

Experimentieren in Saus und Braus – Kommentar für Lehrpersonen

1. Einleitung

Die vorliegenden Materialien wurden von Carolin Schwarz und Hannes Müller an der Oberstufe Rittermatte in Biel entwickelt und durchgeführt. An der *SWiSE/MINT - Tagung* der PHBern vom 29. November 2014 (*Lehrpersonen geben Einblicke | Natur und Technik – aus der Praxis für die Praxis*) durften wir diese Unterrichtsidee in zwei Workshops anderen Lehrpersonen vorstellen. Die Aufgabenstellung ist eine Anlehnung an einen Test aus dem Projekt *HarmoS Naturwissenschaften +*.

Anhand eines einfachen Experiments zur Löslichkeit von Brausetabletten entwickeln Schülerinnen und Schüler (nachfolgend als SuS bezeichnet) eigene Forschungsfragen und die passenden Versuche dazu. Sie erweitern ihren Werkzeugkoffer zum naturwissenschaftlichen Experimentieren. Wie beobachte ich? Wie und was messe ich? Welche Rolle spielen die Untersuchungsbedingungen? Wie verändere ich die Bedingungen? Wie wird mein Experiment reproduzierbar?



2. Didaktische Hinweise

2.1. Kommentar zum Inhalt und Ablauf der Unterrichtseinheit

Die Unterrichtseinheit beginnt mit der Frage: „Lösen sich Brausetabletten schneller in warmer oder in kalter Flüssigkeit?“ Die SuS äussern ihre Erwartungen oder Vermutungen. Darauf folgt ein Demo-Experiment mit Brausetabletten, das in seinem Aufbau – auf den ersten Blick ordentlich, auf den zweiten Blick chaotisch – und seiner unpräzisen Durchführung die SuS provozieren soll. Ausgehend davon können Kriterien zur Frage, was ein gutes Experiment ist, ausgearbeitet werden. Ganz entscheidend ist hier der Fokus auf die Untersuchungsbedingungen, die im Demoversuch völlig ungleich gestaltet wurden (unterschiedliche Gefässe, Wassermengen, Temperaturen, Lösungsmittel, Tabletten etc.).



Die SuS formulieren im weiteren Unterrichtsverlauf dann eine eigene Forschungsfrage. Zum Beispiel: „Löst sich eine Tablette in einer grossen Wassermenge schneller als in einer kleinen?“. Sie entwickeln das dazu passende Experiment, führen den eigenen Versuch durch und werten ihn aus. Ihre Versuchsanleitung und Auswertung werden schliesslich durch andere SuS beurteilt. In einer Rückmeldungsrunde (formative Beurteilung) können sich dann die Fremdbeurteilenden kritisch zu den Arbeiten ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler äussern. Mit diesen Schritten werden wichtige Grundlagen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren gelegt. Diese Grundlagen sollten bei künftigen Experimenten wieder und wieder aufgegriffen, gefestigt und erweitert werden.

Es besteht natürlich die Möglichkeit, beim Thema zu bleiben, den bereits gemachten Versuch zu verbessern oder auch eine weitere Forschungsfrage zur Löslichkeit von Brausetabletten zu entwickeln. Die Rückmeldungen aus der Fremdbeurteilung durch Mitschülerinnen und Mitschüler dienen den SuS dazu, sich weiter zu entwickeln. Diese Entwicklungsschritte könnte die Lehrperson schliesslich zur summativen Beurteilung verwenden.

2.2. Möglicher Ablauf mit Zeitangaben

Die Tabelle zeigt einen möglichen zeitlichen und inhaltlichen Ablauf. Diese Lerneinheit nimmt je nach gewünschtem Vertiefungsgrad zwischen sechs und zehn Lektionen in Anspruch. Das Ganze eignet sich nicht nur zur Durchführung in Einzel- der Doppelstunden, sondern auch im Blockunterricht.

Der grün markierte Bereich wird durch die zum Download angebotenen Materialien abgedeckt, wurde von uns im Unterricht erprobt und von den Workshopteilnehmenden als praxistauglich eingestuft. Der blau markierte Bereich stellt die mögliche Fortsetzung dar, die aus unserer Sicht optimal wäre und die wir bei der nächsten Durchführung einplanen möchten.

