

MINT-Unterricht

Schritt für Schritt zum forschenden Lernen

Der MINT Zirkel startet mit dieser Ausgabe in Zusammenarbeit mit der Pädagogischen Hochschule Freiburg eine Reihe zum Themenbereich „forschendes Lernen und offene Aufgaben“. Es geht dabei nicht alleine um das Aufgabenformat, sondern vielmehr auch um damit verbundene Herausforderungen im Schulalltag wie Diagnose, Individualisierung, Förderung von Kompetenzen, Berufsbezug und Leistungsbewertung. Der erste Artikel gibt Anregungen zum Öffnen von geschlossenen Aufgaben.

Die Serie im Überblick

- 1 Geschlossene Aufgaben öffnen
- 2 Von der offenen Aufgabe zum forschenden Lernen
- 3 Leistungsbewertung bei offenen Aufgaben und forschendem Lernen
- 4 Differenzierung und Heterogenität
- 5 Diagnose und Förderung von Kompetenzen
- 6 Berufsbezug und Alltagsnähe

Faktenwissen reicht zur Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf ihre Zukunft nicht mehr aus. Vielmehr brauchen sie die Fähigkeit, vorhandenes Wissen reflektiert anzuwenden und sich selbstständig neues Wissen anzueignen, um künftigen Anforderungen gewachsen zu sein. Sowohl im gesellschaftlichen als auch im beruflichen Bereich wird von ihnen erwartet werden, selbstständig zu arbeiten, Probleme möglichst kreativ außerhalb des Regel-falls zu lösen und ihre gewonnenen Erkenntnisse zu kommunizieren. Wo sollen sie sich diese Fähigkeiten aneignen, wenn nicht in der Schule?

Geschlossene Aufgaben

Eine Möglichkeit, von den herkömmlichen Aufgaben – bei denen das Abfragen von Grundwissen und das Einüben von Routinen überwiegen – abzuweichen, ist das Erzeugen offener Situationen. Typische Beispiele von geschlossenen Aufgaben aus verschiedenen Schulbüchern sehen z. B. so aus:

- Beispiel Mathematik Grundschule: $102+36=?$
- Beispiel Mathematik Sekundarstufe 1: Die Winkelsumme in einem n -Eck beträgt $(n-2) \cdot 180^\circ$. Wie groß ist die Summe im 3-Eck?
- Beispiel Naturwissenschaft Sekundarstufe 1: Die Spannung beträgt $U=9V$, die Stromstärke $I=100mA$. Wie groß ist der Widerstand R ?

Bei solchen Aufgabenstellungen geht es in erster Linie um die Einübung eines Rechenverfahrens, das auch ohne Hintergrundwissen erfolgreich bearbeitet werden kann. Geschlossene Aufgaben bestehen dabei immer aus Anfangsbedingungen und einem fest vorgegebenen Lösungsverfahren, womit das eindeutige Ergebnis bestimmt werden muss. Die Öffnung einer solchen Aufgabe kann nun auf verschiedene Arten erzielt werden: Man kann z. B. Begründungen ein-

fordern, das Problem umdrehen oder Informationen weglassen.

Begründungsaufgaben

Bei einer Begründungsaufgabe etwa sind die Anfangsbedingungen und das Ergebnis vorgegeben, sodass nach verschiedenen Lösungsverfahren gesucht werden muss.

- Beispiel Mathematik Grundschule: Erkläre Max mit Materialien aus deinem Klassenzimmer, warum bei der Rechnung $102+36$ das Ergebnis 138 herauskommt.
- Beispiel Mathematik Sekundarstufe 1: Bei einem Dreieck ist die Winkelsumme 180° . Begründe, warum die Winkelsumme in einem 5-Eck 540° beträgt.
- Beispiel Naturwissenschaft: Begründe mithilfe von verschiedenen Erklärungswegen, warum sich bei einem Widerstand von $R=90\Omega$ die Spannung $U=9V$ und die Stromstärke $I=100mA$ einstellt.

Problemumkehraufgaben

Bei einer Problemumkehraufgabe wird nur das Ergebnis vorgegeben – der Lösungsweg und die Anfangsbedingungen müssen gewählt und begründet werden.

- Beispiel Mathematik Grundschule: Welche zwei Zahlen musst du addieren, damit 138 herauskommt? Findest du eine Lösung? Findest du mehrere Lösungen? Findest du einen allgemeinen Zusammenhang?
- Beispiel Mathematik Sekundarstufe 1: Die Winkelsumme im Dreieck beträgt 180° . Wie groß ist die Winkelsumme im n -Eck? Findest du eine Lösung für $n=4$? Findest du Lösungen für $n=4$, $n=5$, $n=66$? Findest du eine allgemeine Lösung für n ?
- Beispiel Naturwissenschaft: Welche Spannung U und Stromstärke I stellt sich bei einem Widerstand von $R=90\Omega$ ein? Findest du eine Lösung? Findest du mehrere Lösungen? Findest du einen allgemeinen Zusammenhang?

