



Sachanalyse

Manchmal ist man darüber erstaunt, welche scheinbar einfachen Versuche in ihrer letzten Konsequenz zu neuen Theorien führen, welche sogar die Verleihung eines Nobelpreises rechtfertigen. Auch, dass viele Unterrichtsthemen des naturwissenschaftlichen Unterrichts der Sekundarstufe I erst ungefähr 100 Jahre altes Wissen vermitteln! Interessant ist ebenso, dass Ergebnisse der Grundlagenforschung schon nach kurzer Zeit weitere Forschende begeisterten, tiefer in die Materie einzusteigen. Teilweise initiierten sogar Zufälle wirklich erstaunliche Forschungsergebnisse. So war es auch mit der Entdeckung der Radioaktivität. Schon 1789 wurde das Element Uran von dem Apotheker Martin Heinrich Klaproth entdeckt. Der entscheidende Anstoß zur Erforschung der Radioaktivität ging aber von Wilhelm Conrad Röntgens Entdeckung aus: der von ihm X-Strahlung genannten, unsichtbaren, durchdringenden Strahlung. Antoine Henri Becquerel, der sicher schon als Kind den Forschungen seines Vaters an fluoreszierenden Mineralien zugesehen hatte, hörte von Röntgens Entdeckung und vermutete in dem fluoreszierenden Licht ebenfalls einen Anteil an dieser X-Strahlung. Also setzte er uranhaltige Mineralien intensiver Sonneneinstrahlung aus und legte sie dann im Dunkeln auf lichtdicht verpackte Fotoplatten. Nach dem Entwickeln zeigten sich deutlich die Umrisse der Steine. In dem fluoreszierenden Licht musste also ein unsichtbarer Anteil enthalten sein. Doch dann verschlechterte sich das Wetter und Becquerel legte seine nur wenig Tageslicht ausgesetzten Steine in einen Schrank, einen davon – wahrscheinlich zufällig – auf eine schon vorbereitete, lichtdicht verpackte Fotoplatte. Als er nach einigen Tagen diese Fotoplatte entwickelte, staunte er nicht schlecht: Es war ein sehr deutlicher Umriss des darauf gelegenen Steins zu sehen. Die uranhaltigen Mineralien senden also offenbar eine unsichtbare Strahlung aus! Erst als Marie Curie das Uran aus dem Mineral Pechblende isolierte und mit dem Polonium ein weiteres permanent strahlendes Element entdeckte, wurde klar: Antoine Henri Becquerel hatte eine bis dahin völlig unbekannte Strahlung entdeckt. Curie nannte sie radioaktive Strahlung, von radius (lat.) – der Strahl – und activus (lat.) – tätig.

Einbettung in die Unterrichtsreihe

zur Ansicht



Einstiegsgeschichte

Paris um 1860 – Henri schaut sich die Mineraliensammlung seines Vaters an. Wunderbar, wie die Steine in der Sonne glitzern. Natürlich legt er die Steine wieder sorgfältig in die Vitrine zurück. Abends geht er nochmals durch den Raum, einige Steine leuchten im Dunkeln noch etwas nach. Ob sie Sonnenstrahlen speichern können?

Paris im Jahr 1896 – Henri sieht sich wieder einmal die Steine seines Vaters an. Sein Freund Conrad hat eine unsichtbare Strahlung entdeckt. Ob die Steine, die im Dunkeln nachleuchten, auch diese unsichtbare Strahlung abgeben? Aber die Sommertage sind vorbei, dichte Wolken bedecken den Himmel. Enttäuscht legt Henri die Steine auf eine verpackte Fotoplatte in einen Schrank.

Warum ist Henri so erstaunt, als er die Fotoplatte entwickelt?

Lösung: _____

Download zur Ansicht

1. Lest euch gegenseitig die (ausgeschnittenen) Karten vor.

2. Versucht, die Frage zu lösen.

Ordnet dazu die Karten in einer sinnvollen Struktur an.

Tipp: Ihr müsst nicht unbedingt alle Karten verwenden.

3. Klebt (schon) alle Karten auf das Plakat und verbindet sie miteinander.

Die Zusammenhänge erkennbar wird. Dazu könnt ihr Oberbegriffe ergänzen.