Basisvariante	
Lektion	Inhalte
1	<i>Das Experiment mit Saus und ... GRAUS</i> Erarbeitung der Kriterien eines qualitativ guten Experiments anhand eines Demoversuchs, der mit Fehlern gespickt ist.
2	<i>Planung des eigenen Versuchs</i> Die SuS suchen nach möglichen Forschungsfragen, einigen sich in Kleingruppen auf eine dieser Fragen und planen mit Hilfe von Leitfragen ihren eigenen Versuch.
3	<i>Durchführung des eigenen Versuchs</i>
4-5	<i>Auswertung des eigenen Versuchs</i> Die SuS werten ihren Versuch mit Hilfe von Leitfragen aus und erstellen eine Präsentation in Plakatform.
6	<i>Formative Fremdbeurteilung</i> Die SuS beurteilen die Arbeiten der anderen Gruppen anhand der Kriterien aus den Leitfragen.
Erweiterte Variante	
7	<i>Planung des zweiten eigenen Versuchs</i> Die SuS planen mit Hilfe der Leitfragen und der Rückmeldungen der anderen SuS einen zweiten Versuch mit einer neuen Forschungsfrage (oder überarbeiten ihren ersten Versuch)
8	<i>Durchführung des zweiten eigenen Versuchs</i>
9-10	<i>Auswertung des zweiten eigenen Versuchs in Einzelarbeit</i> Die SuS werten ihren Versuch mit Hilfe der Leitfragen und der Rückmeldungen der anderen SuS aus. Diesmal in Einzelarbeit.
	<i>Summative Fremdbeurteilung durch Lehrperson</i>

Falls Sie Ideen zu der vorgeschlagenen summativen Beurteilung suchen, finden Sie Anhaltspunkte und editierbare Vorlagen in unserem Beitrag *Mehr Würze beim Experimentieren*. Kontaktieren Sie uns dazu per Mail:

carolin.schwarz@rittermatte.educanet2.ch oder hannes.mueller@rittermatte.educanet2.ch.

2.3. Material und Alltagschemikalien

Für den Demoversuch „Das Experiment mit Saus und ... GRAUS“ gibt es unzählige Varianten. Je nachdem, welche und wie viele unterschiedliche Untersuchungsbedingungen die Lehrperson schaffen will, braucht es mehr oder weniger Materialien und Alltagschemikalien.

Nicht jede Sammlung ist gleich ausgestattet und das Zeitbudget der Lehrpersonen zur Beschaffung oder Bereitstellung der benötigten Stoffe und Materialien ist ebenfalls sehr unterschiedlich. Deshalb machen wir keine Mengenangaben. Lassen Sie sich darauf ein und gestalten Sie die Unterrichtseinheit mit dem, was gerade im Schulhaus oder bei Ihnen zu Hause verfügbar ist oder was Sie bei Ihrem nächsten privaten Einkauf im Detailhandel ohne Zusatzaufwand ergreifen können.

Für die Versuche, welche die SuS selber planen, gilt das Gleiche. Zeigen Sie den SuS die verfügbaren Materialien, weisen Sie auf die Dinge hin, die nur in geringer Stückzahl oder Menge vorhanden sind und eventuell geteilt oder besonders sparsam verwendet werden müssen. Die SuS sind oft auch bereit und motiviert, für ihre eigenen Experimente Dinge von zu Hause mitzubringen.

Alltagschemikalien

- verschiedene Braustabletten (z.B. M-Budget, Prix Garantie)
- verschiedene Wasser (z.B. Eiswürfel, Mineralwasser mit Kohlensäure, Leitungswasser, destilliertes Wasser)
- andere Lösungsmittel aus dem Haushalt (z.B. Brennsprit, Petrol, Süssgetränke)
- verschiedene lösliche Feststoffe (z.B. Salz, Zucker, Zitronensäure)

Material

- Durchsichtige Gefässe mit unterschiedlichen *und* identischen Formen und Volumen (Bechergläser, Messzylinder, Glaswannen, Petrischalen etc.)
- Wasserkocher
- Thermometer
- elektrische Waagen (idealerweise mit einer Auflösung von 0.1 g)
- Mörser und Pistill
- Spatel oder Glasstäbe zum Rühren
- Handy (Stoppuhr und Kamera)



2.4. Gruppen und Gruppengrößen

Die Menge der verfügbaren Materialien sowie die Grösse und Zahl der Arbeitsplätze machen es oft zwingend, Experimente in Gruppen durchzuführen. Wir sehen diese Arbeitsform primär als Chance. Sei es im Umgang mit Heterogenität aber auch zur Förderung von sozialen und methodischen Kompetenzen (vgl. D-EDK, Lehrplan 21 – Grundlagen, http://projekt.lehrplan.ch/lehrplan/V5/container/FS1F_Grundlagen.pdf, S.15/16).