Weglassen von Informationen

Eine weitere Möglichkeit, eine Aufgabe zu öffnen, ist das schrittweise Weglassen von Informationen und Vorgaben in der Aufgabenstellung, was hier mit vier Variationen der Aufgabenstellung „Tischtennisturnier“ verdeutlicht wird:

- **Grundaufgabe:** Plane die Einteilung für ein Tischtennisturnier, Niveau: ★. Es spielen sieben Schüler mit, drei Tischtennisplatten stehen zur Verfügung, ein Spiel dauert 20 Minuten, jeder spielt gegen jeden, die Anzahl der Siegpunkte entscheidet.
- **Variation 1:** Plane die Einteilung für ein Tischtennisturnier, Niveau: ★★. Es spielen sieben Schüler mit, drei Tischtennisplatten stehen zur Verfügung, die Sporthalle steht von 13 bis 17 Uhr zur Verfügung, jeder spielt gegen jeden.
- **Variation 2:** Plane die Einteilung für ein Tischtennisturnier, Niveau: ★★★. Es spielen sieben Schüler mit, drei Tischtennisplatten stehen zur Verfügung, die Sporthalle steht von 13 bis 17 Uhr zur Verfügung.
- **Variation 3:** Plane die Einteilung für ein Tischtennisturnier, Niveau: ★★★★. Es spielen sieben Schüler mit, drei Tischtennisplatten stehen zur Verfügung, das



Ein Poster zur offenen Aufgabe „Tischtennisturnier“

Turnier soll möglichst wenig Zeit benötigen.

Im Unterricht können die Schülerinnen und Schüler selbst entscheiden, auf welchem Niveau (1–4 Sterne) sie die Aufgabe in Partnerarbeit bearbeiten möchten. Für jede Niveaustufe stehen zusätzlich einzelne Karten mit gestuften Hilfen zur Verfügung. Mit den Ergebnissen soll ein Poster gestaltet werden, das im Rahmen eines Galerispaziergangs mit Selbst- und Fremdbewertung präsentiert wird.

Viele Wege zum Ziel

In allen offenen Unterrichtssituationen gibt es zu einem Arbeitsauftrag nicht die eine richtige Lösung und den einen richtigen Lösungsweg. Offene Aufgabenstellungen zeichnen sich dadurch aus, dass Schüler je nach Neigung und Vorwissen unterschiedliche Begründungswege (verbal, grafisch, experimentell, qualitativ, numerisch) wählen können. Die Schülerlösung kann dabei entsprechend dem Leistungsniveau variieren: Leistungsschwache Schülerinnen und Schüler finden eine einfache Lösung, gute formulieren mehrere Lösungsmöglichkeiten und sehr leistungsstarke postulieren einen allgemeinen mathematischen Zusammenhang. Damit die Klasse nach einem offenen Arbeitsauftrag leistungsmäßig nicht noch inhomogener wird, sollte das Potenzial der unterschiedlichen Schülerlösungen genutzt werden: Während eines Galerispaziergangs oder durch Präsentationen der verschiedenen Lösungsverfahren erhalten leistungsschwache Schülerinnen und Schüler Ideen für anspruchsvollere Zugänge und leistungsstarke können ihr Wissen zum Aufdecken von Fehlern nutzen. Damit die Schüler offene Aufgaben ernst nehmen, sollten sie auch Bestandteil einer Klassenarbeit sein. Dafür ist natürlich eine ganz andere Leistungsbewertung notwendig. Das wird Thema in Ausgabe 9+10 des MINT Zirkels sein.

pb/krk/km

Weitere Informationen

Umfangreiche Aufgabensammlungen zum Thema offene Aufgaben und forschendes Lernen:
www.offenaufgaben.de

Die beschriebenen Aufgaben, welche mehrfach im Unterricht erprobt wurden, entstammen den EU-Projekten Primas und mascil:
www.primas-project.eu
mascil.ph-freiburg.de

ANZEIGE



Unterrichten im Ausland

Wir suchen für einen weltweiten Einsatz an den mehr als 140 Deutschen Auslandsschulen Lehrerinnen und Lehrer der Fächer Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT). Weitere Informationen und Bewerbungsunterlagen finden Sie unter:

www.auslandsschulwesen.de

Tel.: 022899 358-3666 oder E-Mail: ZfA.Bewerbung@bva.bund.de

MINT-Unterricht

Von der offenen Aufgabe zum forschenden Lernen

Der MINT Zirkel veröffentlicht in Zusammenarbeit mit der Pädagogischen Hochschule Freiburg eine Reihe zum Themenbereich „forschendes Lernen und offene Aufgaben“. Es geht dabei nicht alleine um das Aufgabenformat, sondern vielmehr auch um damit verbundene Herausforderungen im Schulalltag wie Diagnose, Individualisierung, Förderung von Kompetenzen, Berufsbezug und Leistungsbewertung. In diesem zweiten Artikel geht es um das forschende Lernen.

Die Serie im Überblick

- 1 Geschlossene Aufgaben öffnen
- 2 Von der offenen Aufgabe zum forschenden Lernen
- 3 Leistungsbewertung bei offenen Aufgaben und forschendem Lernen
- 4 Differenzierung und Heterogenität
- 5 Diagnose und Förderung von Kompetenzen
- 6 Berufsbezug und Alltagsnähe

Wie aus einer „geschlossenen“ Aufgabe eine „offene“ Aufgabe gemacht werden kann, die unterschiedliche Lösungsstrategien zulässt und häufig mehr als eine richtige Lösung hat, war Thema im ersten Artikel dieser Reihe. Nun soll es zur Öffnung einer ganzen Unterrichtssequenz gehen, die forschendes Lernen über einen längeren Zeitraum beinhaltet. Zur Orientierung eignet sich ein „Forschungskreislauf“. Hier werden zwei Beispiele für Forschungskreisläufe gegeben, der erste besonders geeignet für die Naturwissenschaften, der zweite für die Mathematik. Beide Kreisläufe sind in der Struktur ähnlich und könnten auch kombiniert dargestellt werden.