Antoine Henri Becquerel
(1852–1908) war – wie sein Vater und sein Großvater – Physikprofessor.

Er interessierte sich sehr für die neu entdeckte Röntgenstrahlung und beschäftigte sich mit fluoreszierenden, uranhaltigen Mineralien.



Wilhelm Conrad Röntgen
(1845–1923) untersuchte, wie viele Physiker jener Zeit, den Einfluss von elektrischen Hochspannungen auf Edelgase in Glasröhren.



Die Entdeckung der neuen Strahlung wurde sehr schnell bekannt. Völlig unbedacht wurden die Röntgenstrahlen sogar zur Belustigung oder in Schuhgeschäften zur Schuhanprobe genutzt.

Heute ist die Röntgenabbildung aus der Medizin nicht mehr wegzudenken.

Wilhelm Conrad Röntgen hat eine unsichtbare Strahlung entdeckt, die er selbst X-Strahlung nennt.

Die Strahlung durchdringt die Haut, die Knochen werden sichtbar.

Am 8. November 1895 arbeitet Wilhelm Conrad Röntgen an seinen Versuchen, diesmal mit einer Vakuumröhre. Als er die Spannung einschaltet, beginnen in der Nähe liegende Kristalle zu leuchten. Er deckt die Röhre mit schwarzem Papier ab, die Kristalle leuchten dennoch.

Im Jahr 1789 wurde von dem Apotheker und Chemieprofessor Martin Heinrich Klaproth das Element Uran in dem Mineral Pechblende (Uraninit) entdeckt.

Manche Mineralien, die das Element Uran enthalten, leuchten im Dunkeln nach, wenn sie vorher in der Sonne gelegen haben.

Antoine Henri Becquerel wollte herausfinden, ob von der Sonne zum Leuchten nur die Sonne eine unsicht-

Zufällig hatte ein Stein auf einer lichtdicht verpackten Fotoplatte gelegen.

Er war Teil einer Ursubstanz, die er als

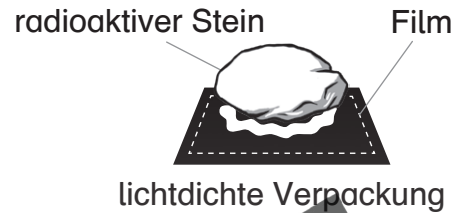
Download zur Ansicht



Der Stein hatte also auch im Dunkeln gestrahlt!

Antoine Henri Becquerel schloss daraus, dass von uranhaltigen Mineralien immer eine Strahlung ausgeht – also nicht nur dann, wenn die Steine vorher in der Sonne lagen.

Von einem Uranmineral belichtete Fotoplatte weist Flecke auf:



Zuerst ging *Antoine Henri Becquerel* davon aus, dass es sich bei den Strahlen um die von Wilhelm Conrad Röntgen entdeckten X-Strahlen handelt.

Das von *Marie Curie* entdeckte Polonium strahlt von selbst sichtbar im Dunkeln.

Marie Curie nannte die Strahlen **radioaktive Strahlen**.

lat. radius – dt. Strahl

lat. activus – dt. aktiv, wirksam

In der ersten Zeit fand *Becquerels* Entdeckung wenig Beachtung.

Viele Forscher ordneten die von uranhaltigen Mineralien ausgehenden Strahlen als X-Strahlen ein.

Marie Curie (1867–1934)

begann 1894 im Rahmen ihrer Doktorarbeit die

Becquerel-Strahlen

genauer zu untersuchen.

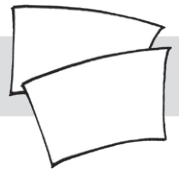
Bei Messungen stellte sie fest, dass Polonium viermal so stark strahlt, wie das Element Uran selbst.



Marie Curie isolierte das Element Uran aus dem Mineral *Pechblende*. Aus den immer noch vorhandenen Resten

Durch *Marie Curies* Entdeckung des Poloniums wurde klar, dass *Antoine Henri Becquerel* zuvor die radioaktiven

Download zur Ansicht



Erweiterung



Durch die Entdeckungen von *Ernest Rutherford* und *Niels Bohr* konnte bereits ein umfangreiches Atommodell aufgestellt werden:

Ein sehr kleiner Atomkern enthält positive und neutrale Ladungen (*Protonen* und *Neutronen*).

