

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 Galeriespaziergangs 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 Galeriespaziergangs 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



Bundesverwaltungsamt
– Zentralstelle für das
Auslandsschulwesen –



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-

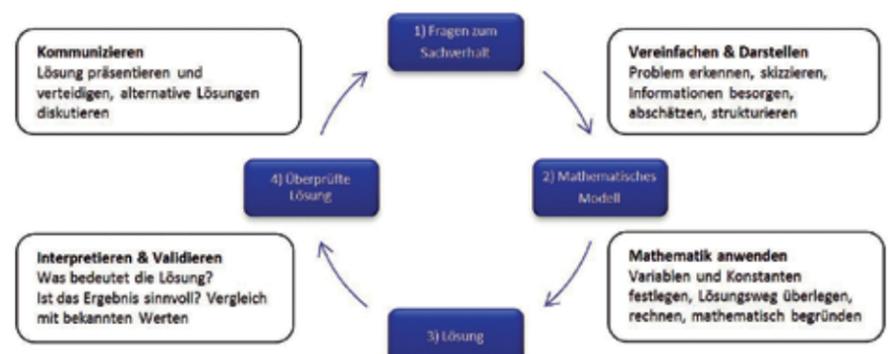
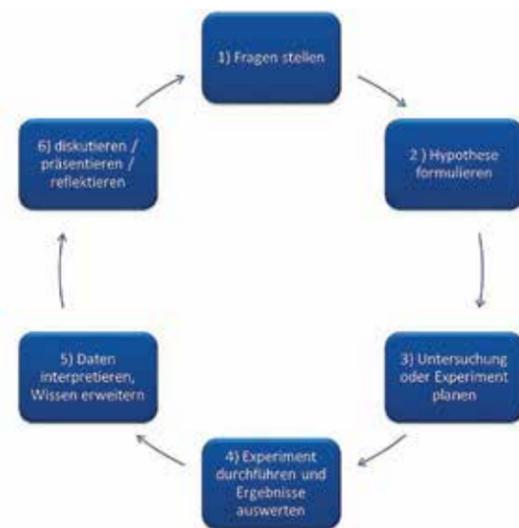
schen und Entdecken zu erneuern. Die Europäische Union fördert seitdem zahlreiche Projekte wie Primas oder mascil, welche Lehrerinnen und Lehrer nachhaltig unterstützen sollen, den Unterricht offen, forschend und kompetenzorientiert zu gestalten.

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.

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

ANZEIGE

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
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Alexander Dobrindt MdB
Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur

Mit freundlicher Unterstützung von
Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen

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

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.offeneaufgaben.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.offenaufgaben.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**



MINT-Unterricht

Differenzierung in heterogenen Lerngruppen

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 stehen der Umgang mit Heterogenität von Lerngruppen und Möglichkeiten zur Differenzierung im Unterricht im Mittelpunkt.

Die Serie im Überblick

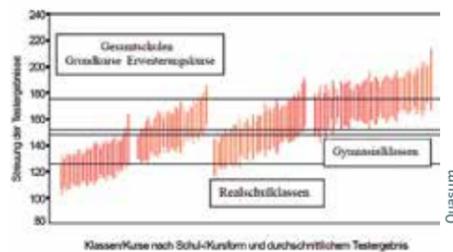
- 1 Geschlossene Aufgaben öffnen
- 2 Von der offenen Aufgabe zum forschenden Lernen
- 3 Leistungsbewertung bei offenen Aufgaben und forschendem Lernen
- 4 Differenzierung und Heterogenität**
- 5 Diagnose und Förderung von Kompetenzen
- 6 Berufsbezug und Alltagsnähe

Im vorherigen Artikel der Reihe wurden Möglichkeiten der Leistungsbewertung bei der Arbeit mit offenen Aufgaben und forschendem Lernen im Mathematik- und MINT-Unterricht vorgestellt. Auch in Klassenarbeiten können offene Aufgaben integriert werden, wenn Schülerinnen und Schüler mit Strategien zur Lösung solcher Aufgaben und deren Bewertungskriterien vertraut sind. Wie können schließlich die heterogenen Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler im normalen Unterrichtsalltag berücksichtigt werden? Wie können sowohl leistungsschwache als auch leistungsstarke Mädchen oder Jungen ihrem Vorwissen und Leistungsvermögen entsprechend gefördert werden? Das ist Thema des vorliegenden Artikels.

Heterogenität als Normalfall

In jeder Schulklasse sitzen Schülerinnen und Schüler, deren Vorwissen, Leistungsfähigkeit und Motivation sich deutlich unterscheiden. Das gilt besonders für die Grundschule, denn danach soll das traditionelle dreigliedrige Schulsystem der Heterogenität entgegenwirken. Allerdings gelingt dies nur sehr begrenzt, wie bereits 2001 in der Studie QuaSUM – Qualitätsuntersuchung an Schulen zum Unterricht in Mathematik im Land Brandenburg festgestellt wurde: In allen Schulformen ist die Streuung innerhalb der einzelnen Klassen hoch und es

gibt Haupt- sowie Realschulklassen, deren Leistungen insgesamt besser als die Leistungen von Gymnasialklassen waren.



Ergebnisse einer repräsentativen Untersuchung im Land Brandenburg, 2001, <http://www.erziehungswissenschaften.hu-berlin.de/de/ebf/document/quasum/> (Abruf 25. 10. 2015), S. 62

Seit dieser Studie ist die Heterogenität in den weiterführenden Schulen gewiss nicht geringer geworden und bei den gegenwärtigen gesellschaftlichen Veränderungen in Zukunft auch nicht zu erwarten. Man sollte sich auf Heterogenität als Normalfall einstellen.

