



Matthias Hoesli

«Stoffeigenschaften – Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?»

Informationen beschaffen, fragen, untersuchen, ordnen und vergleichen

5. Schuljahr

Darum geht es

Stoffe umgeben uns so selbstverständlich, dass wir uns keine Gedanken über sie machen. Alles besteht aus ihnen. «Die Luft, die wir atmen, das Wasser, das wir trinken, Zucker, Stärke, Eiweiss und Salz, die wir mit der Nahrung aufnehmen, sind nur einige Beispiele für Stoffe, die uns immer und überall umgeben. Die Eigenschaften der Stoffe machen wir uns zunutze: Wir verwenden Wasser zum Waschen oder auch zum Löschen von Feuer. Aluminium dient nicht nur als Verpackungsmaterial, sondern wird auch im Flugzeugbau eingesetzt, und selbst der Rahmen eines Fahrrads besteht oft aus Aluminium. Die Meilensteine des technischen Fortschritts werden durch Stoffe mit besonderen Eigenschaften markiert: Bronze, Eisen, Stahl und Silicium. Aufgrund ihrer Verwendbarkeit werden Stoffe ganz gezielt entwickelt: Teflon®, Nylon®, Polyethylen und Nitroglycerin sind Beispiele für Stoffe mit ganz speziellen Eigenschaften, die synthetisch hergestellt werden» (Kröner, 2014).

Die hier vorgestellte Unterrichtsplanung versucht, den beiden Ansprüchen «Kompetenzförderung» und «Perspektivenübergreifender Unterricht» Rechnung zu tragen. Sie zeigt auf, wie ein «perspektivisches» Lehrmittel wie NaTech 1–6 genutzt werden kann, um einen Beitrag zu einer übergeordneten Frage zu leisten. Konkret werden Teile aus der Unterrichtseinheit «Süsse Chemie – Untersuchung Stoffeigenschaften und wandle Stoffe um» (NaTech 5/6) aufgenommen und mit weiteren Unterrichtsideen (Hoesli, Wilhelm & Rehm, 2015) ergänzt. Zusammen führen sie zur Frage: «Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?».

Situierung der Lehrplankompetenzen

Bei der Situierung wird der Fokus auf die N+T-Kompetenzen (als Leadkompetenz) aus dem Lehrplan 21 gelegt. Die Kompetenzen NMG3.3 und NMG3.4 (D-EDK, 2015) der Unterrichtseinheit «Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?» werden zunächst in einer **möglichen Zyklusplanung (2. Zyklus) des Fachs NMG** (Abb. 1) verortet. Danach wird ein **Kompetenzerwerb über die drei Zyklen hinweg** (Abb. 2 und Abb. 3) erläutert.

Die übergeordnete Frage ermöglicht die Vernetzung der verschiedenen Kompetenzbereiche. Neben dem Kompetenzbereich «Stoffe, Energie und Bewegungen beschrei-

ben, untersuchen und nutzen» werden die Kompetenzbereiche «Technische Entwicklungen und Umsetzungen erschliessen, einschätzen und anwenden» und «Arbeit, Produktion und Konsum – Situationen erschliessen» mitaufgenommen, um eine Annäherung an die unterrichtliche Zielkompetenz «Die Schülerinnen und Schüler können Stoffeigenschaften nutzen, um Alltagsgeräte/-Gegenstände zu untersuchen, entsprechend der vorgesehenen Funktion zu beschreiben, zu vergleichen und zu entwerfen» zu erreichen.

NMG-Mehrjahresplanung im 2. Zyklus

Die hier vorgeschlagene Mehrjahresplanung für den 2. Zyklus (Abb. 1) ist eine von vielen Möglichkeiten, wie die im Lehrplan 21 vorgegebenen Kompetenzen unterrichtet werden können. Sie basiert auf der Zyklusplanung der Dienststelle für Volksschulbildung des Kantons Luzern (Dienststelle Volksschulbildung, 2017) für den 2. Zyklus und versucht, die Lehrmittelreihe NaTech 1–6 (Bölsterli Bardy und Schweizer, 2017) aufzunehmen und zu verorten. Der vorliegenden Planung sind die folgenden beiden Punkte zugrunde gelegt. (1) In jedem Schuljahr sind sechs NMG-Kompetenzbereiche als Schwerpunkte von jeweiligen Unterrichtsthemen zu setzen. Ein zusätzliches Unterrichtsthema kann von den Lehrpersonen innerhalb von NMG frei gewählt werden. (2) Jedes Kind muss im 2. Zyklus mindestens zweimal in jedem Kompetenzbereich (als Schwerpunkt gesetzt) seine Kompetenzen erweitert haben (Dienststelle Volksschulbildung, 2017).