Die Idee des forschenden Lernens ist nicht neu. Der Reformpädagoge John Dewey forderte bereits 1910, dass das Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht auf Erfahrung beruhen müsse, die sich am Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung orientiere. In den USA wird forschendes Lernen als „inquiry based learning“ bezeichnet, das seit 1996 in den dortigen Bildungsstandards fest verankert ist. In Europa folgte 2007 aus dem Rocard-Bericht die Empfehlung an die politischen Entscheidungsträger in Brüssel, Schulpädagogik in der Mathematik und in den Naturwissenschaften im Hinblick auf For-

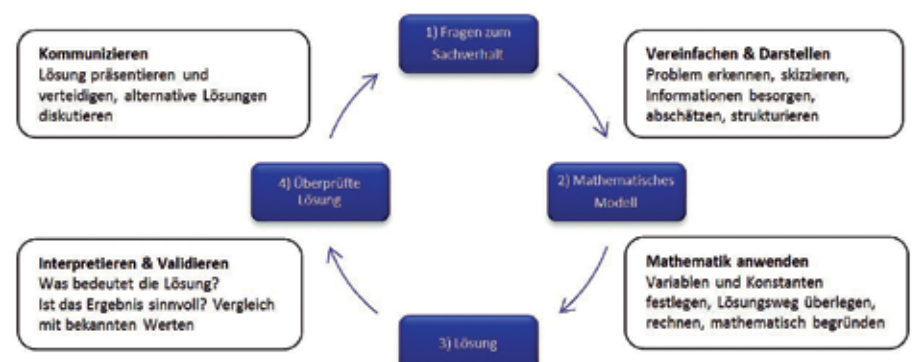
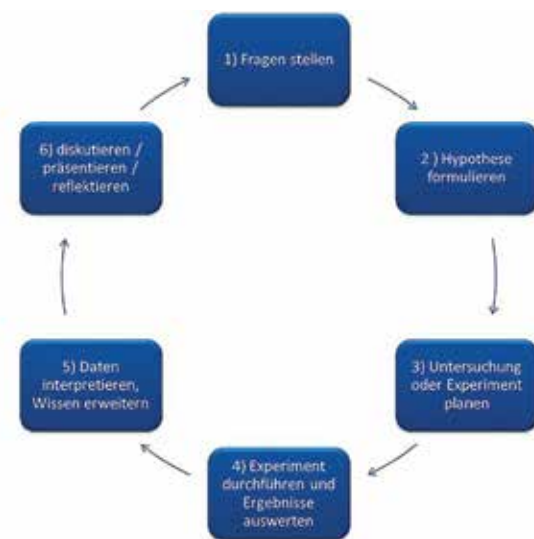
schen und Entdecken zu erneuern. Die Europäische Union fördert seitdem zahlreiche Projekte wie Primas oder mascil, welche Lehrerinnen und Lehrer nachhaltig unterstützen sollen, den Unterricht offen, forschend und kompetenzorientiert zu gestalten.

Eine Öffnung des Unterrichts hin zum forschenden Lernen darf nicht sprunghaft erfolgen, da die Schülerinnen und Schüler sich sonst leicht überfordert fühlen. In Abhängigkeit von der Klassensituation, dem Schulkontext und den bisher in der Klasse eingesetzten Methoden ist es jedoch möglich, den Unterricht stufenweise zu öffnen. Dies wird im Folgenden für die Naturwissenschaften erläutert (s. Tabelle Seite 11).



Schülerpräsentation zum Thema „Wie viel Lebenszeit verbringen wir mit Zähneputzen?“

Bei einem Demonstrationsexperiment (Stufe 0) können die Schüler und Schülerinnen die Auswertung der Daten und die damit verbundene Schlussfolgerung in Form einer Gruppenarbeit mit anschließender Präsentation selbst übernehmen (Stufe I). Im Rahmen von Schülerexperimenten (Stufe II) kann die kochrezeptartige Anleitung zum Vorgehen stark reduziert und dabei die genaue Planung den Schülern überlassen werden (Stufe III). Mit der eigenständigen Aufstellung von Hypothesen zu beobachteten Phänomenen wäre schließlich die Stufe IV des offenen Unterrichts erreicht. Projektartiges Arbei-



Forschungskreislauf für die Naturwissenschaften (oben) und die Mathematik (unten).

ten mit der Auswahl eigener Forschungsfelder und Fragestellungen (Stufe V) wird im Unterrichtsrahmen von 45 Minuten wohl kaum möglich sein. Hierzu eignen sich größer angelegte Projekte, Arbeitsgemeinschaften oder die Teilnahme an Wettbewerben wie „Jugend forscht“.

Das Ziel eines solch forschend-entdeckenden Unterrichts ist es, Schülerinnen und Schüler in die Lage zu versetzen, immer eigenständiger an offene und unstrukturierte mathematische oder naturwissenschaftliche Probleme heranzugehen, um diese entsprechend ihres Vorwissens und ihrer Fähigkeiten erfolgreich zu bearbeiten. Dieses Vorgehen wird im Folgenden an einem physikalischen und einem mathematischen Unterrichtsbeispiel erläutert.