Wie können Lehrkräfte mit der Heterogenität im Klassenzimmer so umgehen, dass sie der Unterschiedlichkeit der Lernenden gerecht werden und jede Schülerin auf ihrem, jeden Schüler auf seinem Niveau möglichst optimal fördern? Das traditionelle Lernen im Gleichschritt ist sicherlich keine Antwort darauf. Ebenso wenig wie Einzelunterricht für alle durch eine Lehrkraft zu bewerkstelligen wäre. Wie also kann eine Differenzierung im Unterricht aussehen, die für die Lernenden ebenso förderlich wie für die Lehrkraft leistbar ist?

Differenzierung im Unterricht

Differenzierung kann sich auf verschiedene Aspekte beziehen: auf das Lerntempo, die Zugangsweise, das Anspruchsniveau, die Lerninhalte oder die Lernziele. Um diese Differenzierung zu realisieren, können Lehrkräfte aus einer Vielzahl von Methoden wählen: zum Beispiel durch Aufgaben

mit Pflicht- und Wahlteil oder im Anspruchsniveau abgestufte Hilfen, eine Mind-Map, arbeitsteilige Gruppenarbeit usw. Grundsätzlich können dabei zwei Differenzierungsstrategien unterschieden werden:

- „geschlossene“ Differenzierung, bei der die Lehrperson den Lernenden passende Aufgaben zuweist, die nach Umfang oder Schwierigkeitsgrad differenziert sind, und
- „offene“ Differenzierung, auch als Selbstdifferenzierung oder natürliche Differenzierung bezeichnet, bei der die Lernenden selbst aus einem geeigneten Angebot auswählen oder Aufgaben auf unterschiedliche Weise bearbeiten können.

Voraussetzung für eine offene Differenzierung sind Lernangebote, die mehrere Herangehensweisen ermöglichen, sowie Aufgaben, die je nach Vorkenntnis oder Vermögen auf verschiedenen Niveaustufen bearbeitet werden können. Im weiteren Verlauf interessiert speziell die offene Differenzierung.

An einigen Beispielen soll aufgezeigt werden, wie offene Aufgaben „selbstdifferenzierend“ sind und dadurch ein besonderes Potenzial für den Mathematikunterricht haben. Jeder Heranwachsende kann eine offene Aufgabe mit eigenem Lerntempo, eigenem Vorwissen, eigenem Zugang und eigenem Anspruch bearbeiten. Jeder Lernende hat also ein Ergebnis und einen Erfolg. Im Rahmen einer abschließenden Präsentation oder eines Galerie-spaziergangs, bei dem Lösungsposter vorgestellt werden, lernen die Schülerinnen und Schüler wiederum andere Lösungen, Zugänge, Niveaus und Ansprüche kennen.

Differenzierung mit offenen Aufgaben

Beispiel 1: Würfelvierlinge

In der Klasse werden Steckwürfel angeboten mit dem Impuls: „Aus den Steckwürfeln könnt ihr Zwillinge, Drillinge, Vierlinge, Fünflinge ... bauen. Sucht alle möglichen Vierlinge!“

Die Schülerinnen und Schüler beginnen zu bauen, wobei eine Vielzahl an Würfel-mehrlingen entsteht und jedes Kind die Aufforderung „alle möglichen“ auf seine Weise versteht. Nach der freien Experimentierphase wird mit den folgenden Fragen strukturiert weitergearbeitet:

- Welche der gebauten Vierlinge sind (echt) gleich?
- Warum sind sie gleich? Wie kannst du zeigen, dass zwei gleich sind?
- Wie viele Vierlinge hast du gefunden? Kannst du noch mehr finden?
- Kannst du alle finden?
- Wie kannst du sicher sein, dass du alle gefunden hast?
- Wie kannst du vorgehen, um mit Sicherheit alle zu finden?

Diese Aufgabe ist insofern selbstdifferenzierend, als die Fragen jedes Kind auf seinem Niveau herausfordern. Sicher wird nicht jedes Kind dahin kommen, alle Würfelvierlinge zu finden. Aber alle Kinder finden mehrere Würfelvierlinge und können an einzelnen Beispielen die Frage beantworten, welche gleich sind und warum. Ob hingegen zwei vorgegebene Vierlinge wirklich gleich sind, ist schon schwieriger zu entscheiden (siehe Abb. oben).



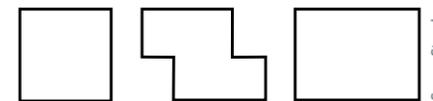
K. Reitz-Konzebovski

Oben: Würfelmehrlinge aus Steckwürfeln. Unten: Sind diese beiden Steckwürfel-Vierlinge wirklich gleich?

Für die Suche nach allen Würfelvierlingen (es gibt acht echt verschiedene) sind unterschiedliche Strategien möglich. Beispielsweise ausgehend von Drillingen (da gibt es zwei verschiedene) systematisch alle freien Stellen abzugehen oder mit einer Viererstange, dann Dreierstange, dann Zweierstange zu beginnen und an diese anzubauen: eben oder räumlich.

Das Finden einer Strategie zum systematischen Vorgehen sowie die Argumentation, ob das wirklich alle Vierlinge sind, ist auch für ältere Schülerinnen und Schüler oder Erwachsene herausfordernd. Wenn man anschließend mit den Fünflingen weitermacht, hat man schnell eine Aufgabe für mathematisch Hochbegabte.

Beispiel 2: Eins passt nicht



Swan: Standards Unit

Welches Objekt passt nicht zu den anderen?

Diese drei Objekte werden Schülerinnen und Schülern gezeigt mit der Frage: „Welches passt nicht zu den anderen?“ Die Frage kann unterschiedlich beantwortet werden und die jeweilige Antwort auf verschiedene Weisen begründet werden. Sie könnten zum Beispiel zu der Entscheidung kommen, dass das Quadrat nicht zu den anderen passt, weil es einen anderen Umfang hat als die anderen Formen (diese haben denselben Umfang); dass das Rechteck nicht zu den anderen passt, weil es einen anderen Flächeninhalt aufweist als die anderen usw. Auch Eigenschaften wie Symmetrie, Winkel, Konvexität etc. könnten in Betracht gezogen werden.