Unterrichtsplanungen**Stoffeigenschaften – Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?**

	Übergeordnete Frage	Lehrmittel NaTech	Lehrplanbezüge						
			NMG 1	NMG 2	NMG 3	NMG 4	NMG 5	NMG 6	NMG 7
	Sommerferien								
3. Schuljahr	Wie viel Essen ist genug?	Wie geht es dir? (3/4) (1.3)	■						5
	Herbstferien								
	Wir erforschen Wetterphänomene und den Himmel	Sonne, Mond und Wolken (3/4) (4.4/4.5)							
	Ist Energie überall?	Umwandlungen auf der Spur (3/4) (3.2)			■		1		
	Weihnachtsferien								
	Ist alles wahr, was wir wahrnehmen?	Hören, fühlen, sehen (3/4) (4.1)	2	4		■			
	Fasnachtsferien/Sportferien								
	Machen Kabel und Magnete Spielgeräte besser?	Batterie, Kabel und Schalter (3/4) (5.1) Was ist stabil? (3/4) (5.1/5.3)			4		■	2	
	Osterferien								
	Wann ist Arbeit «Arbeit», und warum muss man dafür bezahlen?							■	2
Wie lebt es sich am Weiher?	Keimlinge, Samen und Tiere (3/4) (2.3)		■		1				
	Sommerferien								
4. Schuljahr	Wie funktioniert Schule in XY?								■
	Herbstferien								
	Ist unsere Gemeinde einen Besuch wert?	Faszination Boden (3/4) (2.4/2.5/2.6)							
	Könnten wir in der Altsteinzeit (über)leben?			5			3		
	Weihnachtsferien								
	Braucht es denn überall Regeln, Gebote und Verbote?		1					4	
	Fasnachtsferien/Sportferien								
	Was ist Glück?	Wer bist du? Wer bin ich? (3/4) (1.1)	1						1
	Osterferien								
	Was tun Menschen, damit sie ihre Toten nicht vergessen?								
Ist Abfall nutzlos, oder bringt er auch etwas?	Im Reich der Stoffe (3/4) (3.3/3.4)					1	3		
	Sommerferien								
5. Schuljahr	Mein Körper verändert sich – meine Rolle auch?	Wie wirst du erwachsen? (5/6) (1.5)	■						
	Herbstferien								
	Was braucht mein Körper?	Was braucht mein Körper? (5/6) (1.2/1.3/1.4)							
	Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?						1	3	
	Weihnachtsferien								
	Wie können wir uns vor Naturereignissen schützen?	Der Himmel hat viele Gesichter (5/6) (4.4)				■	1		
	Fasnachtsferien/Sportferien								
	Welche Folgen haben Handys für Mensch und Umwelt?	Warum ist ein Velo schnell? (5/6) (5.3)	2				■		
	Osterferien								
	Wen macht Schokolade (un)glücklich?			4				■	2
Wie stark dürfen wir in die Natur eingreifen?	Vielfältiges Leben um uns (5/6) (2.6) Entwicklung auf der Spur (5/6) (2.6)		■						
	Sommerferien								
6. Schuljahr	Warum flüchten Menschen?								■
	Herbstferien								
	Wie klein ist die Schweiz?								4
	Wie echt sind Dinosaurier wirklich?			5			3		
	Weihnachtsferien								
	Gehören Wölfe in unsere Wälder?			1					
	Fasnachtsferien/Sportferien								
	Wie viel Kinderarbeit steckt in meinen Kleidern?							1	2
	Osterferien								
	Wer braucht Bibel, Koran und Torah?								2
Woher kommt die Energie?	Woher kommt die Energie? (5/6) (3.2) Überall Elektrizität (5/6) (4.4/4.5)								
	Sommerferien								