Beispiel Naturwissenschaft: Physik Oberstufe Pendelversuch

Das erste Beispiel zum forschenden Lernen ist das physikalische Pendel im Lehrplan der Oberstufe: Bei einer alten Kuckucksuhr aus dem Schwarzwald ist das Pendel abgebrochen und soll durch ein neues selbstgebautes Pendel ersetzt werden. Die Forschungsfrage an die Schüler lautet: „Von welchen Größen hängt die Pendelzeit ab?“ (Schritt 1). Für die Planung und Ausführung der entsprechenden Versuche wird ein Tisch mit einer großen Anzahl möglicher Experimentiermaterialien in den Physiksaal geräumt. Das Erforschen der Pendelzeit erfolgt in Gruppenarbeit anhand des Forschungskreislaufs. Zunächst müssen von jeder Gruppe Hypothesen (Schritt 2) aufgestellt werden, z.B.: „Die Pendelzeit hängt ab von Gewicht, Auslenkung und Länge!“ Danach muss eine Größe gesucht und ein Experiment geplant werden (Schritt 3). Nur mit der ausgearbeiteten Planung dürfen sich die Gruppen an den Experimentiermaterialien bedienen (Schritt 4). Die Interpretation ihrer Daten erfolgt erst, nachdem die Experimente wieder aufgeräumt sind (Schritt 5). Die Präsentation der

Ergebnisse (Schritt 6) kann im Unterricht über ein wissenschaftliches „Paper-Review“ Verfahren erfolgen: Das Protokoll wird ausgelegt und die Gruppen können sich gegenseitig auf einem Bewertungsblatt Hinweise zur Verbesserung geben. Dabei wird eine Rangfolge festgelegt, welches Protokoll sich für eine „Veröffentlichung“ (im Unterricht bedeutet das: Kopie an alle) eignet.

Indem sie dem Forschungskreislauf folgen, werden die Schülerinnen und Schüler gezwungen, ihre oft unklaren Hypothesen sowie naturwissenschaftlichen Vorstellungen zum Phänomen in der Gruppe zu diskutieren, klar zu formulieren und entsprechende Experimente vor der Durchführung exakt zu planen. Der Kreislauf kann als Orientierungsrahmen bei allen offenen experimentellen Fragestellungen eingesetzt werden. Es sollte dabei aber deutlich gemacht werden, dass er kein rigides Schema darstellt. Abweichungen im Vorgehen sind möglich und die eine universelle naturwissenschaftliche Methode gibt es nicht.



Pendelversuch: Die Schwingungszeit wird mit einem eigenständigen Versuchsaufbau erforscht.

ANZEIGE

MOBILE IDEEN FÜR MORGEN

EIN WETTBEWERB FÜR SCHÜLER*INNEN AUS DEUTSCHLAND UND ISRAEL | 2015

Jetzt mitmachen! Anmeldung möglich bis 15.11.2015.

www.mobile-ideas-for-tomorrow.com

UM WAS GEHT ES?

Schüler*innen sollen sich über nachhaltige Mobilität informieren, ein Projekt entwickeln und dieses in einem kurzen Film dokumentieren.

WER KANN TEILNEHMEN?

Gruppen von zwei bis max. vier Schüler*innen ab der 7. Klasse, die jeweils von einem/r Lehrer*in betreut werden.

WELCHE UNTERSTÜTZUNG GIBT ES?

Zwölf E-Learning-Module bereiten auf die Themen Mobilität und Filmemachen vor.

Der Preis für die besten drei Schülergruppen aus Deutschland und Israel ist **eine Reise in das jeweils andere Land.** Die besten Filme werden zudem beim **Greenscreen Film-Festival** und beim **Ecocinema Film-Festival** gezeigt.*

Schirmherrschaft

Alexander Dobrindt MdB
Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur

Mit freundlicher Unterstützung von

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen

DBU

MICHELIN

*Weitere Preise online unter www.mobile-ideas-for-tomorrow.com

Prof. Dr. Katja Maaß, Dr. Karen Reitz-Koncewowski, Dr. Patrick Brommer

Stufe	1. Problem/Phänomen/Frage	2. Hypothese zum Phänomen	3. Planung der Experimente	4. Durchführung der Experimente	5. Auswertung/ Interpretation der Daten	Kommentar zum Unterrichtsgeschehen	Schüleraktivierung
0	Lehrer	Lehrer	Lehrer	Lehrer	Lehrer	Demonstrationsexperiment mit lehrerzentrierter Auswertung	
I	Lehrer	Lehrer	Lehrer	Lehrer	Schüler	Demonstrationsexperiment mit offener Schülerinterpretation	
II	Lehrer	Lehrer	Lehrer	Schüler	Schüler	Vorgegebenes Schülerexperiment nach „Kochrezept“	
III	Lehrer	Lehrer	Schüler	Schüler	Schüler	Eigenständig planbares Schülerexperiment	
IV	Lehrer	Schüler	Schüler	Schüler	Schüler	Forschendes Lernen zu vorgegebenen Phänomenen	
V	Schüler	Schüler	Schüler	Schüler	Schüler	Forschendes Lernen zu eigener Fragestellung	

Prof. Dr. Katja Maaß, Dr. Karen Reitz-Koncebowski, Dr. Patrick Bronner



Dr. Patrick Bronner ist Lehrer am Friedrich-Gymnasium Freiburg und Fachberater in der Schulaufsicht für das Fach Physik. In seiner Promotion befasste er sich mit der Frage, wie moderne quantenphysikalische Experimente in den Physikunterricht integriert werden können. Zur methodischen Bereicherung des Unterrichts arbeitet er beim Projekt mascil der Pädagogischen Hochschule Freiburg mit.