Alle Schülerinnen und Schüler werden zumindest für eine getroffene Wahl eine Begründung angeben können. Die Frage nach weiteren möglichen Argumenten für diese Wahl und die Frage, ob nicht auch ein anderes der Objekte das „nicht passende“ sein könnte, ermöglicht den Lernenden eine Weiterarbeit auf unterschiedlichem Anspruchsniveau.

Beispiel 3: Wie viele Autos stehen im Stau?

Im Radio kommt die Nachricht: „Auf der A81 bei Rottenburg staut sich der Verkehr auf 3 Kilometer Länge.“ Wie viele Autos stehen wohl im Stau?

ANZEIGE

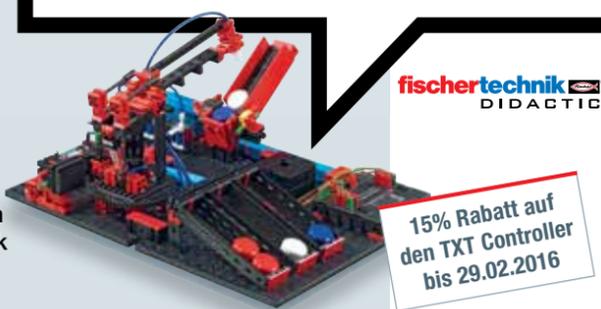
Christiani

Technisches Institut für Aus- und Weiterbildung

Schule trifft Technik

Robotics & Electropneumatics

Starke Modelle z.B. für Druckluftmotor oder Farbsortier-Roboter zum Thema Elektropneumatik und Vakuum-Technik



fischer **technik** DIDACTIC

15% Rabatt auf den TXT Controller bis 29.02.2016

www.schule-trifft-technik.de/96373

Die Situation ist allen in der Klasse wohl vertraut, die Frage naheliegend. Eine eindeutige, „richtige“ Antwort kann es nicht geben, höchstens mehr oder weniger gute Schätzungen. Die Schätzungen basieren auf Annahmen zu Teilfragen wie etwa: Wie lang ist ein Auto? Wie viel Platz ist zwischen den Autos? Wie viele Menschen sitzen durchschnittlich in einem Auto?

Schülerinnen und Schüler müssen zunächst ihre eigenen Fragen formulieren und dann, um sinnvolle Annahmen treffen zu können, ihr Allgemeinwissen aktivieren oder Untersuchungen anstellen, womöglich auf dem Schulparkplatz nachmessen. Das ist sehr motivierend, gerade auch für Lernende, die in Mathematik nicht zu den Leistungsstarken gehören.

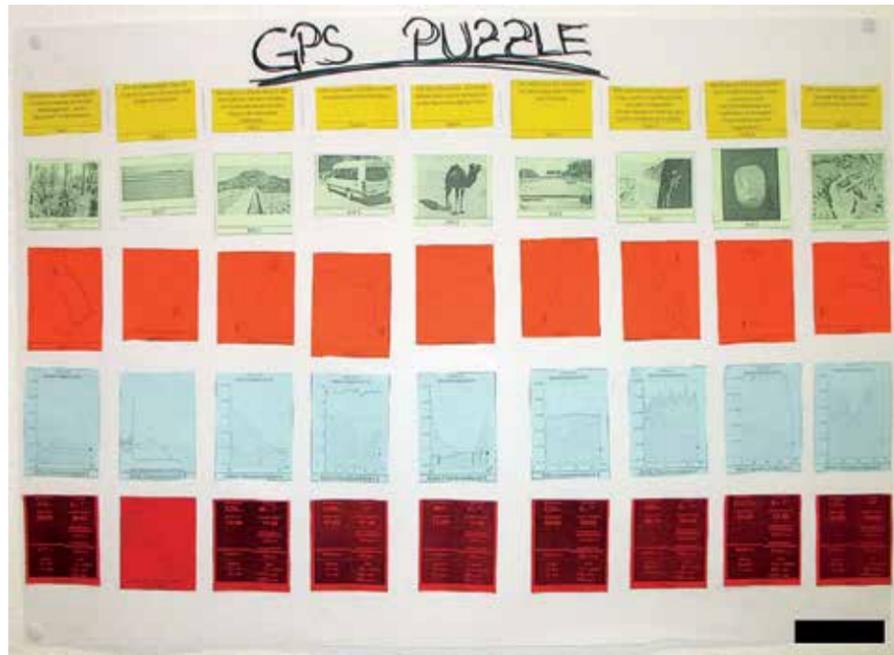
Je nach Komplexität der Teilfragen und der getroffenen Annahmen können Schülerinnen und Schüler die Aufgabe auf unterschiedlichem Niveau lösen. Insofern ist sie auch selbstdifferenzierend. Um die Lernenden im Lösungsprozess zu unterstützen, kann die Lehrkraft ihnen den Forschungskreislauf (vgl. den zweiten Artikel dieser Serie) zur Verfügung stellen und einzelne Schritte durch Hilfestellungen erleichtern. So können mögliche Annahmen auf Karten vorgegeben werden, welche die Jugendlichen diskutieren und ggf. verändern sollen:

- Im Auto sitzen immer zwei Personen.
- Die Autobahn hat drei Spuren.
- Es ist Sonntag und es sind keine LKW unterwegs.
- Die Reisenden haben viel Gepäck dabei.
- Ein Auto hat eine Länge von ungefähr vier Metern.

Beispiel 4: GPS-Puzzle

Über ein Smartphone wurden während eines Urlaubs mit neun verschiedenen Fortbewegungsmitteln (Flugzeug, Auto, Dromedar, ...) GPS-Daten aufgenommen. Kostenlose Smartphone-Apps wie „Meine Tracks“ bieten zur Darstellung derartiger Daten verschiedene Formen der Visualisierung an: Geschwindigkeits-Diagramme, Höhen-Diagramme, Statistik der Bewegung und zahlreiche Kartendarstellungen. Für den Unterricht wurden die Diagramme vom Smartphone per Bildschirmdruck gespeichert und auf den Computer übertragen. Auf einem Arbeitsblatt wurden die Diagramme nach Darstellungsart geordnet zusammengestellt und um je einen Text und ein Bild zu jedem Fortbildungsmittel ergänzt.

