



FaSMEd

Leistungssteigerung durch Diagnose und Förderung im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht unter Einsatz digitaler Medien



Süßes oder Saures? Die Zähne mögen beides nicht. - Planung und Durchführung eines Experiments zur Säureschutzwirkung von Zahnpasta

Fach:	Naturwissenschaften (Biologie)
Alter:	14 - 16 Jahrer
Hardware:	Tablet (oder Laptop, oder Pc)
Software:	PowerPoint (interaktive Präsentation)
Funktionalitäten:	Bereitstellen einer interaktiven Lernumgebung
Zeit:	mindestens 90 Minuten
FaSMEd Partner:	Universität Duisburg-Essen
Zusammenfassung:	Die SuS planen ein Experiment zur Säureschutzwirkung von Zahnpasta und führen es durch.



1. Inhalt

Thematisch befasst sich diese Unterrichtseinheit mit einem Experiment zur Säureschutzwirkung von Zahnpasta. Die SuS untersuchen im Kontext einer alltagsnahen Situation die Wirkung von Säure auf calciumhaltige Verbindungen. Sie erarbeiten selbstständig eine geeignete Problemstellung stellen eine geeignete wissenschaftliche Hypothese auf, die im Zuge eines Experiments überprüft werden soll.

2. Aktivität

2.1 Naturwissenschaftliche Zielsetzung

Aus dem Modellexperiment können die Schüler folgern, dass die äußere Schicht des Hühnereis (Calciumcarbonat/ Kalk) von der Säure (Essigsäure) angegriffen wird und sich unter Bildung von CO₂ auflöst. Die Behandlung der Calciumcarbonatschicht mit fluoridhaltiger Zahnpasta verlangsamt die Zersetzung der Kalkschicht. Auch nach dem Abspülen der Zahnpasta bleibt diese Schutzwirkung teils bestehen. Die im Modellexperiment gezogenen Schlussfolgerungen lassen sich auf die Funktion von Zahnpasta bei der Anwendung auf Zähne übertragen: Die Zahnpasta schützt die Zahnoberfläche (calciumhaltiger Zahnschmelz) wenn diese in Kontakt mit säurehaltigen Lebensmitteln kommt.

2.2 Bezug zu den Bildungsstandards

Kernlehrplan (Biologie Gymnasium Sek 1)

Prozessbezogene Kompetenzen:

SuS ...

(Experiment)

- planen, strukturieren, kommunizieren (und reflektieren) ihre Arbeit, auch als Team
- erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe biologischer Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind
- führen qualitative (und einfache quantitative) Experimente und Untersuchungen durch und protokollieren diese
- stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus



- beurteilen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit

2.3 Einsatzmöglichkeiten im Unterricht

Dieser Entwurf eignet sich im Unterricht sowohl in Form von einer Individual- als auch einer Gruppendiagnose. Diese Varianten werden während der Arbeitsphase entweder vom individuellen Schüler oder von der Lehrkraft eingesetzt und dienen der fortlaufenden Diagnose des Lernfortschritts und auftretender Schwierigkeiten (formatives Assessment). Die zur Verfügung stehenden Materialien und Fördermaßnahmen führen durch die Arbeitsschritte und greifen konkrete Probleme der Schüler auf, welche im situativen Kontext geklärt werden.

Im Zuge einer eigenverantwortlichen Arbeit an den Aufgaben mit **Selbstdiagnose**, steht den Schülerinnen und Schülern ein Katalog an Diagnosekarten zur Verfügung. Mithilfe dieser Karten kann der Lernende den Lernfortschritt in der jeweiligen Arbeitsphase erfassen und eigene Schwierigkeiten diagnostizieren. Diese Karten verweisen entsprechend des individuellen Klärungsbedarfs auf kontextbezogene Hilfekarten (Gut zu Wissen-Karten), die bei der Beantwortung von Schwierigkeiten oder Problemen helfen und weiterführende Hinweise geben (siehe Lehrerhandbuch Individualdiagnose).