Dr. Karen Reitz-Koncebowski ist Pädagogin mit den Lehramtern Gymnasium (Russisch und Mathematik) und Grundschule sowie Montessori-Lehrerin. Im Projekt mascil leitet sie die Fortbildungen zum Thema offene Aufgaben und forschendes Lernen von der Grundschule bis hin zur Sekundarstufe II. Sie arbeitet ebenfalls als Schulbuchautorin für Mathematik, als Redakteurin und Dozentin.



Prof. Dr. Katja Maaß ist am Institut für mathematische Bildung der Pädagogischen Hochschule Freiburg tätig und beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit den Themen Realitätsbezüge im Mathematikunterricht, forschendes Lernen und offene Aufgaben. Sie schrieb dazu Bücher und Zeitschriftenartikel, bietet Fortbildungen an und leitet mehrere von der EU geförderte Projekte.

Das Ziel eines solch forschend-entdeckenden Unterrichts ist es, Schülerinnen und Schüler in die Lage zu versetzen, eigenständiger an offene und unstrukturierte mathematische oder naturwissenschaftliche Probleme heranzugehen, um diese entsprechend ihrem Vorwissen und ihren Fähigkeiten erfolgreich zu bearbeiten.

Beispiel Mathematik Klasse 8–9 Katzenvermehrung

Eine Tierschutzorganisation behauptet: „Eine Katze kann in 18 Monaten 2.000 Nachkommen hervorbringen!“ Ist diese Aussage realistisch? In Gruppenarbeit sollen die Lernenden anhand des Forschungskreislaufs die Aussage überprüfen und mit der Lösung ein Poster oder eine Folienpräsentation gestalten. Nach der Gruppeneinteilung bemerken die Schülerinnen und Schüler sehr schnell, dass zusätzliche Angaben benötigt werden: Wie lange ist eine

Katze schwanger? In welchem Alter kann eine Katze Junge bekommen? Um die Fragen zu beantworten, dürfen die Gruppenmitglieder mit ihrem Smartphone im Internet recherchieren und gleichzeitig auch auf Karten mit gestuften Hilfen zurückgreifen.

Die Bewertung der Präsentation erfolgt wieder mit Selbstbewertung und Fremdbewertung durch jeden Mitschüler. Die Noten werden dabei von jedem Schüler und jeder Schülerin digital über das Smartphone eingegeben und sind online für das anschließende Klassengespräch übersichtlich zugänglich. Bei unserer Präsentation der Lösungen wurde deutlich, dass nahezu jede Schülergruppe ihre Ergebnisse unterschiedlich begründet hatte: schriftlich, grafisch, mit Zeitschiene, Tabelle oder Diagramm – was den Vorteil einer solch offenen Aufgabenstellung erkennen lässt.

Selbstgesteuertes Lernen

Eine Öffnung des Unterrichts hin zum forschenden Lernen leistet für die Schüler und Schülerinnen einen wichtigen Beitrag zum selbstgesteuerten Lernen und zum kompetenzorientierten Wissenserwerb. Sie erleben beim forschenden Lernen einen hohen Grad an Handlungsorientierung und Selbstbestimmung. Nebenbei wird auch ein Verständnis dafür entwickelt, wie neue naturwissenschaftliche und mathematische Erkenntnisse entstehen. Damit offene und forschende Aufgabenstellungen von der Klasse ernst genommen werden, sollten sie auch Bestandteil einer Klassenarbeit sein. Dazu ist natürlich eine ganz andere Leistungsbewertung notwendig, was Thema unseres nächsten Artikels sein wird.

Weitere Informationen

Umfangreiche Aufgabensammlungen zum Thema offene Aufgaben und forschendes Lernen:
www.offenaufgaben.de

ANZEIGE

Schüler lieben ihn. Lehrer auch.

Erreichen Sie Ihre MINT-Lehrplanziele – mit LEGO® MINDSTORMS® Education EV3!

Damit gelingt Ihnen das Unterrichten in Mathe, Informatik, Naturwissenschaften und Technik spielend leicht:

- Robotik-Baukasten mit programmierbarem EV3-Stein, Sensoren, Motoren und LEGO® Technic Steinen
- intuitiv bedienbare Software mit einfacher Programmiersprache
- umfangreiches Unterrichtsmaterial mit konkreten Lernzielen

NEU: Software jetzt auch als Tablet-App

Überzeugen Sie sich, wie einfach EV3 funktioniert! Jetzt App für iPad kostenlos downloaden und testen: www.LEGOeducation.de/EV3tabletApp



2015 digita

Kontaktieren Sie uns

Telefon: +49 89 4534-6350
E-Mail: verkauf@LEGOeducation.eu
Online: www.LEGOeducation.de



MINT-Unterricht

Leistungsbewertung bei offenen Aufgaben und forschendem Lernen

Der MINT Zirkel veröffentlicht in Zusammenarbeit mit der Pädagogischen Hochschule Freiburg eine Reihe zum Themenbereich „forschendes Lernen und offene Aufgaben“. Es geht dabei nicht alleine um das Aufgabenformat, sondern vielmehr auch um damit verbundene Herausforderungen im Schulalltag wie Diagnose, Individualisierung, Förderung von Kompetenzen, Berufsbezug und Leistungsbewertung. In diesem Artikel steht die Leistungsbewertung im Unterricht sowie bei Klassenarbeiten im Mittelpunkt.