Abb. 1: Beispiel einer Zyklusplanung im 2. Zyklus (3.–6. Schuljahr). (Quelle: Eigene Darstellung nach DVS Luzern)

						MI	BNE
NMG 8	NMG 9	NMG 10	NMG 11	NMG 12	Auswahl Grundanspruch der übergeordneten Frage	Auswahl verbindlicher Inhalte	
			4		1.3.f	Lebensmittelverschwendung, Footprint	1.3.c B
3					3.2.e		
					4.1.e	Ohr: Ohrmuschel, Gehörgang	
					5.2.2d	Elektromagnete, elektrische Leitfähigkeit	2.2.b G
		1			6.1.e	Arbeit als Tätigkeit, Arbeit als Ergebnis	2.1.b
4					2.3.f	Entwicklung der Amphibien	1.3.b
		3	3		7.2.f		1.2.c A
	2	3			8.2.e	Vielfalt von Nutzungsformen	1.2.e G
					9.2.e	Altsteinzeit	
					11.2.c	Klassenregeln, Vertrag	1.3.d F
							1.2.b D
	2		1		12.1.c	Friedhof, religiöse Gebäude	
					3.3.e	Stoffeigenschaften	1.2.e G
		5	3		1.5.f	Bau und Funktion der Geschlechtsorgane	1.2.e C
					3.3.e, 3.4.d	Stoffeigenschaften	1.2.e B
3					4.4.1f	Wetterelemente: Temperatur, Bewölkung	
	2				5.3.f	Bedeutung technischer Entwicklungen	1.3.e G
		1			6.5.g	Wohlstand, Armut	1.2.e
3			2		2.6.g	Regeln zum Schutz der Tiere	
	3			5	7.3.g		2.1.b E
	2				8.4.f		1.2.e A
					9.4.d	Fiktive, reale Geschichten	1.1.b
2					10.5.d	Problemdefinition, Meinungsbildung	1.2.d B
					11.4.d		1.4.b
			1		12.2.c	Bibel, Torah, Koran	1.3.e F

MI:
Verweise beziehen sich auf das Modul «Medien und Informatik» (erarbeitet von Andreas Blunski, wissenschaftlicher Mitarbeiter des Zentrums Medienbildung der PHLU).

BNE:
Verweise beziehen sich auf die sieben fächerübergreifenden Themen unter der Leitidee «Nachhaltige Entwicklung»: (A) Politik, Demokratie und Menschenrechte, (B) Natürliche Umwelt und Ressourcen, (C) Geschlechter und Gleichstellung, (D) Gesundheit, (E) Globale Entwicklung und Frieden, (F) Kulturelle Identitäten und interkulturelle Verständigung, (G) Wirtschaft und Konsum.

Unterrichtsplanungen**Stoffeigenschaften – Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?**

Die übergeordnete Frage «Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?» bezieht sich auf

- a) die Grundansprüche NMG.3.3.e: «Die Schülerinnen und Schüler können Informationen zu Stoffen erschliessen (z. B. durch eigene Untersuchungen, mithilfe von Medien) und können die Ergebnisse dokumentieren (z. B. Steckbriefe zu Stoffen: Farbe, Glanz, Härte, Verformungen, Grösse, Leitfähigkeit, Temperatur, Aggregatzustand)» und NMG.3.4.d: «Die Schülerinnen und Schüler können Stoffveränderungen als Verfahren beschreiben und deren Nutzung im Alltag erklären (z. B. brennen, verbrennen, verkohlen; Zucker schmelzen, in Wasser auflösen; Beeren zu Konfitüre verarbeiten; Salzwasser auskristallisieren)»,
- b) den darin aufgeführten verbindlichen Inhalt «Stoffeigenschaften»,
- c) die Begleitkompetenzen NMG.5.1 «Die Schülerinnen und Schüler können Alltagsgeräte und technische Anlagen untersuchen und nachkonstruieren.» und NMG.6.3 «Die Schülerinnen und Schüler können die Produktion und den Weg von Gütern beschreiben» und
- d) die Kompetenzstufe 1.2.e «Die Schülerinnen und Schüler können Informationen aus verschiedenen Quellen gezielt beschaffen, auswählen und hinsichtlich Qualität und Nutzen beurteilen» aus dem Modul «Medien und Informatik» und den fächerübergreifenden Themenbereich (B) «Natürliche Umwelt und Ressourcen²» aus der Leitidee «Nachhaltige Entwicklung».