Wird das Material in einer Unterrichtseinheit mit **Lehrerdiagnose** eingesetzt, so diagnostiziert die Lehrkraft den individuellen Lernstand der Schüler während der Aufgabenbearbeitung in Gruppen-, Partner- oder Einzelarbeit. Treten Probleme auf, die die Bearbeitung der Aufgaben behindern oder einem falschen Verständnis zu Grunde liegen, werden gezielt Impulse oder Fragen von der Lehrkraft eingeworfen, um den Schülern das Problem bewusst zu machen und zu einer produktiven Lösung beizutragen.

2.4 Struktur/ Methodologie

In dieser Variante sollen die Schüler aufgabenbegleitend mithilfe eines zur Verfügung gestellten virtuellen oder ausgedruckten Kartensatzes bestehend aus Diagnose- und Gut zu Wissen-Karten individuell den Lernerfolg und aufgetretene Probleme diagnostizieren. Im Gegensatz zur Lehrerdiagnose kann jeder Schüler mithilfe der Karten individuelle Schwierigkeiten klären ohne auf den Lehrer oder andere Mitschüler angewiesen zu sein. Auch können weiterführende Beispiele auf den Karten zum Verständnis beitragen und Erklärungen in einem individuellen Lerntempo nachvollzogen werden.



Zu Beginn starten die Schüler mit der ersten Diagnosekarte (A1). Die Diagnosekarten führen den Schüler Schritt für Schritt durch die jeweiligen Arbeitsschritte der Aufgabenstellung. Auf der Vorderseite der ausgedruckten Karte finden sich Erläuterungen und eine übergeordnete Aufgabenstellung zu dem jeweiligen Arbeitsschritt. Diese Aufgabe sollte von den Schülern ohne Hilfen durch Mitschüler oder Hilfekarten beantwortet werden. Anschließend drehen die Schüler die Diagnosekarte um und diagnostizieren ihr Vorgehen, indem sie ihr Arbeitsergebnis einem Fall in der Tabelle zuordnen. Bei der virtuellen Version wird dies durch ein Klicken ersetzt. Diese leiten den Schüler entweder zu einer weiterführenden Gut zu Wissen-Karte (A1.1 oder A1.2) oder zum nächsten Arbeitsschritt und einer zugehörigen Diagnosekarte (A2) weiter.

A1 EXPERIMENT Kann ich zu einem gegebenen Problem eine Hypothese erstellen?	LÖSUNG A1								
<p>Die Schülerinnen und Schüler der Klasse 7b machen einen Schulausflug in die Berge. Paul, Bahri und Sandra haben von ihren Müttern Äpfel als Proviant mitbekommen. Sandras Mutter sagte ihr: „Ich habe deinen Apfel extra nicht geschält, damit er auch am Nachmittag noch schön saftig ist.“ Bahri mag die bittere Schale nicht, deshalb ist sein Apfel geschält. Pauls Mutter hingegen hat ihm seinen geschälten Apfel in mundgerechte Stücke geschnitten.</p> <p>An dem Tag sind es sonnige 35°C im Schatten. Wer von den dreien kann sich am Nachmittag am ehesten auf einen saftigen Apfel freuen?</p> <p><i>Formuliere eine Hypothese zu dem angegebenen Problem.</i></p>	<p>Für das angegebene Problem kannst du auf verschiedene Weisen Hypothesen formulieren. Es ist nicht schlimm, wenn sich deine Hypothese am Ende des Experiments als falsch herausstellt.</p> <p>Wie bist du vorgegangen? Folge den weiterführenden Anweisungen!</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Wie bist du vorgegangen?</th> <th>Wie geht es weiter?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ich weiß nicht, was ich herausfinden soll.</td> <td>A1.2</td> </tr> <tr> <td>Ich habe eine wissenschaftlich formulierte Hypothese aufgestellt.</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>Ich konnte keine Hypothese formulieren.</td> <td>A1.1</td> </tr> </tbody> </table>	Wie bist du vorgegangen?	Wie geht es weiter?	Ich weiß nicht, was ich herausfinden soll.	A1.2	Ich habe eine wissenschaftlich formulierte Hypothese aufgestellt.	A2	Ich konnte keine Hypothese formulieren.	A1.1
Wie bist du vorgegangen?	Wie geht es weiter?								
Ich weiß nicht, was ich herausfinden soll.	A1.2								
Ich habe eine wissenschaftlich formulierte Hypothese aufgestellt.	A2								
Ich konnte keine Hypothese formulieren.	A1.1								