Falls Sie sich für Anregungen zum Einsatz von kooperativen Lernformen beim Experimentieren interessieren, finden Sie diese unter anderem in unserem Beitrag *Mehr Würze beim Experimentieren*. Kontaktieren Sie uns dazu per Mail: carolin.schwarz@rittermatte.educanet2.ch oder hannes.mueller@rittermatte.educanet2.ch.

Diese Lerneinheit kann je nach Klassengrösse und Materialmenge in Zweier- bis Viererteams durchgeführt werden. In Zweierteams haben die SuS natürlich den grösseren Handlungsanteil, dafür gibt es in Viererteams mehr Austauschmöglichkeiten und oft eine grössere Ideenvielfalt. Noch grössere Teams sind erfahrungsgemäss nicht mehr produktiv und bieten viel Spielraum für einzelne SuS, sich aus der Verantwortung zu ziehen. Zudem könnten in grossen Gruppen einzelne an den Rand gedrängt werden.

2.5. Hinweise zur Durchführung

Die PowerPoint Präsentation, die zu dieser Lerneinheit gehört, wurde für einen Workshop entwickelt, der sich an Lehrpersonen richtet. Die Präsentation sollte den TeilnehmerInnen die Reihenfolge der Arbeitsschritte und die angewandten Methoden zeigen. Einige Folien lassen sich direkt im Unterricht einsetzen, andere enthalten wiederum Kommentare oder Hinweise, die nicht für die SuS bestimmt sind. Fühlen Sie sich frei im Abändern, Ergänzen, Löschen oder Kopieren von Inhalten, wenn Sie die Unterrichtseinheit Ihrem Stil anpassen und haben Sie Mut, die Ideen der SuS, die während des Unterrichts auftauchen, aufzugreifen und einzufügen.

Nachfolgend finden Sie einige Hinweise, Tipps und Ideen, die den Folien der Präsentation selber nicht zu entnehmen sind.



Experimentieren in Saus und Braus

Fragen stellen die Schüler, Antworten liefern die Experimente. In Anlehnung an HarmoS



Mehr Informationen zur Aufgabe, die dieser Unterrichtseinheit zu Grunde liegt und viele weitere Ideen finden Sie unter:

<https://www.phbern.ch/nawiplus>



Forschungsfrage

- Lösen sich Brausetabletten schneller in warmer oder in kalter Flüssigkeit?

Die SuS sollen zu dieser Frage ihre Vermutung oder Erwartung notieren. Zusätzlich sollen sie versuchen zu begründen, wieso sie zu dieser Vermutung kommen. Gibt es Erfahrungen, die sie gemacht haben? Kennen sie bereits ähnliche Situationen? Ein Austausch soll vorerst nicht erlaubt sein. Nach ein paar Minuten kann dann der Austausch bzw. die Diskussion in Kleingruppen stattfinden. Schliesslich können sich Freiwillige noch vor der ganzen Klasse äussern.

Wichtig ist hier der unscheinbare und an sich unpräzise Begriff *Flüssigkeit*. Viele gehen hier automatisch von Wasser als Lösungsmittel aus. Auf diese Einschränkung soll aber bewusst verzichtet werden. Falls einige SuS dies merken und danach fragen, spielen Sie den Ball zurück: Die SuS dürfen Dinge, die offen oder nicht eindeutig sind, selber definieren.



Versuchsaufbau



„Jetzt wollen wir mal schauen, wer Recht hat!“

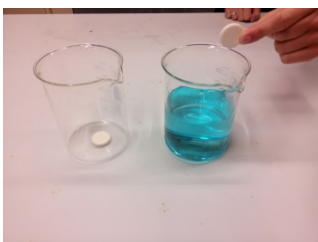
Dieser scheinbar ordentliche Versuchsaufbau enthält lauter versteckte Variablen. Die Versuchsbedingungen unterscheiden sich praktisch von Gefäss zu Gefäss. Weisen Sie die SuS zu diesem Zeitpunkt *keinesfalls* darauf hin. Falls einzelne SuS dies bemerken oder bemängeln, gehen Sie humorvoll damit um. Versprechen Sie, gleich nach dem Experiment auf diesen Einwand zurückzukommen.