Die sehr leichten *Elektronen* umkreisen den Kern in bestimmten Aufenthaltsbereichen.

Nobelpreis Chemie 1911:
Entdeckung der Elemente Polonium u. Radium: *Marie Curie*

Nobelpreis Physik 1935:
Entdeckung der künstlichen Radioaktivität: *Irène Curie* und *Frédéric Joliot-Curie*

α -Strahlen: Heliumkerne



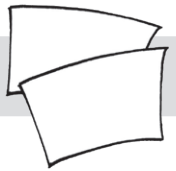
Irène Curie (1897 – 1956), Tochter von *Marie Curie*, machte eine weitere Entdeckung zur Radioaktivität:

Manche Elemente werden dadurch, dass sie radioaktiven Strahlen ausgesetzt sind, selbst radioaktiv strahlend.

Damit entdeckte sie die *künstliche Radioaktivität*.

Ein instabiler Atomkern eines radioaktiven Elements zerfällt und gibt Heliumkerne ab.

Download zur Ansicht



Vertiefung



In dem als Maß für die veraltete Einheit Curie verwendeten Vergleichsmaß
1 g Radium 226
fallen im Mittel pro Sekunde $3,7 \cdot 10^{10}$
radioaktive Verfallsprozesse statt.
1 Ci = 37 000 000 000 Becquerel

Im internationalen Einheitensystem (SI) legte man *im Jahr 1975* die Einheit *Becquerel* für die Aktivität eines radioaktiven Strahlers fest.

1 Becquerel (1 Bq) ist die mittlere Anzahl der pro Sekunde zerfallenden Atomkerne.

$$1 \text{ Bq} = \frac{1}{\text{s}}$$

1 Bq = Anzahl radioaktiver Zerfälle pro Sekunde

Bis zum *Jahr 1985* wurde die Einheit *Curie* für die Aktivität eines radioaktiven Strahlers genutzt.

1 Curie = Aktivität von 1 g Radium 226

1 Curie = 1 Ci

Wie in vielen anderen Fällen sind auch die Einheiten der Radioaktivität ihren Entdeckern gewidmet.

Um eine Größe, z. B. die radioaktive Aktivität, zu messen, benötigt man ein Vergleichsmaß.

Download
zur Ansicht



Radioaktivität

Mögliche Lösung

Physikprofessor. Mit der Entdeckung, dass uranhaltige Steine immer strahlen, wird die Radioaktivität entdeckt.

Becquerels strahlende Steine	Curie findet den Grund
<p><i>Antoine Henri Becquerel (1852–1908)</i> war – wie schon sein Vater und sein Großvater – Physikprofessor.</p> <p><i>Antoine Henri Becquerel</i> wollte herausfinden, ob von der Sonne zum Leuchten angelegte Steine auch die neu entdeckten unsichtbaren X-Strahlen aussenden.</p> <p>Zufällig legte er einen vorher nicht von der Sonne bestrahlten Stein auf eine Fotoplatte und stellte fest: Der Stein strahlt auch im Dunkeln!</p> <p>Ganz deutlich ist der Umriss des Steins zu sehen, der auf der Platte lag.</p>	<p><i>Marie Curie (1867–1934)</i> begann 1894 die Becquerel-Strahlen genauer zu untersuchen.</p> <p><i>Marie Curie</i> isolierte das Element Uran aus dem Mineral Pechblende. Aus den immer noch stark strahlenden Resten konnte sie ein weiteres Element abtrennen.</p> <p>Durch <i>Marie Curie</i>s Entdeckung des Poloniums wurde klar, dass zuvor <i>Antoine Henri Becquerel</i> die radioaktiven Strahlen des Urans entdeckt hatte.</p> <p><i>Marie Curie</i> nannte die Strahlen radioaktive Strahlen. lat. radius – dt. Strahl lat. activus – dt. aktiv, wirksam</p>

zur Download Ansicht

Diagnosebogen für Schüler

Um alle Kinder und Jugendlichen entsprechend ihrer Fähigkeiten individuell zu fördern, müssen Lehrkräfte über diagnostische Kompetenzen verfügen, mithilfe derer sie sowohl den jeweiligen Leistungsstand und Lernfortschritt messen, Defizite sowie Begabungen im Lernverhalten erkennen als auch die Unterrichtsgestaltung überdenken und letztlich verbessern können. Die Mystery-Methode ist eine offene Unterrichtsmethode, die dazu befähigt, sich selbstständig mit den Unterrichtsinhalten auseinanderzusetzen.