Die Serie im Überblick

- 1 Geschlossene Aufgaben öffnen
- 2 Von der offenen Aufgabe zum forschenden Lernen
- 3 Leistungsbewertung bei offenen Aufgaben und forschendem Lernen**
- 4 Differenzierung und Heterogenität
- 5 Diagnose und Förderung von Kompetenzen
- 6 Berufsbezug und Alltagsnähe

Im vorherigen Artikel der Reihe wurde aufgezeigt, wie Schülerinnen und Schüler offene Fragestellungen forschend erarbeiten, indem sie Hypothesen aufstellen, Experimente planen, diese durchführen, analysieren und die Ergebnisse schließlich präsentieren. Zum strukturierten Vorgehen bei einer solch offenen Aufgabenstellung eignet sich die Orientierung an einem „Forschungskreislauf“. Wichtig für die Schülerinnen und Schüler ist die Überprü-

fung ihrer Resultate im Hinblick darauf, wie gut ein gefundenes Ergebnis zur Problemstellung passt, ob man damit zufrieden sein kann oder den Forschungskreislauf noch einmal durchlaufen muss.

Forschendes Lernen fördert viele Kompetenzen und ist für Jugendliche sehr motivierend. Wie kann jedoch eine solche Aufgabe überhaupt bewertet werden? Welche Formen von Leistungsbewertungen sind möglich? Kann man offene Aufgaben in einer Klassenarbeit stellen?

Es ist bekannt, dass Schülerinnen und Schüler Inhalte, welche Gegenstand einer schulischen Bewertung sind, ernster nehmen. Deshalb ist es wichtig, das forschende Lernen in die Leistungsbewertung einzubeziehen und offene Aufgaben auch als Bestandteil von Klassenarbeiten zu stellen. Wie das gelingen kann, ohne Lehrkräfte und Lernende zu überfordern, ist Gegenstand dieses Artikels. Dabei unterscheiden wir die Bewertung während der Erarbeitung offener Aufgaben im Unterricht von deren Bearbeitung in Klassenarbeiten.

Bewertung im Unterricht

Beim forschenden Lernen und beim Lösen offener Aufgaben sind die Lösungswege nicht weniger wichtig als die Ergebnisse. Schülerinnen und Schüler sollten daher dazu angehalten werden, ihr individuelles Vorgehen gut zu dokumentieren: für sich selbst, um das eigene Verständnis zu sichern, und für die anderen, sodass auch diese die Lösung nachvollziehen können. Ein wichtiges Ziel beim forschenden Ler-



Posterpräsentation mit der Methode „gallery walk“: Ein Schüler erklärt drei Minuten lang, der Zuhörer stellt Fragen und benotet das Plakat auf dem gelben Blatt.

nen ist, dass die Klasse über die verschiedenen Lösungswege und Ergebnisse miteinander ins Gespräch kommt: Welches Ergebnis ist besser? Welcher Lösungsweg ist kompliziert, welcher bequem? Welcher ist besonders elegant? Ist die Lösung gut überprüfbar? Ist sie vollständig? Usw.

Für die Dokumentation von Lösungen und Lösungswegen gibt es unterschiedliche Methoden: Es können Poster oder Präsentationen erstellt, Argumentationen in Briefen ausgetauscht werden oder man kann ein Lerntagebuch führen. Besonders wertvoll ist es für Schülerinnen und Schüler, wenn sie nicht nur eine Rückmeldung und Bewertung von Lehrerseite erhalten, sondern auch von Seiten ihrer Mitschüler – und wenn sie Gelegenheit bekommen, ihre Arbeitsergebnisse selbst einzuschätzen.

Beispiel: Galeriespaziergang mit Fremd- und Selbstbewertung

„Was für ein wunderschöner Morgen – und wie viel Mathematik da schon wieder drinsteckt!“ Diese Begrüßung einer Klasse war der Beginn einer mathematischen Aufgabe zum forschenden Lernen. Die Schülerinnen und Schüler sammelten zunächst eigene Fragen, die ihnen zu ihrem typischen Morgen einfielen: „Wie viele Liter und was trinke ich (die Klasse, die ganze Schule) jeden Morgen zum Frühstück?“ – „Wie viele Zahnbürsten verbrauche ich in meinem Leben?“ Usw. Die verschiedenen Fragen wurden in der Klasse gesammelt und dann in Gruppen zu zweit bearbeitet. Jede Gruppe stellte ihre Ergebnisse auf einem Plakat dar und präsentierte sie dann der ganzen Klasse bei einem „gallery walk“ (Galeriespaziergang).

Von den Partnergruppen war jeweils ein Mitglied beim Rundgang unterwegs, während das andere Mitglied am eigenen Poster stand und für jeden Besucher/jede Besucherin drei Minuten Zeit hatte, um das Poster zu erklären (Zeitanzeige durch ein Computerprogramm). Die Schülerinnen und Schüler bemerkten im Anschluss, dass sie durch die Fragen der Mitschüler bei jeder Präsentation ihre Erklärung verbessern konnten. Zur Bewertung der fremden Plakate erhielten alle jeweils ein Formular, auf dem sie Noten vergeben sollten für Mathematik (Gewichtung 60 Prozent), Postergestaltung (30 Prozent) sowie Präsentation (10 Prozent). Nachdem die Poster durch die anderen bewertet worden waren (Fremdbewertung), musste jeder/jede Einzelne auf einem Formular das eigene Poster bewerten. Die Noten wurden während der Präsentation in eine vorbereitete Excel-Tabelle am Lehrercomputer eingetragen und konnten so im Plenum verglichen werden. Alternativ könnten alle Schülerinnen und Schüler die Noten auch über ihr eigenes Smartphone (bei bestehender WLAN Verbindung im Klassenzimmer) direkt in die Excel-Liste (z.B. über Google Drive) eingeben.