Eine erste Selbstdifferenzierung erfolgt gleich zu Beginn der Aufgabe: Es sind unter-



Schülerlösung zur Aufgabe eines GPS-Puzzles.

schiedliche Niveaus wählbar, die aus der Auswahl verschiedener Darstellungen auf den farbigen Arbeitsblättern resultieren. Die Karten der zum entsprechenden Niveau gehörigen Seiten müssen ausgeschnitten werden. Die Zuordnung der Karten erfolgt dann in Gruppenarbeit auf einem Poster. Bei einem Galeriespaziergang können sich die Schülerinnen und Schüler abschließend gegenseitig Hinweise zur Verbesserung der Poster geben.

Als Hausaufgabe bietet sich ein offener Arbeitsauftrag an: Mit dem eigenen Smartphone sollen möglichst unterschiedliche Bewegungsdaten im Alltag aufgenommen und daraus ein eigenes Puzzle erstellt werden. Bei der Präsentation der Hausaufgabe eine Woche später können schließlich durch vielfältige Bewegungsaufnahmen zahlreiche mathematische Diskussionen angeregt werden. Neben dem logischen Denken wird mit dem GPS-Puzzle die Bildung eines umfassenden Funktionsbegriffs gefördert. Die Schülerinnen und Schüler sollen verschiedene Darstellungen einer Alltagsbegebenheit kennenlernen, möglichst flexibel Beziehungen zwischen diesen knüpfen können und in der Gruppe Argumente zur richtigen Zuordnung austauschen. Die Arbeitsblätter zum GPS-Puzzle sind unter mascil.ph-freiburg.de/smartphone verfügbar, weitere Beispiele von mathematischen Puzzles für die Grundschule und die Sekundarstufe 1 unter www.offeneAufgaben.de.

In welcher Weise offene Aufgaben nicht nur zum Differenzieren, sondern auch zur

lernbegleitenden Diagnose und zur Förderung von Kompetenzen eingesetzt werden können, wird Thema des folgenden Artikels dieser Reihe im neuen Jahr sein.

krk/pb/km

Weitere Informationen

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

Literatur

Barzel, B., Büchter, A., Leuders, T. (2007). *Fachmethodik: Mathematik-Methodik: Handbuch für die Sekundarstufe I und II* 7. Auflage.

Blanck, B. (2004). *Wir helfen dem kleinen Würfel. Entdeckendes Lernen mit Würfelmehrlingen in einer ersten Klasse.* In: *Praxis Grundschule* 5/2004, S. 52–54.

Leuders, T., Prediger, S. (2012). „Differenziert Differenzieren“ – Mit Heterogenität in verschiedenen Phasen des Mathematikunterrichts umgehen. In: R. Lazarides & A. Ittel (Hrsg.). *Differenzierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht – Implikationen für Theorie und Praxis*, S. 35–66.

Maaß, K. (2005). *Stau – eine Aufgabe für alle Jahrgänge! PM Praxis der Mathematik*, 47(3), S. 8–13.

Reinhold, S. (2012). *Noch mehr Würfel? Würfelmehrlinge und mehr!*
www.mathematik.uni-dortmund.de/ieem/mathe2000/pdf/Symp22/materialien/Reinhold.pdf

Module zur Lehrerfortbildung aus dem Projekt PRIMAS
primas.ph-freiburg.de/fortbildungen/lehrerfortbildung

ANZEIGE

SL SCHULLEITUNGONLINE

Sekundenschnell finden, statt lange suchen!

- > Praxiswissen
- > Handwerkszeug
- > Expertenrat

Jetzt
 3 Monate
 zum
 Schnupperpreis
 testen!





Jetzt testen unter:
www.schulleitung-online.de

Ein Angebot von
RAABE
NACHSCHLAGEN-FINDEN



Alexander Blum (www.alexanderblum.de)

Jeder kennt den Stau – Aufgaben rund um das Thema haben für Schüler damit Praxisrelevanz.

MINT-Unterricht

Diagnose und Förderung von Kompetenzen

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 Diagnose und Förderung von Kompetenzen 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 das Potenzial offener Aufgaben für heterogene Lerngruppen aufgezeigt. Offene Aufgaben können in individuellem Lerntempo und mit unterschiedlichen Lösungsstrategien bearbeitet werden. Dadurch werden sowohl leistungsschwache als auch leistungsstarke Lernende ihrem Vorwissen und Leistungsvermögen entsprechend gefördert. Um gezielt an vorhandenes Vorwissen anknüpfen und den Unterricht an die Lernbedürfnisse der Schülerinnen und Schüler anpassen zu können,

bedarf es lernbegleitender Diagnose. Der vorliegende Artikel zeigt Beispiele für den Einsatz offener Aufgaben zur lernbegleitenden Diagnose und weitere Methoden zur Förderung von Kompetenzen wie geeignetes Feedback und einen positiven Umgang mit Fehlern.

Lernbegleitende Diagnose durch offene Aufgaben

Diagnose im Unterricht hat zwei Hauptfunktionen: (1) die Bewertung von Leistungen am Ende von Lernprozessen – darum ging es im dritten Artikel dieser Serie – sowie (2) die Feststellung von Leistungen, Vorwissen und Schwierigkeiten zu Beginn von Lerneinheiten sowie während des Lernprozesses. Im vorliegenden Artikel geht es um die zweite Funktion: die lernbegleitende Diagnose mit dem Ziel, Schülerinnen und Schüler beim Lernen gezielt fördern zu können. Hierfür eignen sich besonders gut offene Aufgaben.