Aus diesem Grund können fundierte Erkenntnisse für die Weiterarbeit nur erwartet werden, wenn die Kinder und Jugendlichen selbst die Möglichkeit erhalten, ihre eigene Wahrnehmung einfließen zu lassen. Mithilfe des Diagnosebogens geben sie eine Rückmeldung zu verschiedenen Unterrichtsaspekten. Hierdurch werden sie zur Selbstreflexion angeregt und treten in Kommunikation mit der Lehrperson. Die Lehrkraft vergleicht letztlich die jeweiligen Selbsteinschätzungen mit den eigenen Beobachtungen, sodass Zielvereinbarungen für den weiteren Lernprozess getroffen werden können. Der Diagnosebogen kann unmittelbar nach der Erarbeitungsphase eingesetzt werden, sodass gezielte Rückmeldungen zu Methode, Arbeitsweise, Arbeitsprozess und Arbeitsergebnissen zeitnah schriftlich festgehalten werden.

Wird der Diagnosebogen erst am Ende der Präsentations- oder Reflexionsphase eingesetzt, kann es sein, dass die Selbsteinschätzung durch die Arbeitsergebnisse und Rückmeldungen anderer (oder auch der Lehrkraft) beeinflusst wird. Nach dem Ausfüllen der Rückmeldebögen sollte erst einmal die Präsentation der Strukturdiagramme erfolgen. Auf diese Weise kann die Selbsteinschätzung kritisch hinterfragt werden. Im anschließenden Auswertungsgespräch lassen sich die Ergebnisse der anderen Gruppen beurteilen, sodass gegebenenfalls auch das eigene Gruppenergebnis korrigiert oder ergänzt werden kann. Anhand einzelner Diagnosebögen können positive und negative Aspekte im Unterrichtsgespräch offen thematisiert werden. Ebenso bietet es sich an, die ausgefüllten Diagnosebögen von den einzelnen Gruppen selbst auswerten zu lassen, sodass schließlich allein die zusammengefassten Rückmeldungsergebnisse besprochen werden müssen.

Diagnosebogen für Lehrkräfte

Neben dem Diagnosebogen für die Kinder und Jugendlichen ist an dieser Stelle auch ein Diagnosebogen für die Lehrkraft vorbereitet. Dieser kann bereits während der Erarbeitungsphase eingesetzt werden, da lernbegleitende Aufgaben vordergründig sind. Lehrkräfte können dabei erste Beobachtungen zu den vorgegebenen Kriterien notieren. Der Diagnosebogen bezieht sich zunächst einmal auf alle Gruppenmitglieder, die das Mystery gemeinsam bearbeiten – alle müssen sich schließlich miteinander austauschen, um ein Gruppenergebnis zu erstellen.

Es ist allerdings auch möglich, den Diagnosebogen auf Einzelpersonen der Gruppe anzuwenden, wenn Besonderheiten im Lernverhalten beobachtet werden. Dazu können in die linke Spalte Bemerkungen eingetragen werden, die dann in der Reflexionsphase zusammen mit den Selbsteinschätzungen thematisiert werden. Als Grundlage für die Leistungsmessung lassen sich hierüber letztlich Konsequenzen für die Weiterarbeit festlegen. Diese Möglichkeiten der Diagnose und Förderung verstehen sich als Angebot für Lehrkräfte. In den oft relativ wenigen Unterrichtsstunden im naturwissenschaftlichen Bereich können sie eine Hilfe sein, um effizient ein Feedback einzufordern. Die Nutzung hängt auch davon ab, ob die Lehrkraft oder die Lerngruppe die Mystery-Methode zum ersten Mal anwendet oder bereits Erfahrungen damit gesammelt hat.

Des Weiteren sind diese Vorschläge auch für eventuelle Methodencurricula im Rahmen des schulinternen Lehrplans gedacht.

