischen. Zudem muss die Lehrkraft entscheiden, ob und auf welche Weise während der Präsentation Erklärungen zum Experiment gegeben werden.

Eine fortgeschrittenere Version dieser Aktivität, bei der die Schülerinnen und Schüler eigenständiger planen,

beinhaltet die Aufforderung, eine Musik auszuwählen und eine Schlüsselstelle im Stück auszusuchen (z. B. die Musik wird lauter, das Singen beginnt, ein Solo startet). Anschließend sollen sie einen Weg finden, den Farbumschlag so zu planen, dass die Farbe der Lösung synchron mit der Musik umschlägt.

Um dies umzusetzen, müssen die Schülerinnen und Schüler das Experiment mehrfach wiederholen, damit die Zeit exakt eingestellt werden kann. Sie müssen Messungen vornehmen, eine Kalibrierkurve zeichnen und lernen diese anzuwenden, bevor sie ihr Ergebnis der Klasse präsentieren. Nach einer kurzen Erklärung des Phänomens können die Schülerinnen und Schüler aufgefordert werden, eine kleine Szene vorzuspielen, welche die Erklärung des Mysterys beinhaltet. Dies führt dazu, dass sie die Erklärung des Phänomens nochmals durchdenken und einen phantasiereichen Weg entwickeln müssen, dieses zu präsentieren. Die Präsentationstechniken erlauben den Schülerinnen und Schülern hierbei, verschiedene Seiten des Phänomens zu betrachten und der Lehrkraft, das Verstehen der Lernenden zu evaluieren, wodurch neue Diskussionsmöglichkeiten eröffnet werden. Eine Gruppe könnte zum Beispiel das Phänomen präsentieren, indem einige Schülerinnen und Schüler mit aufgeblasenen Ballons (diese stehen für die auf dunkelblau umschlagende Farbe) in den Klassenraum kommen. Diese Ballons werden dann schnell von anderen Schülerinnen und Schülern mit Nadeln zum Platzen gebracht. Dabei ist die eine Gruppe (die ‚Ballons‘) in der Überzahl im Verhältnis zu der anderen Gruppe (die ‚Zerplatzer‘). Dies führt dazu, dass nach einer Weile die aufgeblasenen Ballons den Raum füllen und nicht zum Platzen gebracht werden – diese repräsentieren die Anreicherung von dunkelblauer Farbe. Es handelt sich zwar um keine perfekte Metapher, aber sie sorgt für eine Basis, an die Diskussionen anschließen können. Zudem dient die Diskussion dazu, über Grenzen von Modellen und Analogien zu reflektieren.



Worauf zu achten ist, wenn man die Verantwortung für das Lernen auf die Schülerinnen und Schüler übertragen möchte

- ① Mit welchen Vorerfahrungen beginnt die Klasse? Woran erkennen Sie diese? Wie weit können Sie die Schülerinnen und Schüler fordern? Planen Sie die Schritte, aber stellen Sie sicher, dass Sie Rückmeldung über deren Fortschritt erhalten.
- ② Legen Sie zuvor fest, welche Fragen der Lernenden Sie beantworten werden, welche Sie mit einer Gegenfrage beantworten und welche Sie nicht beantworten werden.
- ③ Die Präsentation eines Mysteries, wie hier dargestellt, in die Verantwortung der Lernenden zu geben, kann ein einfacher, natürlicher und effektiver Weg sein, um die Rollenveränderung in der Klasse anzustoßen.

“ Abschließende Gedanken

Wir hoffen, dass dieses Buch Ihnen eine gute Einführung in die Methodik und Konzeption von TEMI bietet.

Sie haben einen Überblick über die vier TEMI-Innovationen erhalten, die Ihnen Anregungen bieten möchten, wie Sie ihren Schülerinnen und Schülern helfen können, eigenständiger zu lernen sowie Strategien und Fähigkeiten zu entwickeln, die sie für das Forschende Lernen brauchen. Am Ende dieses Buches befinden sich Hinweise auf weiterführende Literatur. Die TEMI-Internetseite bietet sowohl Unterrichtsideen als auch verschiedene Mysteries und eine Smartphone App, die Sie für den Unterricht verwenden können. Wir denken, dass die Integration von TEMI zu einem spannenden Unterricht führt und dabei helfen wird, die Leistung der Schülerinnen und Schüler zu verbessern. Wir hoffen, dass Sie die Ideen aus TEMI ausprobieren und ebenso wie Ihre Schülerinnen und Schüler Freude an dem Lernen mit Mysteries finden werden.

Das TEMI-Team





Danksagungen und weiterführende Literatur

Dieses Buch entstand durch die Unterstützung des **gesamten TEMI-Projekt-Teams**, aber wir möchten uns insbesondere bei den folgenden Personen für ihren Beitrag bedanken: **Johanna Dittmar** und **Ingo Eilks** für die Charakterisierung der Mysteries; **Rachel Mamlok-Naaman**, **Malka Yayon**, **Ran Peleg**, **Avi Hofstein**, **David Fortus** und **Dvora Katchevich** für das Kapitel zum effektvollen Präsentieren; **Peter Childs**, **Tony Sherborne** und **Julie Jordan** für die Modelle zum Forschenden Lernen und zur Übergabe von Verantwortung; **Marina Carpineti** und **Marco Giliberti** für den Beitrag über wissenschaftliches Theater; **Cristina Olivotto** für die redaktionelle Bearbeitung und **Anja Lembens**, **Simone Abels** und **Katrin Reiter** sowie **Ingo Eilks**, **Johanna Dittmar** und **Laura Merit Piepgras**, für die deutsche Übersetzung. **Peter McOwan** koordinierte dieses Buchprojekt.