Wassermenge



Gefässform



Zuerst Tablette – zuerst Wasser



Zerkleinerungsgrad der Tablette

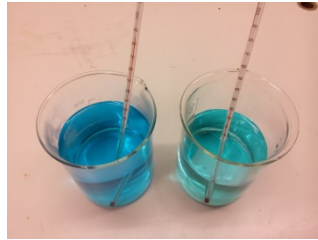
Die versteckten Variablen werden an den nebenstehenden Bildern verdeutlicht:

Die Wassermenge, die Gefässform, wird die Tablette ins Wasser gegeben oder umgekehrt das Wasser zur Tablette gegossen, der Zerkleinerungsgrad, das Lösungsmittel, die exakte Temperatur, die Art der Tablette, die Tablettenmenge, die Art und Konzentration des Lösungsmittels und viele weitere Variablen können das Ergebnis beeinflussen.

Bei diesem Demoversuch mit Saus und ... GRAUS können Sie die SuS miteinbeziehen. Bauen Sie aber die Versuchsanordnung vorher soweit auf, dass nur noch die Tabletten zur Flüssigkeit bzw. nur noch die Flüssigkeit zu den Tabletten gegeben werden muss. Notieren oder fotografieren Sie als



Lösungsmittel



Wassertemperatur



Art (Marke) der Tablette



Menge der Tabletten



Art und Konzentration
von Fremdstoffen

usw...

*Ihrer Fantasie sind hier
wenig Grenzen gesetzt...*

Gedächtnisstütze den Versuchsaufbau. Manchmal weiss man nach dem Versuch nicht mehr genau, was ursprünglich wo war.

Alle Gefässe sollen am hinteren Tischrand stehen, die SuS sollen alle vor dem Tisch sein.

Erklären Sie den SuS das Vorgehen, bevor Sie starten:

- Pro Gefäss ist eine Schülerin oder ein Schüler zuständig. Die Aufgabe der SuS ist es, die Tabletten und Lösungsmittel auf Kommando zusammenzuführen.
- Sobald sich die erste Tablette gelöst hat, zieht der oder die Zuständige das Gefäss an den vorderen Tischrand.
- Sobald sich die zweite Tablette gelöst hat, wird das entsprechende Gefäss auch nach vorne gezogen aber etwas weniger weit als das erste.
- Mit allen weiteren Gefässen wird genau gleich verfahren. Am Schluss, sollte die Reihenfolge vom schnellsten bis zum gemächlichsten Auflösen sichtbar sein.

Die entstehenden Ungenauigkeiten sind gewollt! Denn die erlauben es, im nächsten Schritt nach Verbesserungsvorschlägen und Kriterien für einen qualitativ guten Versuch zu suchen.



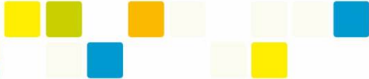


Antworten auf die Forschungsfrage

- Lösen sich Brausetabletten schneller in warmer oder in kalter Flüssigkeit?





Die SuS sollen nach dem Experiment versuchen, die Forschungsfrage zu beantworten. Sammeln Sie ein paar Meinungen, ohne zu kommentieren. Lassen Sie auch Kritik zu und wechseln Sie nach Gutdünken zur nächsten Frage.

Das Experiment in Saus und Braus... oder GRAUS?

Wo liegen die Tücken und Fehler?







„Seid ihr zufrieden mit dem Experiment? War das gut? Würde ein Forscher so arbeiten? Würdet ihr gewisse Dinge anders machen?“

Je nach Spontaneität der Klasse kann dieser Schritt direkt mündlich durchgeführt werden. In anderen Situationen ist es hilfreich, die SuS ihre Ideen zuerst notieren zu lassen.

Sammeln und strukturieren Sie die Ideen der SuS zur Verbesserung des Experiments. Falls die SuS nicht alle versteckten Variablen erkennen, können Sie die Fotos zu den Variablen als Hilfe verwenden. Denken Sie zusätzlich noch an folgende Fragen.