Download
zur Ansicht

Diagnosebogen für Schüler

Rückmeldung zum Mystery				
Die Methode war interessant und abwechslungsreich.	--	-	+	++
Die Einstiegsgeschichte war spannend und ich wollte die Leitfrage lösen!	--	-	+	++
Der Arbeitsauftrag war klar verständlich. Ich wusste immer, was zu tun ist.	--	-	+	++
Der Inhalt der Mystery-Karten war gut zu verstehen.	--	-	+	++
Bei Verständnisproblemen bekam ich Hilfe von der Gruppe/vom Lehrer.	--	-	+	++
Ich habe mich aktiv an der Gruppenarbeit beteiligt.	--	-	+	++
Ich habe die Regeln für Gruppenarbeiten beachtet.	--	-	+	++
Ich bin respektvoll mit meinen Gruppenmitgliedern umgegangen.	--	-	+	++
Die zur Verfügung stehende Zeit war ausreichend.	--	-	+	++
Es fiel mir leicht, die Karten zu ordnen und Zusammenhänge zu erkennen.	--	-	+	++
Unsere Anordnung der Karten ermöglichte uns, die Leitfrage zu lösen.	--	-	+	++
Unsere Gruppe konnte das Strukturdiagramm ohne Probleme erstellen.	--	-	+	++
Ich war mit dem Gruppenergebnis zufrieden.	--	-	+	++

Download zur Ansicht

Diagnosebogen für Lehrkräfte

GRUPPE	Nr.
Die Schüler*innen haben bei diesem Mystery...	
Visualisieren	
	... die Leitfrage beantwortet und auf dem Arbeitsblatt oder dem Plakat notiert.
	... mit den Mystery-Karten ein Strukturdiagramm gelegt und die Karten auf das Plakat geklebt.
	... die Mystery-Karten zueinander in Beziehung gesetzt und dies entsprechend beschriftet.
Filtern	
	... sich gegenseitig die Karten vorgelesen.
	... gemeinsam überlegt, welchen Karten für die Lösung der Leitfrage relevant sind.
	... die Mystery-Karten sortiert und in eine sinnvolle Reihenfolge gebracht.
	... verschiedene Deutungsmöglichkeiten besprochen und sich letztlich geeinigt.
	... gegebenenfalls die Erweiterungskarten dem Strukturdiagramm zugeordnet.
Reflektieren	
	... die Stellen oder Passagen identifiziert, die das Verständnis der Texte erschweren.
	... sich gegenseitig schwer verständliche Stellen eines Textes erklärt.
	... gegebenenfalls bei Unklarheiten die Lehrperson um Hilfe gebeten.
	... ihre Vermutungen offen miteinander besprochen.
	... die Meinung anderer Gruppenmitglieder berücksichtigt.
	... die Vorgaben (Arbeitsauftrag, Regeln, Zeitangabe)

Download zur Ansicht

Die Leistungsbewertung ist eine verantwortungsvolle Aufgabe der Lehrkraft. Der aktuelle Leistungsstand der Kinder und Jugendlichen wird dokumentiert und hat Einfluss auf deren schulische Entwicklung. Zudem wird die Lehrkraft in der Unterrichtsarbeit unterstützt, denn die Beurteilungen helfen, den Lernprozess zu reflektieren und geeignete binnendifferenzierte Maßnahmen zu ergreifen.