Für eine abschließende Reflexion und Notengebung erhielten die Schülerinnen und Schüler nach der Posterpräsentation ein Arbeitsblatt mit dem Bild ihres Posters. Hier musste mit grüner Farbe notiert werden, was am Poster gut war, und in roter Farbe, was verbessert werden sollte. Neben der Angabe der Selbstbewertung und der durchschnittlichen Schülernote gab es Reflexionsfragen zu späteren offenen Aufgabenstellungen. Das Arbeitsblatt wurde dem Lehrer abgegeben und diente als Grundlage für die endgültige Notengebung.

Bewertung offener Aufgaben in der Klassenarbeit

Bei offenen Aufgaben gibt es kein richtig oder falsch. Es gibt nur geeignete und weniger geeignete Lösungen, stichhaltige oder weniger stichhaltige Begründungen. Bei der Bewertung offener Aufgaben in Klassenarbeiten stellt sich eine Reihe von Fragen: Wie bewertet man den Lösungsweg im Vergleich zum Ergebnis? Wie gewichtet man Fehler beim Erstellen des Modells im Vergleich zu Rechenfehlern? Wie vergleicht man einen richtig zu Ende geführten einfachen Lösungsweg mit einem interessanten, aber schwierigen Lösungsweg, der womöglich zu einem fehlerhaften Ergebnis führt? Wie viele Punkte gibt es für die Darstellung der einzelnen Lösungsschritte? Wie stark gewichtet man Begründungen?

Auf diese Fragen gibt es keine einfachen Antworten. Jede Lehrkraft wird ihre eigenen Bewertungsraster erstellen, in denen sich widerspiegelt, worauf sie im mathematischen oder naturwissenschaftlichen Unterricht besonderen Wert legt. Wichtig ist, dass Lehrende ihre Kriterien transparent machen und dass die Prioritäten im Unterricht denen in der Klassenarbeit entsprechen. Wenn im Unterricht ein besonderes Augenmerk auf den Lösungsprozess gelegt wird, dann muss die Beschreibung des Lö-

ANZEIGE




Gesucht: Innovative MINT-Unterrichtsideen 2016

Zum vierten Mal rufen der Bundesverband MNU und der Ernst Klett Verlag Referendar/innen und Junglehrer/innen zum Wettbewerb innovative MINT-Unterrichtsideen auf. Gesucht werden didaktisch oder methodisch innovative und erprobte Unterrichtseinheiten in den MINT-Fächern. Einsendeschluss ist der 30.11.2015.

Die Verleihung des Preises findet im Rahmen des 107. MNU-Bundeskongresses im März 2016 statt.

Weitere Infos unter www.klett.de




Der große Stuhl
(____ von 5 Punkten)

Mitten im neuen Kreisverkehr von Umkirch steht ein großer Barhocker und wirbt damit für das Industriegebiet. Wie groß wäre der für den Stuhl passende Mensch?

Hilfsmittel: Metermaß

Bewertung
Begründung: 2 Rechnung: 2
Schätzwerte: 1

Offene Aufgabe in einer Mathematik Klassenarbeit der 7. Klasse mit kleinem Bewertungsraster.



Silvester-SMS – Zusammenbruch des Handy-Netzes
(____ von 9 Punkten)

In einer 4-er Gruppe schickt ihr euch an Silvester gegenseitig je eine SMS. Wie viele SMS sind unterwegs? Begründe deine Antwort.

Bildung des Modells	Punkte: 0-2, du hast _____
Mathematische Bearbeitung	Punkte: 0-5, du hast _____
Zielgerichtetes Vorgehen	Punkte: 0-2, du hast _____

Offene Aufgabe in einer Mathematik Klassenarbeit der 8. Klasse mit Bewertungsraster anhand des Forschungskreislaufs.

sungsprozesses auch in der Klassenarbeit wichtig sein. Wenn im Unterricht regelmäßig Begründungen für Lösungen eingefordert werden, dann muss es auch in der Klassenarbeit Punkte für Begründungen geben. Wenn im Unterricht die Sachkontexte ernst genommen werden, dann ist ein wichtiges Kriterium für die Bewertung, ob der gewählte Lösungsweg für das Problem angemessen

ist (weniger wichtig dagegen, ob er schwierig oder leicht ist). In jedem Fall gilt:
– offene Aufgaben in Klassenarbeiten nur dann, wenn im Unterricht genügend offene Aufgaben behandelt wurden,
– nicht nur offene Aufgaben stellen, sondern eine neben anderen Aufgaben, wodurch die Schülerinnen und Schüler andere Kompetenzen nachweisen können.

Zwei Beispiele aus Klassenarbeiten

Ein einfaches Bewertungsraster für die Klassenarbeit wäre die Vergabe von Punkten für die Begründung, die Schätzwerte und die Rechnung – vgl. die erste Beispielaufgabe aus einer Klassenarbeit, bei der die Größe eines Riesenstuhls bestimmt werden sollte.