Abbildung 1: Beispiel für eine Diagnosekarte mit Vorder- und Rückseite

Gelangen die Schüler auf eine Gut zu Wissen Karte, finden sie weitere Hilfen oder Erklärungen, die erforderlich sind, um die Aufgabe auf der Diagnosekarte erfolgreich zu beantworten. Weiterführende Beispiele oder Erklärungen tragen zum besseren Verständnis bei und ermöglichen es, dass die Schüler aus den gemachten Fehlern produktives Wissen generieren.

Die folgende Übersicht veranschaulicht die Verwendung der Diagnose- und Gut-zu-Wissen-Karten. Der Schüler beginnt zunächst mit der Übersichtskarte A0-Wegweiser, um einen Einstiegspunkt zu finden, an dem er weitere Hilfe braucht. Die Diagnosekarten (Ax) verweisen wiederum entweder auf eine Gut zu Wissen Karte (Ax.x), falls weitere Hilfe notwendig ist, oder aber zur folgenden Diagnosekarte, falls der Schüler keine weitere Hilfe benötigt.

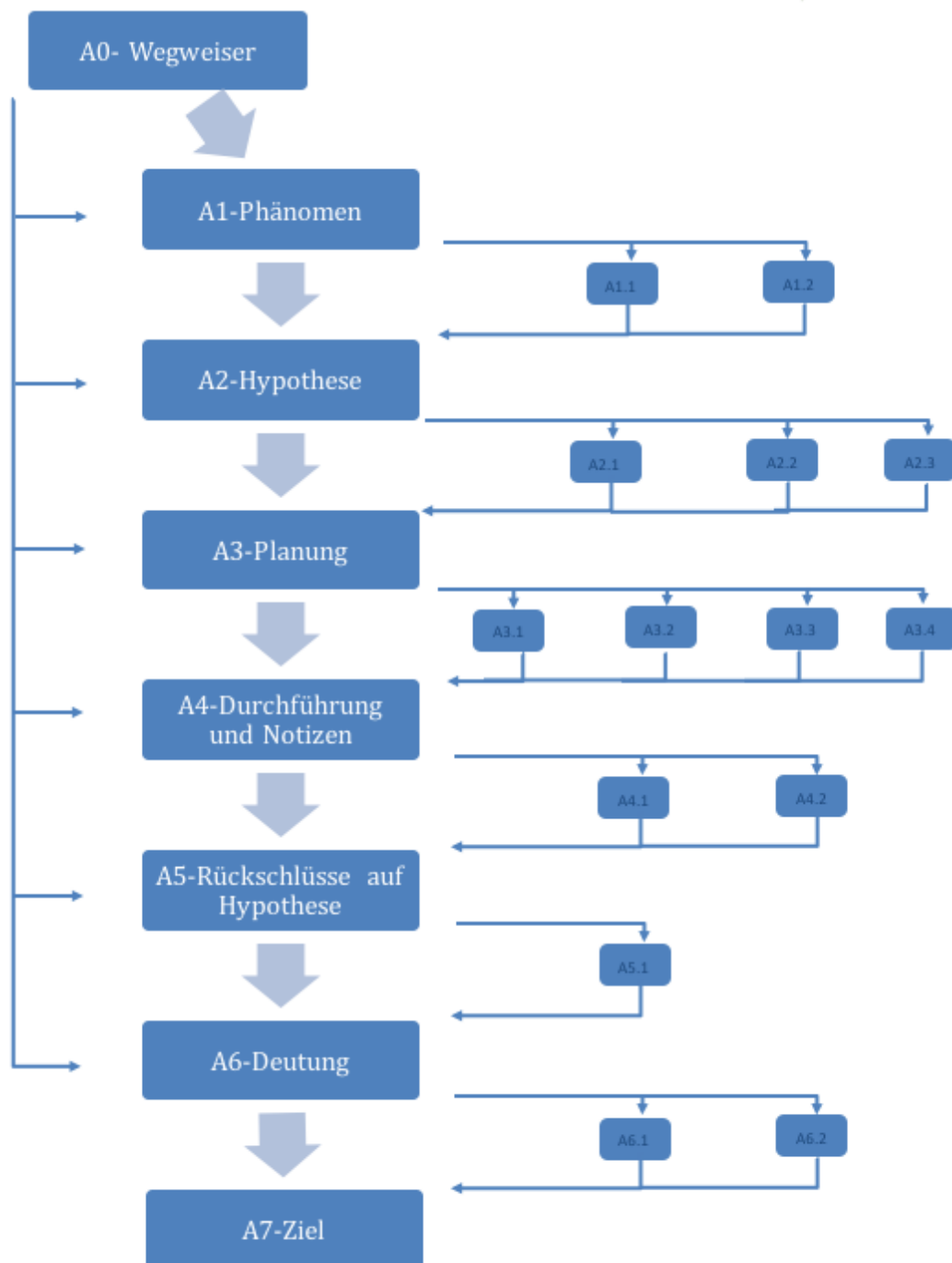


Abbildung 2: Struktur der Diagnose- und Gut-zu-wissen-Karten

2.5 Technologie