Im offenen Unterricht gestaltet sich die Leistungsbewertung oftmals schwierig, da nicht nur das Ergebnis, sondern auch der Lernprozess bewertet wird. Im Sinne der Produktorientierung kann in erster Linie das Plakat, auf dem sich das aus den Karten erstellte Strukturdiagramm befindet, bewertet werden. Ebenso bietet es sich beispielsweise an, die erworbenen Fachkenntnisse in Form einer Lernzielkontrolle zu überprüfen, die neben Wissensfragen auch die Urteilsbildung zulässt. Bei der Prozessorientierung beurteilt die Lehrkraft den Lernprozess selbst und bezieht sich auf die fachlichen, methodischen, personalen und sozialen Kompetenzen, die erworben werden sollen. Das heißt, die jeweilige Leistung wird während der Erarbeitungs-, Präsentations- und Reflexionsphase gemessen. Dabei spielen hauptsächlich systematische Beobachtungen eine Rolle, die letztlich von Ihrer Wahrnehmung abhängen und keineswegs objektiv sind. Aus diesem Grund obliegt es der Lehrkraft auch beim Einsatz der Mystery-Methode, geeignete Kriterien zu erstellen, die zielorientiert sind und typische Fehlerquellen vermeiden. Der folgende Bewertungsbogen dient der Leistungsmessung und ist sowohl produkt- als auch prozessorientiert. Damit den Kindern und Jugendlichen alle Kriterien bekannt sind, sollte er vor der Erarbeitungsphase offengelegt werden. Der Bewertungsbogen beinhaltet präzise Kriterien, sodass er eine zügige Beurteilung zulässt und bereits während der Gruppenarbeitsphase einsetzbar ist. Zudem kann auf diese Weise individuelles Leistungsvermögen berücksichtigt werden. Während der Erarbeitungsphase wird zunächst besonderer Wert auf die Arbeitsweise und die Kooperationsfähigkeit des Einzelnen gelegt. Die vorgegebenen Indikatoren verstehen sich als möglichst vollständige Bewertungsgrundlage, die nach eigener Gewichtung der Lehrkraft mit Punkten versehen werden kann. Des Weiteren wird das Produkt – das Plakat – hinsichtlich des Inhaltes und der Gestaltung beurteilt. Während der Präsentationsphase wird darauf geachtet, dass alle Gruppenmitglieder in der Lage sind, die Arbeitsergebnisse in einer angemessenen Form inhaltlich richtig vorzustellen. Zudem wird überprüft, ob eventuell auftretende Rückfragen beantwortet werden können, sodass Verständnisprobleme behoben werden können. Je nach gewähltem Präsentationsverfahren (beispielsweise „Einer geht an den Tisch“) ist es nicht immer möglich, die Vortragsweise bei allen

Download
zur Ansicht

Bewertungsbogen (1)

GRUPPE		
Nr.		
Erarbeitungsphase		
Kriterium	Indikatoren	Punkte
Arbeitsweise	<ul style="list-style-type: none"> durchgängig aktive Beteiligung angemessene Lautstärke aufmerksames Zuhören Gruppenmitglieder ausreden lassen respektvoller Umgangston sorgsamer Umgang mit den Arbeitsmaterialien effektives Nutzen der vorgegebenen Zeit 	
Kooperation	<ul style="list-style-type: none"> gegenseitiges Vorlesen der Karten gemeinsames Sortieren der Karten Anordnung der Karten hinterfragen Vorschläge machen andere Meinungen berücksichtigen Zusammenhänge darlegen Beziehungen knüpfen Lösung der Leitfrage mitformulieren selbstständiges Lösen oder ggf. Lehrer befragen 	
Visualisieren	<ul style="list-style-type: none"> Lösung der Leitfrage schriftlich festgehalten <p><u>Gestaltung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Überschrift Blatteinteilung Sauberkeit gut lesbares Schriftbild farbige Gestaltung <p>• alle Mystery-Karten einbezogen</p>	

Download zur Ansicht

Bewertungsbogen (2)

GRUPPE Nr.		
Präsentationsphase		
Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> • Bereitschaft, die Arbeitsergebnisse vorzustellen • Bereitschaft, evtl. Rückfragen zu beantworten • die Inhalte in logischer Reihenfolge beschreiben • Notizen für die Reflexionsphase anfertigen (Zuhörer) 	
Sprache und Körpersprache	<ul style="list-style-type: none"> • freies Sprechen/eigene Wortwahl • angemessene Lautstärke • Ernsthaftigkeit • Blickkontakt zur Lerngruppe • aufrechte, der Lerngruppe zugewandte Körperhaltung 	
Reflektionsphase		
Korrigieren und Evaluieren	<ul style="list-style-type: none"> • Ergebnisse der anderen Gruppen bewerten • selbstständiges Korrigieren • selbstständiges Ergänzen der eigenen Lösung • eigenen Arbeitsprozess reflektieren (Diagnosebogen) 	
Gesamtpunkte:		

Download zur Ansicht