Wenn im Unterricht ein Forschungskreislauf eingeführt wurde, können die Schritte anhand dessen Ausgangspunkt für ein Bewertungsraster sein – vgl. die zweite Beispielaufgabe aus einer Klassenarbeit, bei der die Anzahl von SMS-Nachrichten, die innerhalb einer Gruppe verschickt werden, zu bestimmen ist.

Wenn Schülerinnen und Schüler mit dem entsprechenden Forschungskreislauf bereits gut vertraut sind und im Unterricht mehrfach damit gearbeitet haben, können zur Bewertung von größeren Projekten oder Forschungsberichten komplexere Bewertungsraster eingesetzt werden (siehe Beispiele unten).

Spätestens bei der Klassenarbeit zeigt sich das unterschiedliche Leistungsniveau der Schülerinnen und Schüler. Wie kann man schließlich deren heterogene Lernvoraussetzungen bereits im normalen Unterrichtsalltag berücksichtigen und sie dabei individuell fördern? Wie können in heterogenen Lerngruppen sowohl leistungsschwache als auch leistungsstarke Schülerinnen und Schüler entsprechend ihrem Vorwissen und ihrem Leistungsvermögen gefördert werden? Darum wird es im nächsten Artikel der Reihe gehen.

krk / pb / km

Weitere Informationen

Umfangreiche Aufgabensammlungen zum Thema offene Aufgaben und forschendes Lernen:
www.offeneaufgaben.de
mascil.ph-freiburg.de

Katja Maaß, Karen Reitz-Koncebovski (Hrsg., 2013): „Forschend lernen in Mathematik und Naturwissenschaften. Theorie und Praxis – Beispiele – Erfahrungsberichte“ *Primas Projekt*.
Kostenloser Download:
bit.ly/1G6plQS

Weitere Informationen

Ab Oktober erscheint zu Beginn eines geraden Kalendermonats der „Auftrag des Monats“. Schüler und Schülerinnen der Sekundarstufe I lernen dabei Mathematik in verschiedenen beruflichen Zusammenhängen. Beim Auftrag des Monats geht es darum, authentische Probleme aus der Berufswelt oder echte Fragen aus dem täglichen Leben mit Mitteln der Mathematik zu lösen. Die besten Lösungen können am Ende des Schuljahres beim mascil-Projektbüro eingesandt werden (Einsendeschluss 1. 7. 2016), um an einem Wettbewerb mit attraktiven Preisen teilzunehmen.
mascil.ph-freiburg.de

Nr.	Bewertung	Punkte
1	Bildung des Realmodells: Sind die getroffenen Annahmen sinnvoll? Ist der Grad der Vereinfachung der Problemfrage angemessen?	0 – 10
2	Mathematische Bearbeitung: Wurden die relevanten Größen und Beziehungen richtig mathematisiert? Wurde eine adäquate mathematische Notation gewählt? Wurden mathematisches Wissen und heuristische Strategien richtig angewendet? Ist die Lösung mathematisch korrekt?	0 – 15
3	Interpretation der Lösung: Wird die mathematische Lösung bezogen auf die Realität interpretiert? Ist die Interpretation korrekt?	0 – 5
4	Kritische Reflexion: Werden alle nötigen Aspekte berücksichtigt? Bleibt die Reflexion oberflächlich? Werden Vergleichswerte hinzugezogen?	0 – 10
5	Dokumentation des Vorgehens: Werden die einzelnen Schritte beschrieben und erläutert?	0 – 15
6	Zielgerichtetes Vorgehen: Geht der/die Lernende zielgerichtet beim Modellieren vor oder verliert er/sie sich in Details, ohne ein Ergebnis zu erreichen?	0 – 5
Summe		_/60

Beispiel eines Bewertungsrasters für die Mathematik.

Nr.	Erwartung und Kommentar	Note	Faktor
1	Fragen stellen: Wie tiefgreifend ist die Frage?	1	1
2	Hypothese formulieren: Passt die Hypothese zur Fragestellung?	1	1
3	Planung des Experimentes: Passt das Experiment zur Fragestellung? Werden die richtigen Variablen kontrolliert? Wie systematisch ist das Vorgehen?	4	4
4	Durchführung des Experiments und Auswertung: Wie sorgsam wurde das Experiment durchgeführt? Stimmen die Daten und die Darstellung (Tabelle, Graph)? Wurde das Experiment richtig ausgewertet?	5	5
5	Interpretation der Daten: Wurden die Daten richtig interpretiert? Ist das generierte neue Wissen valide?	2	2
6	Besprechen / Präsentieren und Reflektieren: Wie professionell und überzeugend war die Präsentation? Wurden die richtigen Schlüsse daraus gezogen?	2	2
7	Dokumentation und Übersichtlichkeit des Berichts	2	2

Beispiel eines Bewertungsrasters für die Naturwissenschaften.

ANZEIGE



#excitingedu_Lehrerkongress

Lernen mit digitalen Medien aktiv mitgestalten!
Am 03. und 04. Dezember 2015 in Berlin



Zwei Tag voller Impulse, realer Unterrichtssituationen und interaktiver Workshops von und mit Lehrkräften.

Mehr Informationen finden Sie auf:
www.excitingedu.de/lehrekongress

Veranstalter: **Klett MINT**

Partner: **Microsoft SAMSUNG hp**