Das digitale Tool für die formative Selbstdiagnose ist eine interaktive Präsentation und kann mit den gängigsten Präsentations-Programmen wie Microsoft PowerPoint oder Keynote geöffnet werden. Aufgrund des großen Touchscreens, eignet sich am besten ein Tablet-Computer (z.B. iPad), Computer oder Smartphones können gleichermaßen verwendet werden.



Dieses Tool gibt den Schülern die Möglichkeit, die Experimentierschritte anhand eigener Schülervorstellungen, dem Interesse und der individuellen Arbeitsgeschwindigkeit zu erschließen. Es wurde als eine interaktive Lernumgebung entwickelt, da die interaktive Hyperlink-Struktur individuelle Lernwege ermöglicht.

2.6 Aspekte der Diagnose und Förderung (Formatives Assessment)

Das Material als eine interaktive Lernumgebung erfüllt vier formative Strategien: einerseits wird das Material zur Klärung der Lernziele und Erfolgskriterien genutzt, weil die Schülerinnen und Schüler in Gruppenarbeit versuchen, das spezifische Lernziel für den speziellen Schritt im Experiment zu erreichen, welcher auf der ersten Seite jeder Diagnosekarte beschrieben ist. Anschließend überprüfen sie zusammen, ob ihre Lösungsansätze mit dem Lernzielkriterien auf der zweiten Diagnosekarte übereinstimmen.