Die Unterrichtsreihe umfasst rund **25 Lektionen** und wird in der vorliegenden Zyklusplanung des 2. Zyklus auf das **Herbsthalbjahr des 5. Schuljahres** gelegt (vgl. Abb. 1). Sie nimmt das Thema «Im Reich der Stoffe» (NaTech 3/4) der übergeordneten Frage «Ist Abfall nutzlos, oder bringt er auch etwas?» aus der ersten Hälfte des 2. Zyklus auf und vertieft die experimentelle Unterscheidung von Stoffen sowie die Verwendung von Stoffen im Alltag anhand der Frage «Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?». Die Schülerinnen und Schüler arbeiten dabei an oben beschriebenen Kompetenzen.

Kompetenzerwerb über die Zyklen hinweg

Die folgenden Gesamtübersichten (Abb. 2 und 3) zeigen die Lehrplankompetenzen und -kompetenzstufen inkl. Rück- und Ausblick hinsichtlich der Fachkonzepte bzw. Denk- und Handlungsweisen über alle drei Zyklen hinweg. Die NaTech-Kompetenzstufen sind gelb hinterlegt. Sie werden dem NaTech 1–6 der Primarstufe zugeordnet (NaTech 1/2, NaTech 3/4, NaTech 5/6).

² Die Schülerinnen und Schüler befassen sich mit technischen und naturwissenschaftlichen Entwicklungen und denken über deren Einfluss auf Mensch und Umwelt nach. Die Schülerinnen und Schüler werden befähigt, eigene Verhaltensweisen bezüglich eines nachhaltigen Umganges mit der natürlichen Umwelt und ihren Ressourcen sowie im Hinblick auf eine tragbare Zukunft zu reflektieren.

Zyklus	Kompetenzstufen aus dem Lehrplan 21 NMG.3.3 (Zyklus 1 und 2), NT2.1 (Zyklus 3)	Fachkonzepte und Fachinhalte	Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen	NaTech
1	NMG.3.3a ... können Objekte und Stoffe aus der Alltagswelt wahrnehmen und deren Eigenschaften beschreiben [...].	Gegenstände und Stoffe aus dem Alltag und ihre Eigenschaften (z.B. ein Würfelzucker ist weiss und glänzend) <i>Sichtbare Welt</i>	wahrnehmen, beschreiben	NaTech 1/2 Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass alles um uns herum aus Stoffen (vereinfacht zu Beginn als Materialien bezeichnet)
	NMG.3.3b ... können Beschaffenheit von Stoffen und Objekten erforschen und beschreiben [...].	Eigenschaften von Stoffen und Gegenständen (z.B. ein Würfelzucker besteht aus einzelnen kleinen Kristallen) <i>Sichtbare Welt</i>	erforschen (fragen, durchführen, erklären), beschreiben	besteht und dass diese Stoffe erkundet und untersucht werden können. Die Schülerinnen und Schüler untersuchen
	NMG.3.3c ... können Objekte und Stoffe aus der Alltagswelt sammeln und nach Material, Gestalt, Beschaffenheit, Farbe und Verwendungszweck ordnen [...].	Material, Gestalt, Beschaffenheit, Farbe und Verwendungszweck von Gegenständen und Stoffen (z.B. Puderzucker, Kristallzucker und Würfelzucker bestehen alle aus demselben Material: Haushaltszucker) <i>Sichtbare Welt</i>	sammeln, ordnen	Unterschiede zwischen Flüssigkeiten und festen Stoffen. Die drei Aggregatzustände «fest», «flüssig» und «gasförmig» werden eingeführt. Zuletzt erkunden die Schülerinnen und Schüler die Thematik des Recyclings von Stoffen anhand von Karton.
2	NMG.3.3d ... können mit Objekten und Stoffen laborieren und ihre Erkenntnisse festhalten [...].	Gegenstände und Stoffe verändern (z.B. Puderzucker erwärmen) <i>Sichtbare Welt</i>	laborieren (angeleitet Versuche durchführen), erläutern, dokumentieren	NaTech 3/4 Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass alle Stoffe charakteristische Eigenschaften haben. Diese Stoffeigenschaften lassen sich untersuchen und vergleichen. Sie ändern sich nicht, wenn der Stoff bearbeitet wird (z. B. zerkleinern, abschleifen, zerschneiden). Die Schülerinnen und Schüler lernen am Beispiel Wasser die Aggregatzustände «fest», «flüssig» und «gasförmig» kennen und beschreiben. Sie lernen anhand der Luft, dass Stoffe aus Teilchen aufgebaut sind und untersuchen am Beispiel Boden, wie Stoffe gemischt und aufgrund ihrer unterschiedlichen Eigenschaften wieder getrennt werden können.