Eine Aufgabe wie „Berechne $270 : 4 = ?$ “ ist zur lernbegleitenden Diagnose ungeeignet. Wenn ein Schüler ein falsches (oder richtiges) Ergebnis hinschreibt, so

verrät dies nichts über sein Verständnis oder seine Vorgehensweise. Zur Diagnose besser geeignet ist hingegen die folgende Aufgabe:

„Wie berechnest du $270 : 4 = ?$? Schreibe eine Erklärung für Sarah auf, die heute krank ist.“

Oder: „Denke dir zu $\frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2}$ eine passende Textaufgabe aus.“

Solche Aufgaben fordern die Lernenden heraus, ihr Verständnis der zugrundeliegenden mathematischen Konzepte zu überprüfen und in Worte zu fassen. Die Antwort gibt der Lehrkraft klare Hinweise auf bestehende Schwierigkeiten und Ansatzpunkte für den weiteren Unterricht. Dies illustrieren wir im Folgenden am Beispiel einer Diagnose-Aufgabe mit ausgewählten Schülerlösungen (Beispiel 1).

Einige Methoden zur lernbegleitenden Diagnose

- **Mindmap:** Schülerinnen und Schüler stellen dar, was sie zu einem Thema schon wissen.
- **Poster** zur Dokumentation von Ergebnissen aus Gruppenarbeiten, z. B. unterschiedliche Lösungswege für dieselbe Aufgabe / verschiedene Darstellungen desselben mathematischen Sachverhalts usw.
- **Mini-Whiteboards** (beliebt in englischen Schulen): Hier können Schülerinnen und Schüler ihre Lösungen notieren oder Lösungsskizzen aufzeichnen. Wenn die Lehrkraft bittet, die Whiteboards hochzuhalten, kann sie sich in kurzer Zeit Überblick über interessante Ansätze, häufige Fehler oder Schwierigkeiten einzelner verschaffen.

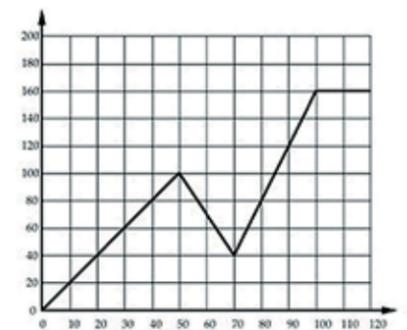
Eine Wegstrecke und deren Zeitverlauf interpretieren

Jane geht jeden Morgen eine gerade Strecke von 160 Meter von Zuhause bis zur Bushaltestelle. Der Graph verdeutlicht ihren Weg an einem bestimmten Tag.

(x-Achse: Zeit in Sekunden, y-Achse: Weg in Metern)

Beschreibe, was passiert sein könnte.

Betrachte dabei auch Einzelheiten, wie die Geschwindigkeit beim Laufen etc.



Jodies Lösung: „Jane ging nur 100 Meter entlang der Straße. Anstatt noch weitere 30 Meter zu gehen, ging sie eine Abkürzung durchs Tal – dafür benötigte sie 20 Minuten. Anschließend ging sie sehr schnell, nahm den Bus zum College und brauchte dafür 50 Minuten.“

Maxims Lösung: „Nachdem sie das Haus verlassen hat, läuft sie zunächst sehr schnell in Richtung Bushaltestelle, dann wird sie langsamer, um anschließend nochmal schneller zu werden und am Schluss läuft sie eine konstante Geschwindigkeit.“

Beispiel 1 (Quelle: Modul 6 zur Lehrerfortbildung aus dem Projekt PRIMAS: <http://primas.ph-freiburg.de/fortbildungen/lehrerfortbildung>)

Die Besprechung markanter Schülerlösungen, die typische Fehlvorstellungen enthalten, kann auch explizit zum Gegenstand einer Aufgabe für den Unterricht gemacht werden. Dann schließt sich an die Diagnose unmittelbar die Förderung an: zum einen die Weiterarbeit am mathematischen Konzept oder Problem, ausgehend vom derzeitigen Lernstand, zum anderen auch die Förderung der Kompetenzen Argumentieren und Kommunizieren (Beispiel 2 auf der folgenden Seite).

Hilfreiches Feedback in Lernprozessen

Es lohnt sich, Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern zum Beispiel bei Einzel- oder Gruppenarbeiten zunächst einfach zu beobachten und zuzuhören, dem roten Faden ihrer Argumentation zu folgen. Wenn die Lehrkraft intervenieren möchte, kann sie die Lernenden zunächst dazu auffordern, etwas genauer zu erklären. Wenn ein Schüler das nicht kann, können Mitschüler aufgefordert werden behilflich zu sein.

Interventionen der Lehrkraft sollten die Lernenden motivieren weiterzudenken und weiterzuarbeiten. Wertvoller als inhaltliche Rückmeldungen („Das stimmt aber nicht.“ – „Das macht man anders...“) sind daher strategische Rückmeldungen: Wie kannst du den Sachverhalt darstellen?

Wie kannst du das Ergebnis überprüfen? Wie kannst du sicher sein, dass das stimmt?

Feedback ist dann wertvoll, wenn es konkret, sachbezogen und konstruktiv ist. Allgemeine Wertungen („das ist gut, das ist schlecht“) sind weniger brauchbar, sie können im Gegenteil Lernprozesse sogar hemmen, denn sie lenken von der eigentlichen Beschäftigung mit der Mathematik ab. Brauchbar sind qualitative mündliche oder schriftliche Kommentare, die den Schülerinnen und Schülern helfen zu erkennen, was sie bereits beherrschen und woran sie weiterarbeiten können.

Positiver Umgang mit Fehlern

Grundsätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten, im Unterricht mit Fehlern umzugehen: Die Lehrkraft kann Fehler sofort korrigieren oder korrigieren lassen, sie kann auf Fehler hinweisen („Überprüfe das noch einmal“) oder aber Fehler zunächst unkommentiert lassen – in der Erwartung, dass andere in der Klasse bzw. der Schüler oder die Schülerin selbst die Fehler entdecken.