Das entwickelte Selbstdiagnose Tool sollte zudem das hervorgerufene Verständnis der Schülerinnen und Schüler nachweisen: Wenn die Gruppenansätze mit dem Lernziel übereinstimmen, werden sie Schülerinnen und Schüler zur nächsten Diagnosekarte geleitet. Wenn sie Probleme haben oder nicht wissen, wie es weitergeht, können sie auf verschiedene GTK-Karten für jeden Schritt des Experiments zugreifen. Danach werden sie zur vorigen Diagnosekarte umgeleitet. Mit den Informationen und Hinweisen auf den GTK-Karten können die Schülerinnen und Schüler ihr eigenes Wissen erweitern und versuchen die Aufgabe zu lösen beziehungsweise das spezifische Lernziel zu erreichen (anderenfalls können sie andere GTK-Karten wählen). Die GTK-Karten bieten Feedback an, welches die Lernenden unterstützt, indem die Schülerinnen und Schüler Feedback über das Diagnoseinstrument in Form von Erklärungen, Beispielen, Hinweisen und Definitionen. Diese Details sind an das individuelle Problem angepasst und enthalten keine Lösungen. Der Gebrauch des digitalen Diagnoseinstrumentes ist freiwillig; die Schülerinnen und Schüler können auch ohne jegliche Hilfe an den Aufgaben arbeiten. Gerade, wenn die Schülerinnen und Schüler das Instrument bei jedem Schritt des Experiments nutzen können, fördern die Texte die Schülerinnen und Schüler die Fragen selbstständig zu beantworten. Deshalb kann dieses Konzept auch in die Dimension Aktivierung der Schülerinnen und Schüler als selbstbestimmte Lerner eingeordnet werden.

Auf der anderen Seite initiiert dieses Konzept auch die Verarbeitung und Analyse, um Schülerinnen und Schüler als Lehrkräfte füreinander zu aktivieren: Während der Gruppenarbeit können die Schülerinnen und Schüler neben dem digitalen Instrument auch



ihre Gruppenmitglieder befragen. Insbesondere die Durchführung des Experiments ist so konzipiert, dass es in Kooperation mit den Gruppenmitgliedern ausgeführt werden sollte. Demnach gibt das digitale Instrument zwar Hinweise und Erklärungen, aber fördert dennoch produktiv die Gruppeninteraktion.