Unterrichtsplanungen

Stoffeigenschaften – Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?

Zyklus	Kompetenzstufen aus dem Lehrplan 21 NMG.3.3 (Zyklus 1 und 2), NT2.1 (Zyklus 3)	Fachkonzepte und Fachinhalte	Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen	NaTech
2	NMG 3.3e ... können Informationen zu Stoffen erschliessen (z. B. durch eigene Untersuchungen, mithilfe von Medien) und können die Ergebnisse dokumentieren [...].	Stoffeigenschaften	erschliessen, dokumentieren	NaTech 5/6 Die Schülerinnen und Schüler vertiefen in dieser Lerneinheit ihre Kenntnisse zu Stoffeigenschaften und lernen, Zustände von Stoffen mithilfe des Teilchenmodells modellhaft darzustellen. Zudem lernen sie den Begriff der chemischen Reaktion kennen und erfahren, dass in einer chemischen Reaktion die Ausgangsstoffe in neue Stoffe (Produkte) umgewandelt werden. Wie ein roter Faden zieht sich das Beispiel des Haushaltszuckers durch die ganze Lerneinheit, deshalb heisst der Titel der Lerneinheit «Süsse Chemie».
	NMG 3.3f ... können Eigenschaften von Stoffen mithilfe von Analogien oder einfachen Modellen erläutern und veranschaulichen.	Stoffeigenschaften, Analogien, Modelle (z. B. Teilchenmodell zur Dichte) <i>Von der sichtbaren Welt zu der für niemanden sichtbaren Modellwelt wechseln</i>	erläutern, veranschaulichen	
3	NT2.1.1a ... können Stoffeigenschaften nach Anleitung bestimmen, dazu geeignete Messverfahren und -geräte einsetzen.	Stoffeigenschaften; Messverfahren (z. B. Siedetemperatur von Alkohol bestimmen) <i>Sichtbare Welt</i>	nach Anleitung untersuchen, Geräte einsetzen	
	NT2.1.1b ... können Versuchsergebnisse vergleichen und Messgenauigkeit diskutieren.	Versuchsergebnis, Messgenauigkeit (z. B. Messgenauigkeit verschiedener Thermometer) <i>Sichtbare Welt</i>	vergleichen, diskutieren	
	NT2.1.1c ... können Versuche zur Unterscheidung oder Gruppierung von Stoffen selbstständig planen, durchführen und auswerten.	Stoffeigenschaften zur Unterscheidung und Gruppierung von Stoffen (z. B. magnetische von nicht magnetischen Stoffen trennen) <i>Sichtbare Welt</i>	Untersuchungen planen	

Abb. 2: Stoffe untersuchen und vergleichen

Zyklus	Kompetenzstufen aus dem Lehrplan 21 NMG.3.4 (Zyklus 1 und 2), NT3.1 (Zyklus 3)	Fachkonzepte und Fachinhalte	Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen	NaTech
1	NMG 3.4a ...können Objekte und Stoffe angeleitet bearbeiten [...].	Gegenstände und Stoffe aus dem Alltag (z. B. eine Nuss knacken)	bearbeiten	
	NMG 3.4b ...können Objekte und Stoffe bearbeiten oder verändern und über das Verfahren berichten [...].	Gegenstände und Stoffe (z. B. Wachs schmelzen)	bearbeiten, berichten	NaTech 1/2
2	NMG 3.4c ...können nutzbare Stoffe aus dem Boden oder dem Wasser durch einfache Trennverfahren gewinnen [...].	Sieben, aufschlännen, sedimentieren, filtrieren, verdunsten	trennen	NaTech 3/4
	NMG 3.4d ...können Stoffveränderungen als Verfahren beschreiben und deren Nutzen im Alltag erklären [...].	Stoffe verändern (z. B. Zucker schmelzen)	vergleichen, diskutieren	NaTech 5/6
3	NT3.1.1b ...können ausgewählte Stoffumwandlungen beobachten, untersuchen, als materielle und energetische Umwandlung erkennen und in Fachsprache beschreiben.	Chemische Reaktion	beobachten, untersuchen, erkennen, beschreiben	
	NT3.1.1d ...können Zusammenhänge und Gesetzmässigkeiten bei chemischen Reaktionen vermuten und überprüfen.	Chemische Reaktion	vermuten, überprüfen	