Die Wahl der Methode wird die Lehrkraft in Abhängigkeit von den Zielen treffen: Geht es ihr darum, schnell zur Lösung zu kommen, oder will sie den Lernenden Gelegenheit geben, Kompetenz

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



Bundesverwaltungsamt
– Zentralstelle für das
Auslandsschulwesen –



Schälverluste

Für einen Kartoffelsalat für ein Buffet werden laut Rezept 3 kg geschälte Kartoffeln gebraucht. Der Schälverlust beträgt 12 Prozent. Drei Angestellte haben unterschiedliche Meinungen, was 12 Prozent Schälverlust nun bedeutet. Wer von den Dreien hat Recht? Wie können Sie die richtige Menge Kartoffeln berechnen, die eingekauft werden muss?

Die 3 kg Kartoffeln sind 100 %, ich muss nur 12 % abziehen, dann weiß ich, was ich einkaufen muss.

Aber dann kaufst du doch weniger ein als du brauchst. Du musst die 12 % auf die 3 kg aufschlagen. Also sind die 3 kg die 100 %.

Ich glaube, ihr habt beide Unrecht. Die 3 kg sind doch weniger als 100 % – man muss doch 100 % einkaufen.

Beispiel 2 aus einer beruflichen Schule (Quelle: mascil.ph-freiburg.de/aufgabensammlung/berufliche-schulen/27-schaelverluste)

im kritischen Reflektieren zu entwickeln? Wenn die Lehrkraft nicht auf jeden Fehler sofort hinweist, fordert sie die Lernenden heraus, über ihre Ergebnisse und deren Plausibilität selber nachzudenken. Wenn alle Schülerlösungen – angemessen oder unangemessen – im Plenum diskutiert werden, lernen die Teilnehmenden auch über Angemessenheit zu reflektieren.

Fehler sind wunderbare Lerngelegenheiten – zumindest dann, wenn es „erlaubt“ ist, Fehler zu machen, und kein Schüler

oder keine Schülerin eines Fehlers oder einer „dummen“ Frage wegen im Unterricht beschämt wird. Jede Idee, jede Frage ist ein Beitrag auf dem Weg zur Lösung!

Fehlerfreundlichkeit im Mathematikunterricht wirkt sich mit Sicherheit positiv auf die Motivation von Schülerinnen und Schülern aus. Und sie passt zu einem modernen Bild von Mathematik: Mathematik nicht als das fertige Gebäude von Definitionen, Sätzen und Algorithmen, worin es auf jede Frage eine eindeutige Antwort gibt,

sondern Mathematik als ein Werkzeug zur Lösung von Problemen, wobei Irrwege zu den Lösungswegen dazugehören.

Im letzten Artikel werden Mathematik als Werkzeug zur Lösung von Problemen aus der realen Welt, insbesondere der Arbeitswelt, in den Fokus genommen und Mathematikaufgaben mit Berufsbezug für den Unterricht präsentiert.



Dr. Karen Reitz-Koncevski 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.

Weitere Informationen

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

Module zur Lehrerfortbildung aus dem Projekt PRIMAS:
www.primas.ph-freiburg.de/fortbildungen/lehrerfortbildung

Hinweis

Leider wies der Artikel der letzten Ausgabe einen Druckfehler auf. Sie können nun den gesamten vierten Artikel zu „Differenzierung und Heterogenität“ als PDF kostenlos herunterladen unter:
bit.ly/1X0vUZw

ANZEIGE

Initiative Digitale Bildung Neu Denken

Wenn Zahlen lebendig werden

Lernvideos, interaktive Arbeitsblätter, ein eigener Blog – Neuntklässler des Wilhelm-Gymnasiums in Braunschweig haben für ihr „Ebola-Projekt“ ein kreatives, digitales Konzept ausgearbeitet und umgesetzt. Das brachte ihnen beim Wettbewerb „Ideen bewegen“ den ersten Platz ein.

„Der Blog zum Ebola-Projekt“ zeigt eine bunte Gruppe von Schülern. Unterschiedliche Klamotten, verschiedene Religionen, vielfältige Interessen. Nur eine Sache haben sie gemeinsam: Sie strecken alle ein Tablet in die Luft. Diese technischen Geräte haben die Schülerinnen und Schüler der Klasse 9m/s im Schuljahr 2014/2015 sechs Wochen lang verbunden. So lange ging das Projekt „Ideen bewegen“ der Initiative „Digitale Bildung neu denken“. Mit ihrem Projekt „Ebola – eine vergessene oder gebannte Epidemie?“ hat die Klasse die Jury überzeugt. In der Kategorie Klassenstufe 9–11 hat das Wilhelm-Gymnasium Braunschweig den ersten Platz belegt und ein digitales Klassenzimmer mit 32 Tablets, einem interaktiven Monitor und weiterem Zubehör aus der Samsung School Solution gewonnen.

„Ich hatte immer im Hinterkopf, dass es die Möglichkeit gibt, an dem Wettbewerb teilzunehmen“, erzählt Oliver Nowak. Die Idee, sich mit dem Thema Ebola näher auseinander zu setzen, kam der Klasse nach einem Ebola-Spenden-Abend in der Schule Ende 2014. Zwei Schülern war aufgefallen, dass man im Fernsehen und im Internet kaum noch etwas über Ebola hört oder

liest. „Das war die Initialzündung“, sagt Oliver Nowak. „Wir wollten weiter recherchieren und erfahren, ob Ebola erfolgreich bekämpft wurde oder die Medien einfach kein Interesse mehr am Thema haben.“

Ein Projekt für den Mathe- und Biologieunterricht

Explizit mit dieser Fragestellung hat sich die Klasse 9m/s im Januar 2015 für den Wettbewerb beworben. Das Projekt war als fächerübergreifendes Vorhaben für den Mathe- und Biologieunterricht angelegt und wurde gemeinsam von Oliver Nowak und Volker Thomsen, der Biologie in der Klasse unterrichtet, betreut. Ende Januar bekamen sie die Zusage zur Teilnahme. und Ende April bekam die Klasse das digitale Klassenzimmer bereitgestellt. Sechs Unterrichtsstunden pro Woche hatten die Schüler Zeit, in Teams ihre eigenen Forschungsaufträge zu bearbeiten.