Interessante weiterführende Literatur

Um Beispiele für Mysteries zu finden:

www.chemicum.com/chemistry-videos/
www.video.about.com/chemistry/
www.illusioneering.org
stwww.weizmann.ac.il/g-chem/temi/movies.html

Ausgewählte Internetseiten von Anbietern naturwissenschaftlicher und technischer Spiel- und Bastelwaren, um neue Ideen zu finden:

www.stevespanglerscience.com/
www.thinkgeek.com/geektoys/
www.sciencetoy maker.org/

Auf dem TEMI-Youtube-Kanal und auf der TEMI-Internetseite können Sie mehr über James Geschichte und den Magic Sand erfahren sowie weitere Beispiele für Mysteries einsehen.



Bücher, die Ihnen
dabei helfen könnten,
Ihr eigenes Mystery
zu finden

Chemische Kabinettstücke

Herbert W. Roesky und Klaus

Möckel Wiley-VCH

ISBN 3527294260 (1996)

**Even More Everyday Science Mysteries:
Stories for Inquiry-Based Science Teaching**

Richard Konicek-Moran

National Science Teachers Association

ISBN 1933531444 (2009)

**Everyday Science Mysteries: Stories
for Inquiry-Based Science Teaching**

Richard Konicek-Moran

National Science Teachers Association

ISBN 1933531215 (2008)

Mark Wilson's Complete Course in Magic

Mark Wilson

Running Press – U.S.

ISBN 0762414553 (2003)

**The McGraw-Hill Big Book of Science
Activities: Fun and Easy Experiments
for Kids**

Robert Wood

McGraw-Hill Education – Europe

ISBN 0070718733 (1999)



Deutschsprachige
Publikationen zu TEMI

TEMI-Sondernummer

*Chemie & Schule, 30, 1b/2015, Fach-
und Publikationsorgan des Verbandes
der Chemielehrer/innen Österreichs,
Seeham/Salzburg*

ISSN: 1026-5031

Abels, S., Lautner, G. & Lembens, A. (2014)

*Mit „Mysteries“ zu Forschenden Lernen im
Chemieunterricht. In: Chemie & Schule, 29,
3/2014, 14-15.*

Abels, S., Puddu, S. & Lembens, A. (2014).

*Wann flockt die Milch im Kaffee? Mit
„Mysteries“ zu differenziertem Forschenden
Lernen im Chemieunterricht.*

*In: Naturwissenschaften im Unterricht –
Chemie, 25(142), 37-41.*

Peleg, R., Dittmar, J., Katchevich, D., Yayon,

M., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2015).

TEMI – Forschendes Lernen mit Mysteries.

*In: Praxis der Naturwissenschaften Chemie
in der Schule, 64(6), 14-17.*

Dittmar, J., Müller, S., & Eilks, I. (2015).

Der chemische Garten unter der Lupe.

*In: Praxis der Naturwissenschaften
Chemie in der Schule, 64(7), im Druck.*



Das 5E-Modell und ausgewählte Literatur

Banchi, H., Bell, R. (2008)

The many levels of inquiry
Science and Children, 46(2), 26–29

Bruner, J. (1985)

Narrative and paradigmatic modes of thought, 97 - 115. In Learning and teaching the ways of knowing

E. Eisner (ed.)

National Society for the Studies of Education (NSSE)

ISBN: 9780226600871

Bruner, J. (1991)

The narrative construction of reality
Critical Inquiry, 18(1), 1–21

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006)

The BSCS 5E instructional model:
Origins and effectiveness

[www.science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/\\$FILE/Appendix%20D.pdf](http://www.science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/$FILE/Appendix%20D.pdf)

European Commission (2007)

Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe

www.ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Martin-Hansen, L. (2002)

Defining inquiry. Exploring the many types of inquiry in the science classroom.
The Science Teacher, 69(2), 34–37

Sherborne, T. (2014)

Enquiry & TEMI CPD: Enquiry based science education & continuing professional development (CPD)

www.teachingmysteries.eu/wp-content/uploads/2013/12/Enquiry-CPD.pdf

Wellcome Trust (2012)

Perspectives on education:
Inquiry-based learning

www.wellcome.ac.uk/stellent/groups/corporatesite/@msh_peda/documents/web_document/wtvm055190.pdf

Das TEMI Konsortium

Koordinator, App & Website Entwicklung, Evaluation

| | |
|---|--|
|  | CNOTINFOR <i>Portugal</i> |
|  | Queen Mary, University of London <i>Vereinigtes Königreich</i> |
|  | TRACES <i>Frankreich</i> |

Promotion, Dissemination und Networking

| | |
|---|----------------------------------|
|  | Sterrenlab <i>Niederlande</i> |
|---|----------------------------------|

LehrerInnenbildungszentren

| | |
|---|---|
|  | Charles University Prague <i>Tschechische Republik</i> |
|  | Buskerud and Vestfold University College <i>Norwegen</i> |
|  | Leiden University <i>Niederlande</i> |
|  | Sheffield Hallam University <i>Vereinigtes Königreich</i> |
|  | University of Milan <i>Italien</i> |
|  | Universität Bremen <i>Deutschland</i> |
|  | University of Limerick <i>Irland</i> |
|  | Universität Wien <i>Österreich</i> |
|  | Weizmann Institute of Science <i>Israel</i> |



Das Forschungsprojekt wird von der European Community im 7. Rahmenprogramm (FP7/2007-2013) unter der Grant Agreement Nr. 321403 gefördert.

<http://teachingmysteries.eu> / <http://teachingmysteries.eu/de>



Co-funded by
the 7th Framework Programme
of the European Union