- Wie könnte man eine genauere Reihenfolge bestimmen als mit der Position auf dem Tisch? (z.B. Zeitmessung)
- Wann genau gilt eine Tablette als gelöst? (Bestimmte Dinge müssen definiert werden)
- Können wir sicher sein, dass immer die gleiche Reihenfolge herauskommt? (Anzahl Wiederholungen)

Versuchsplanung

Ziel: Erwartungshaltung aus Vorwissen entwickeln und dadurch gezieltes Beobachten ermöglichen

- Was ist meine Forschungsfrage?
- Welche Antwort wird mir das Experiment vermutlich liefern?
- Warum denke ich das?
- Woran erkenne ich, ob meine Vermutung richtig ist?

Versuchsplanung

Ziel: Reproduzierbarkeit des Experiments


- Materialliste: Wovon nehme ich wie viel?
- Anleitung: Welche Schritte führe ich in welcher Reihenfolge durch?
 - Was messe ich?
 - Wann messe ich?
 - Wie oft wiederhole ich die Messungen?
 - Was protokolliere und fotografiere ich?
 - Wie vermeide ich unerwünschte Einflüsse?

Je nach Kreativität einer Klasse können Sie jetzt im Plenum Forschungsfragen sammeln, zu denen man weitere Experimente planen könnte. Die SuS sollen dann in der Gruppe mit Hilfe der Leitfragen auf den Folien eine Versuchsplanung erstellen. Es empfiehlt sich, diese Planung auf grossen Plakaten festzuhalten.

Falls sich die SuS in der Gruppe bei den Vermutungen zum Ergebnis nicht einig sind, sollen sie die verschiedenen Ansichten aufschreiben.

Informieren Sie die SuS darüber, dass sie ihre Anleitungen und Auswertungen später austauschen und gegenseitig beurteilen werden. Diese Versuchsplanung sollte also so angefertigt werden, dass eine andere Gruppe den Versuch genau nachstellen könnte, ohne etwas nachfragen zu müssen.


Das werden nur wenige im ersten Durchlauf erreichen, was besonders bei der gegenseitigen Beurteilung der Gruppenarbeiten zu interessanten Diskussionen und Rückmeldungen führen kann. Beharren Sie aber in diesem Arbeitsschritt darauf, dass die Leitfragen schriftlich geklärt sind, bevor die SuS mit dem Experiment beginnen können.



Auswertung

Ziel: Vergleichbarkeit und Anschaulichkeit der Resultate sicherstellen

- Muss ich etwas berechnen? Wie präsentiere ich meine Berechnungen verständlich?
- Welche Darstellungsformen wähle ich für meine Messergebnisse? (Tabellen, Diagramme, Fotos, ...)
- Habe ich interessante Beobachtungen gemacht?



Auswertung

Ziel: Reflexion der eigenen Arbeit

- Hat das Experiment meine Vermutung bestätigt?
- Muss am Experiment etwas verbessert werden? Was? Wie?

Geben Sie den SuS auch hierfür Plakate. Planen Sie eine Arbeit ein, welche die Gruppen, die früher fertig werden, als Puffer ausführen können.


Die formative Beurteilung, die anschliessend folgt, konnten wir in unserer kleinen Gruppe im Fakultativfach *Forschen und Experimentieren* problemlos spontan und mündlich durchführen. In einer ganzen Klasse kann dies schwierig werden. Deshalb haben wir folgenden Vorschlag:

- Die Plakate werden Gruppenweise ausgelegt oder aufgehängt.
- Alle SuS erhalten die Leitfragen (eventuell einzelne Fragen auswählen oder Kriterien formulieren) in gedruckter Form.
- Die SuS werden als Gruppen im Rotationsprinzip von Plakat zu Plakat geschickt. Dort beurteilen Sie die Arbeit ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler anhand der Leitfragen (Kriterien). Beurteilungen können z.B. auf Post-Its formuliert werden. Diese sollten aber für die nächste Gruppe unsichtbar auf die Rückseite der Plakate geklebt werden.
- Je nach Zeitbudget und Ausdauer der SuS können unterschiedlich viele Fremdbeurteilungen durchgeführt werden.
- Anschliessend erhalten die Gruppen die Gelegenheit, die Fremdbeurteilungen zu ihren Plakaten zu lesen.
- Schliesslich könnte die Lehrperson noch einige Plakate exemplarisch auswählen, um mit der ganzen Klasse die wichtigsten Punkte zu repetieren.