Scrollt man durch den „Blog zum Ebola-Projekt“, wird schnell die große Vielfalt der einzelnen Beiträge deutlich. Einige Schülergruppen haben sich mit dem Strategiespiel „Plague Inc.“ beschäftigt, mit dem man die fiktive Ausbreitung von Krankheiten unter realen Bedingungen

simulieren kann. Es stehen außerdem interaktive Arbeitsblätter zur Verfügung, die eine Schülergruppe mit dem Mathematik-Programm GeoGebra erstellt hat. Aus dem Matheunterricht stammen auch die Berechnungen der Ebola-Wachstumsrate und der Vergleich mit dem bekannten exponentiellen Wachstum. Individuell erklären die Schüler in den hochgeladenen Videos, wie sie Daten im Koordinatensystem eingetragen haben und wie der daraus entstandene Graph zu verstehen ist. Dadurch bekommen die Zahlen einen Bezug zur Realität. Sie werden lebendig.

Während des gesamten Projekts diente der Blog den Schülern als digitaler Lernpfad, wo sie die Ergebnisse ihrer Klassenkameraden nachlesen konnten. Die Verbindung zum regulären Unterricht blieb in allen Phasen bestehen – exponentielles Wachstum und Immunbiologie sind für die Curricula der Jahrgangsstufe 9 des Gymnasiums verpflichtend. „Die Schüler arbeiteten eigenständiger“, sagt Oliver Nowak rückblickend, „mein Kollege und ich waren in dieser Zeit eher Lernbegleiter.“ Die neue Technik erwies sich dabei ohne Frage für Schüler und Lehrer als ein großer Motivationsfaktor.



Präsentation eines Ergebnischarts am interaktivem Präsentationsmonitor.

Rahmen des Projekts

Projektfächer

Mathematik und Biologie

Vorbereitung

Entwicklung der Projektidee, Bewerbung, eintägige Schulung der Projektleiter und eine dreistündige Einweisung der gesamten Klasse.

Umsetzungszeit

Sechs Wochen, je sechs Schulstunden

Hilfsmittel

Tablets für Schüler und Lehrer, ein interaktiver Monitor zur Präsentation der Ergebnisse und spezielle Apps

Blog zum Projekt

ebolaprojekt.wordpress.com

Weitere Infos zum Wettbewerb

und zur Initiative unter

www.i-dbnd.de

und auf der didacta in Halle 6, D50/E51.

MINT-Unterricht

Berufsbezug und Alltagsnähe

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 stehen Aufgaben aus alltagsnahen Situationen und mit Berufsbezügen 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

Wie wichtig eine Öffnung des Unterrichts hin zum forschenden Lernen für das selbstgesteuerte Lernen und den kompetenzorientierten Wissenserwerb für die Jugendlichen ist, wurde in den vorherigen Artikeln der Serie aufgezeigt. Trotzdem hört man im Unterricht immer wieder solche Äußerungen: „Wozu muss ich denn das alles lernen, das brauche ich doch nie wieder.“ – „Ich werde sowieso nie in einem Beruf arbeiten, bei dem ich Mathematik brauche.“

Daher sollten im Unterricht immer wieder Aufgaben mit Berufsbezügen aus alltagsnahen Situationen der Schülerinnen und Schüler bearbeitet werden. Die Aufgaben haben dann größere Bedeutung für diese, was sowohl motivationssteigernd wirken als auch zu größerem Engagement führen sollte. Wenn die Suche nach dem Traumberuf erst nach Ende der Schullaufbahn beginnt, können viele wertvolle Jahre „verloren“ gehen.

Um dem vorzubeugen, erhält die Berufsorientierung an der Schule mit den

neuen Bildungsstandards ein viel stärkeres Gewicht. Aufgaben mit Berufsbezug sind aber auch noch vor einem anderen Hintergrund wichtig: Damit Deutschland und Europa auch in Zukunft in der hochtechnisierten Welt wettbewerbsfähig sind, müssen Schüler für technische, naturwissenschaftliche und mathematische Berufe begeistert werden.

Herstellen von Berufsbezügen

Bei mathematischen Aufgaben mit beruflichem Bezug können wir vier verschiedene Dimensionen unterscheiden:

- 1) Der **Kontext** der Aufgabe stammt aus der Arbeitswelt. Der Bezug kann sehr stark ausgeprägt sein, wenn eine echte Situation aus dem Berufsleben als Ausgangssituation für die Aufgabe verwendet wird. Die Aufgabe sollte einen klaren Zweck verfolgen und das Ergebnis wissenschaftlich wertvoll sein.
- 2) Die **Tätigkeiten**, die die Schülerinnen und Schüler im Rahmen der Aufgabe ausführen, entsprechen der gängigen Praxis im Berufsleben. Die Tätigkeiten werden so oder so ähnlich auch von Arbeitskräften an ihrem Arbeitsplatz ausgeführt. Die Art der Arbeit reflektiert außerdem bestimmte Merkmale der täglichen Arbeit, z.B. Teamarbeit, Arbeitsteilung usw. Die Tätigkeiten sollten einen klaren Zweck verfolgen, reelle Probleme lösen sowie aufzeigen, wie Mathematik und Naturwissenschaften angewandt werden. Der Fokus der Tätigkeiten liegt darauf, dass die Jugendlichen Mathematik und Naturwissenschaften so anwenden, wie sie

möglicherweise im späteren Berufsleben relevant sind.