Abb. 3: Stoffe bearbeiten und verändern

Betrachtet man alle **Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen** über die drei Zyklen hinweg, erkennt man eine Progression von den Handlungsaspekten «Fragen und untersuchen», «Informationen beschaffen», «Ordnen, vergleichen, modellieren» hin zu einem «Einschätzen und beurteilen» und «Entwickeln und umsetzen» (siehe

Abb. 4). Der Erwerb der Handlungsweisen erfolgt jedoch nicht linear, sondern spiralförmig. So wird beispielsweise der Handlungsaspekt «Fragen und untersuchen» bereits im ersten Zyklus aufgegriffen und im zweiten Zyklus differenzierter und inhaltlich anspruchsvoller vertieft.

Grundkompetenzen Naturwissenschaften (nationale Bildungsstandards)	NMG 1. Zyklus	NMG 2. Zyklus	NT 3. Zyklus
Fragen und untersuchen	3.3, 3.4	3.3, 3.4	2.1, 3.1
Informationen erschliessen		3.3	3.2
Ordnen, vergleichen, modellieren	3.3	3.3	2.1, 2.2, 3.1, 3.2
Einschätzen und beurteilen			2.1, 3.2, 1.1
Entwickeln und umsetzen			2.1, 3.1, 3.3
Mitteilen und austauschen			1.1

neu

erweitert

Abb. 4: Spiralförmige Entwicklung der Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen über die drei Zyklen hinweg