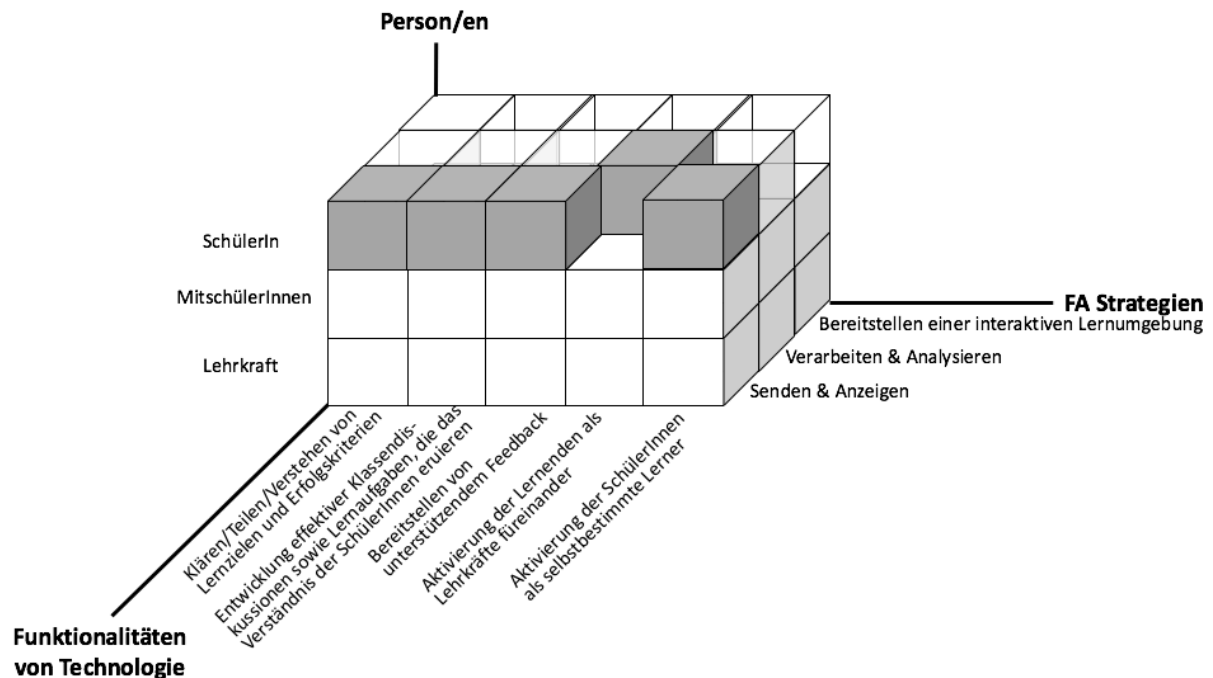


Abbildung 3: Mögliche formative Assessment Strategien in dieser Lernumgebung

3. Weitere Informationen

3.1 Benötigte Materialien

Geräte (pro Gruppe):

- Becherglas (300ml) / großes Marmeladenglas
- Schutzhandschuhe
- Schutzbrille
- Papiertücher
- Löffel

Chemikalien:

- Haushaltsessig
- fluoridhaltige Zahnpasta
- Wasser
- hartgekochtes Hühnerei

3.2 Benötigte Zeit

Die benötigte Zeit hängt von den Erfahrungen (Inhalte, Methodenkenntnis) und der Zusammensetzung der jeweiligen Schülerschaft ab. Das Experiment kann in einer



Doppelstunde (90 Minuten) durchgeführt werden. Für die Nachbesprechung sollte eine weitere Stunde (45 Minuten) eingeplant werden.

3.3 Einsatz im Unterricht

Die Tabelle gibt einen Überblick über mögliche Fehler und Probleme, die bei der Bearbeitung der Aufgaben im jeweiligen Arbeitsschritt auftreten können. Zu jedem Schritt finden sich Verweise auf entsprechende Diagnosekarten und Vorschläge, wie der Lehrer im Schülergespräch auf die Schwierigkeiten eingehen kann.

Typische Fehler und Probleme	Vorschläge für Fragen und Impulse	Selbstdiagnose
Problemstellung		
Schüler(in) erkennt das Problem nicht	<ul style="list-style-type: none"> Lies dir das Arbeitsblatt noch einmal genau durch. Unterstreiche alle wichtigen Informationen im Text. 	A1 / A1.1
	<ul style="list-style-type: none"> Formuliere in eigenen Worten das Problem, dass in dem Text dargestellt wird 	A1/ A1.2
Experiment		
Schüler(in) kann keine Hypothese aufstellen Bsp.: Weiß nicht, was eine Hypothese ist Oder: Weiß nicht wie eine Hypothese formuliert wird Oder: Kann aus dem Problem keine Hypothese ableiten	<ul style="list-style-type: none"> Was ist eine Hypothese? Wofür erstellt man sie? 	A2/ A2.1
	<ul style="list-style-type: none"> Wie kann man eine wissenschaftliche Hypothese formulieren? 	A2/ A2.2
	<ul style="list-style-type: none"> Wie kannst du aus dem Phänomen eine Hypothese erstellen? 	A2/ A2.3
Schüler(in) kann das Experiment nicht planen/erarbeiten Bsp.: Weiß nicht, welche Materialien/Chemikalien benötigt werden	<ul style="list-style-type: none"> Es stehen dir verschiedene Materialien und Chemikalien zur Verfügung. Welche kannst du für dein Experiment nutzen? 	A3/ A3.1