- 3) Im Rahmen der Aufgabe wird die **berufliche Rolle** eingenommen, die im Zusammenhang mit der Aufgabe steht. In gewisser Hinsicht verlassen sie dazu die Rolle als Schülerin oder Schüler.
- 4) Das Ergebnis der Aufgabe ist ein **Produkt**, das die Schüler in ihrer Rolle als Arbeitskraft erzielen und das sie einer entsprechenden Zielgruppe vorstellen. Das Produkt ähnelt einem echten Produkt aus der Arbeitswelt (siehe Beispiel).

Damit eine Aufgabe einen starken Bezug zum Beruf hat, sollte diese Verbindung in den Dimensionen Kontext, Tätigkeiten, berufliche Rolle und Produkt deutlich werden und für die Durchführenden gut verständlich sein.

Im Folgenden zeigen wir drei Beispiele für Aufgaben mit echtem Berufsbezug. Die erste Aufgabe „Herstellung einer Rohrschelle“ ist in einer Kooperation des Projekts mascil mit einem Unternehmen entstanden. Sie hat daher einen authentischen beruflichen Kontext und motiviert zu einer typischen Tätigkeit, wie sie von Auszubildenden der Industriemechanik verlangt wird. Bei einer anderen Aufgabe „Smartphone-Apps“ üben die Schülerinnen und Schüler die Tätigkeit eines App-Entwicklers aus. Für Android Handys sind vier Apps zur Längen-, Entfernungs- bzw. Geschwindigkeitsbestimmung bekannt, vergleichbare iOS-Apps jedoch nicht. Die Jugendlichen sollen daher herausfinden, wie die Android-Apps funktionieren, damit anschließend auch eine iOS-Version gemacht werden kann. Bei der dritten Aufgabe schlüpfen die Lernenden in die Rolle eines Architekten und dürfen die Einteilung auf einem Parkdeck planen. Alle drei Aufgaben führen letztendlich zur Herstellung eines Produkts.

Aufgaben mit Berufsbezug

Die links erwähnten Beispiele finden Sie unter:

- Apps: bit.ly/1UwuwPm
- Parkdeck: bit.ly/24w5RNN

In der Aufgabensammlung unter: bit.ly/1SX3sGF

gibt es Aufgaben aus den Bereichen

- Mathematik im Berufskontext: Nahrung
- Mathematik und Physik mit dem Smartphone
- Mathematik praxisnah

Um Schülerinnen und Schülern Einblicke in das Berufsleben zu geben, ist es nicht nur wichtig, im Unterricht Aufgaben mit Berufsbezug zu bearbeiten, sondern auch über außerunterrichtliche Veranstaltungen direkte Kontakte mit der Arbeitswelt zu ermöglichen. Dies kann zum Beispiel geschehen durch:

- Partnerschaften mit Unternehmen, beruflichen Schulen, Zoos, botanischen Gärten, Museen oder Science Centern
- Ferienangebote von Universitäten
- Besuch von Messen oder Berufsbörsen
- Einladung eines Experten aus der Industrie in den Unterricht

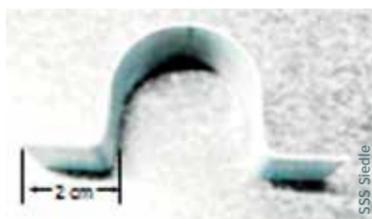
Um als Lehrer zu verstehen, wie Mathematik und Naturwissenschaften in echten Arbeitssituationen angewandt werden, können Sie:

- mit Angehörigen bestimmter Berufsgruppen in Ihrem privaten Umfeld sprechen
- bei einem Berufsschullehrer nachfragen, Unternehmenswebseiten besuchen und nach Schulungsunterlagen schauen
- jemanden an seinem Arbeitsplatz besuchen

aw / krk / km

Herstellen einer Rohrschelle

Rohrschellen sind Halterungen für Leitungen, Rohre und Kabelzüge. Rohrschellen kann man im Alltag am Fahrrad, an Schildern, Regenerinnen oder Vorhangstangen finden.



Aufgabe: Du möchtest eine Stange (Durchmesser: 37 mm) für Klimmzüge zwischen zwei Türpfosten befestigen. Die Stange soll dabei von zwei Rohrschellen gehalten werden. Stelle diese Rohrschellen selbst her aus 1mm dickem Blech. Die Schwierigkeit besteht darin, dass du nach dem Biegen das Blech nicht mehr schneiden kannst. Du musst also die Gesamtlänge des Blechstreifens im Vorfeld rechnerisch ermitteln.

Gehe dabei wie ein richtiger Ingenieur vor: Fertige zunächst eine Zeichnung mit Maßangaben an und stelle einen Prototypen her. Bereite eine Präsentation für deine MitschülerInnen vor, in der du deine Zeichnungen, Arbeitsschritte und Ergebnisse darstellst.

Zum Vorgehen: Orientiere dich bei deinem Vorgehen an diesem Kreislauf. Wahrscheinlich durchläufst du ihn mehrfach, bis du das perfekte Produkt in Händen hältst.



Beachte:

- Für ein erstes Experimentieren stehen dir Streifen aus Papier, Pappe und biegsamem Metall zur Verfügung.
- Bevor du in der Werkstatt deinen Prototypen herstellen kannst, musst du deinem Lehrer bzw. deiner Lehrerin die exakte Länge des Metallstreifens nennen, den er dir abschneiden soll.

Das Herstellen einer Rohrschelle als Beispiel für Praxisnähe. Weitere Infos auf der mascil Homepage unter bit.ly/1T6TBOC.

ANZEIGE



PHÄNOMENTA LÜDENSCHIED

Spektakuläre Räume, 170 Exponate zu den Themen Magnetismus, Licht, Mechanik ... eine riesige Kugelbahn und alles zum Selbstaussprobieren

Phänomenta-Weg 1 (bisher Gustav-Adolf-Str.) 58507 Lüdenschied info@phaenomenta.de Parkplätze in der Bahnhofsallee

www.phaenomenta-luedenschied.de