3. Kompetenzen Gemäss LP 21

Mit dieser Unterrichtseinheit können Sie Ihren SuS einen der zentralen naturwissenschaftlichen Erkenntniswege näher bringen. Die SuS lernen dabei, naturwissenschaftliche Fragen zu stellen, Hypothesen zu formulieren und ihre Hypothesen mit Experimenten zu überprüfen, wobei besonderes Augenmerk auf den Untersuchungsbedingungen liegt. Der Lehrplan 21 sieht genau diese Aspekte als zentrale Kompetenzen im Bereich Natur und Technik vor.



NT.1 | Wesen und Bedeutung von Naturwissenschaften und Technik verstehen

<p>◀ Vorangehende Kompetenzen: NMG.5.3</p> <p>1. Die Schülerinnen und Schüler können Wege zur Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse beschreiben und deren kulturelle Bedeutung reflektieren.</p> <p><i>Physik, Chemie, Biologie, Technik: Prinzipien der Naturwissenschaften</i></p> <p>NT.1.1 Die Schülerinnen und Schüler ...</p>		<p>Querverweise</p> <p>ERG.4.5</p>
3	<p>a » können beschreiben, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden (z.B. Was ist eine Beobachtung? Was ist eine naturwissenschaftliche Frage? Was ist eine Hypothese? Was ist ein Experiment? Welche Rolle spielen die Untersuchungsbedingungen?).  Naturwissenschaftliche Beobachtung</p>	

(D-EDK, http://projekt.lehrplan.ch/lehrplan/V5/ablage/FS1F_Fachbereich_NMG.pdf, S.67)

Darüber hinaus lässt sich diese Unterrichtseinheit hervorragend ins Fachgebiet „Stoffe untersuchen und gewinnen“ einbetten. Welche Kompetenzen Sie dabei fördern können, ist auf der nächsten Abbildung ersichtlich.

NT.2 | Stoffe untersuchen und gewinnen

<p>◀ Vorangehende Kompetenzen: NMG.3.3</p> <p>1. Die Schülerinnen und Schüler können Stoffe untersuchen, beschreiben und ordnen.</p> <p><i>Chemie, Physik: Stoffeigenschaften</i></p> <p>NT.2.1 Die Schülerinnen und Schüler ...</p>		<p>Querverweise</p>
3	<p>1a » können Stoffeigenschaften nach Anleitung bestimmen, dazu geeignete Messverfahren und -geräte einsetzen.  Schmelz- und Siedetemperatur, Dichte, Löslichkeit, pH-Wert, Brennbarkeit; Messgeräte</p> <p>1b » können Versuchsergebnisse vergleichen und Messgenauigkeit diskutieren.  Messverfahren, Messgenauigkeit</p> <p>1c » können Versuche zur Unterscheidung oder Gruppierung von Stoffen selbstständig planen, durchführen und auswerten.</p>	

(D-EDK, http://projekt.lehrplan.ch/lehrplan/V5/ablage/FS1F_Fachbereich_NMG.pdf, S.69)

4. Einsatzmöglichkeiten

Diese Materialien eignen sich für den Einsatz in unterschiedlichen Kontexten und mit unterschiedlichem Fokus. Hier eine Aufzählung, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit hegt:

- Sie starten mit einer Klasse neu in den NaWi-Unterricht und möchten einen handlungsorientierten Einstieg.
- Sie möchten Ihre SuS dahin begleiten, selbständig Experimente zu entwickeln und durchzuführen.
- Sie möchten Ihren SuS das Konzept von abhängigen und unabhängigen Variablen bei Experimenten näher bringen.
- Sie möchten Ihre SuS zum kritischen Umgang mit Ergebnissen animieren.
- Sie suchen zum Thema Stoffeigenschaften eine praktische Unterrichtssequenz mit Individualisierungsmöglichkeiten.
- Sie thematisieren in der Mathematik verschiedene Diagrammtypen und möchten dieses Thema fächerübergreifend angehen.
- ...

Mit welchen Zielen und in welchem Zusammenhang auch immer Sie diese Unterrichtseinheit durchführen, wir wünschen Ihnen viel Freude dabei!