Oder: Grenz störende Faktoren nicht ein	<ul style="list-style-type: none"> Können andere Faktoren dein Experiment beeinflussen und zu einem anderen Ergebnis führen? 	A3/ A3.3
Oder: Plant das Experiment nicht effizient	<ul style="list-style-type: none"> Brauchst du unbedingt zwei Eier für das Experiment oder kannst du an einem Ei beide Ansätze erproben? 	A3/ A3.2
	<ul style="list-style-type: none"> Was muss eine Experimentieranleitung alles enthalten? 	A3/ A3.4
Schüler(in) hat Schwierigkeiten bei der Experimentdurchführung	<ul style="list-style-type: none"> Was muss bei der Durchführung bezüglich der Einwirkzeit beachtet werden? Haben deine Versuchsansätze/ Versuchsvariablen unterschiedliche Durchführungsschritte? 	A4/ A4.1
Schüler(in) notiert die Ergebnisse unzureichend	<ul style="list-style-type: none"> Auf was musst du achten, damit du deine Ergebnisse anschließend überprüfen kannst? Wie muss deine Beobachtung formuliert werden? 	A4/ A4.2
Auswertung		
Schüler(in) kann keinen Bezug zwischen der Hypothese und dem Experimentergebnis herstellen	<ul style="list-style-type: none"> Was muss bei der Auswertung alles beachtet werden? Kann deine Hypothese mit dem Experimentergebnis bestätigt werden oder hast du eine neue Hypothese? 	A5/ A5.1
Schüler(in) kann die Ergebnisse nicht deuten Bsp.: Kann sich die Beobachtungen nicht	<ul style="list-style-type: none"> Welche Beobachtungen konntest du machen? Welche Funktion können die Bläschen haben? 	A6/ A6.1



erklären Oder: Sieht keinen Zusammenhang zwischen Phänomen und Modellexperiment	<ul style="list-style-type: none"> • Kannst du Gemeinsamkeiten zwischen dem Hühnerei und den menschlichen Zähnen feststellen? • Hättest du die gleichen Beobachtungen gemacht, wenn du statt dem Hühnerei menschliche Zähne für das Experiment verwendet hättest? 	A6/ A6.2
--	---	----------

Tabelle 1: Typische Fehler und Probleme mit Verweisen auf entsprechende Diagnosekarten und Vorschläge, wie im Unterrichtsgespräch darauf reagiert werden kann

3.4 Alternativen

Lehrerdiagnose

Alternativ kann das Konzept in einer Unterrichtsstunde mit Diagnose durch die Lehrkraft eingesetzt werden. Die Lehrkraft fungiert dann als Berater und greift in die Gruppenarbeit ein, wenn Probleme auftauchen. Mögliche Fehlvorstellungen werden durch Beobachten der Gruppen, Partner oder einzelner Lernenden identifiziert und der Lernprozess der Schülerinnen und Schüler durch Fragen oder Impulse angeregt. Einige Möglichkeiten, wie solche Fragen oder Impulse aussehen könnten, die der Lehrkraft helfen auf individuelle Probleme einzugehen, finden Sie in Tabelle 1.

Papierversion des Materials

Die Papierversion der Lernumgebung kann alternativ zur digitalen Version eingesetzt werden, wenn die benötigte Software nicht vorhanden ist. Diese Version besteht aus verschiedenen Diagnose- und „Gut zu wissen“ – Karten, welche genauso strukturiert sind wie in der digitalen Version. Im Vergleich zur digitalen Version der Lernumgebung, kann der Hyperlink Struktur allerdings nicht so intuitiv gefolgt werden. Die Lernenden müssen aus allen Karten jeweils die Richtige herausuchen.



Glossar / Zum Herunterladen bereitgestellte Materialien

- Arbeitsblatt für den Einsatz im Unterricht
- Selbstdiagnose Schülermaterial
- „Gut zu Wissen“-Karten (Hilfekarten)
- Detailliertes Versuchsprotokoll

4. Literatur

Florian, C. (2014). Experimente für den Biologieunterricht II. In A. Sandmann & S. Wenning (Hrsg.), *Unterrichtsmaterialien aus Forschung und Praxis* (Bd. 4). Norderstedt: Books on Demand.

verändert nach:

Vohl, A. (2014): „Zahnpasta für gesunde Zähne?“ – individuelles Lernen mit gestuften Hilfen im Rahmen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. Schriftliche Bachelorarbeit des Bachelorstudiums mit Lehramtsoption für Gymnasium/ Gesamtschule an der Fakultät für Biologie der Universität Duisburg-Essen. Unveröffentlicht.