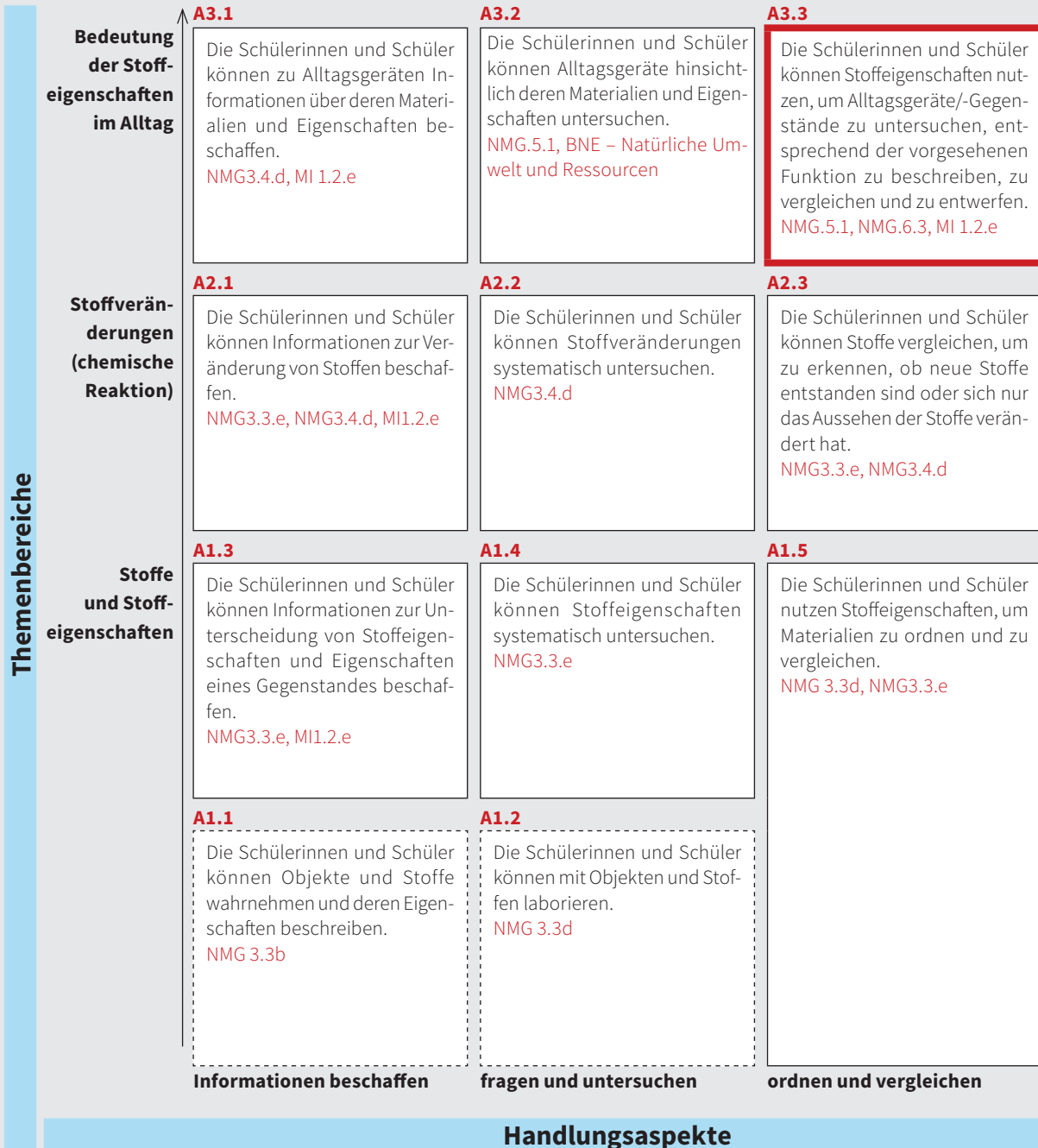
Umstrukturierung der Lehrplankompetenzen für den Unterricht

Die in den Abbildungen 2 und 3 aufgeführten Kompetenzstufen des Lehrplans 21 werden im Kompetenzerwerbsschema so umgeordnet, dass sie einen möglichen Lernweg für den angestrebten Kompetenzerwerb aufzeigen.

Mittels des Kompetenzerwerbsschemas kann der angestrebte Lernweg des Kompetenzerwerbs abgebildet werden (vgl. Abb. 5).

Obwohl die Darstellung eine gewisse Linearität des Kompetenzzuwachses (A1.1–A3.3) impliziert, wird dieser von den Schülerinnen und Schülern nicht zwingend in dieser Abstufung erwartet. Weiter sind auch andere Lernwege zum Kompetenzerwerb denkbar. Diese hängen unter anderem von der Mehrjahresplanung, der Gewichtung der Kompetenzen sowie der personellen und strukturellen Situation der Klasse ab.





- Die in der Unterrichtsreihe angestrebte Kompetenz
- Kompetenz aus dem ersten Teil des 2. Zyklus, auf die sich die Unterrichtsreihe und somit das Kompetenzerwerbsschema hauptsächlich stützt
- Teilkompetenzen der zu erreichenden Kompetenz

Abb. 5: Kompetenzerwerbsschema zur vorliegenden Unterrichtsreihe «Stoffeigenschaften – ordnen, vergleichen, modellieren»

Unterrichtsplanungen**Stoffeigenschaften – Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?**

Dies ist ein möglicher Weg, um vom blossen Beschaffen von Informationen zu Stoffen und deren Eigenschaften zur Verwendung und deren Folgen im Alltag zu gelangen.

Klären der Kompetenzfacetten

Die Klärung der Kompetenzfacetten zielt darauf ab, Unterstützungsmöglichkeiten (fachdidaktische Elemente)

zu finden, die es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, ihre eigenen Kompetenzen zu erweitern. Hierzu sollen zunächst die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sowie die Kompetenzansprüche im Fachbereich NMG geklärt werden (vgl. Abb. 6).

Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler klären	Kompetenzansprüche im Fach klären
<p>Interessen & Einstellungen</p> <p>Mit der Unterrichtseinheit «Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?» werden die Unterrichtseinheiten «Stoffe überall» aus dem NaTech 1/2 und «Im Reich der Stoffe» aus dem NaTech 3/4 weitergeführt. Somit ist denkbar, dass das Interesse und die Einstellung an der Chemie in der Perspektive NT folgendermassen geprägt wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Das Arbeiten mit Feuer ist Respekt einflössend und gleichzeitig faszinierend. – Gefahren (z. B. für die Augen) beim Arbeiten – auch mit harmlosen Substanzen – können nur bedingt eingeschätzt werden. Es besteht daher eine gewisse Neugierde und Motivation. 	<p>Interessen & Einstellungen</p> <p>Das Interesse und die Einstellung der Schülerinnen und Schüler zu Aspekten der Chemie (Stoffe und ihre Eigenschaften) zu ermitteln, ist schwierig. Aus der Literatur ist jedoch bekannt, dass die Motivation für Inhalte der Chemie von der Grundschule bis zum Ende der Sekundarstufe I sinkt. Weiter sind aus der Literatur Berührungspunkte mit der Chemie v. a. bei Schülerinnen bekannt.</p>
<p>Handlungs- & Denkweisen</p> <p>Die auf der Unterstufe und in der ersten Hälfte der Mittelstufe vermittelten Handlungsaspekte sind für die geplante Unterrichtseinheit NMG 3.3.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ordnen – Untersuchen <p>Somit kann zumindest davon ausgegangen werden, dass die Schülerinnen und Schüler erste Kenntnisse in diesen Handlungsaspekten mitbringen.</p> <p>Falls die Schülerinnen und Schüler die Kapitel «Stoffe überall» im Lehrmittel NaTech 1/2 und «Im Reich der Stoffe» im Lehrmittel NaTech 3/4 bearbeitet haben, kann mit Vorkenntnissen gerechnet werden.</p> <p>Denkbar sind jedoch folgende Schwierigkeiten im Umgang mit den Handlungsaspekten:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Tätigkeit des «Untersuchens» wird nicht als ein kriteriengeleitetes, systematisches Vorgehen verstanden. – Die Bedeutung des genauen Protokollierens während der Untersuchung wird nicht erkannt. – Das Laborieren bereitet noch Schwierigkeiten – Das Durchführen eines Experiments nach einer Anleitung bereitet noch Schwierigkeiten – Die Entnahme von Informationen aus einem Text bereitet noch Schwierigkeiten 	<p>Handlungs- & Denkweisen</p> <p>Im Fokus der Unterrichtseinheit stehen aufgrund des Lehrplans 21 folgende Handlungsaspekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Informationen erschliessen – Fragen und untersuchen – Ordnen, vergleichen, modellieren <p>Die Handlungsaspekte «Ordnen und vergleichen» können als Methoden der Naturwissenschaften angesehen werden, die einen zielführenden Beitrag zur Systematisierung der Erkenntnisse leisten. «Hierzu werden das Beobachten, Vergleichen, Ordnen und Experimentieren (Laborieren) als kriteriengeleitete Untersuchungs- und Erkenntnismethoden [...] verfolgt.» (Hoesli, Wilhelm, Rehm, 2015)</p> <p>Das Ordnen von Stoffen kann als Lernvoraussetzung für das Vergleichen angesehen werden. Deshalb wird auch der Handlungsaspekt «Ordnen» bereits auf der Unterstufe thematisiert, während das Vergleichen erst später eingeführt wird.</p> <p>Beim «Ordnen und vergleichen» ist bezüglich des naturwissenschaftlichen Arbeitens Folgendes zu bedenken:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ordnen erfolgt immer kriteriengeleitet. – Die Fragestellung bestimmt die Kriterien, nach denen die Objekte verglichen und geordnet werden. – Vergleichen bedeutet die Gegenüberstellung von zwei oder mehreren Objekten oder Prozessen, die auf Gemeinsamkeiten oder Unterschiede hin untersucht werden.

Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler klären	Kompetenzansprüche im Fach klären
Konzepte & Vorstellungen	Konzepte & Vorstellungen
<p>Die effektiven Konzepte und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zu ermitteln, ist schwierig. Deshalb muss man sie aufgrund der Literatur und der eigenen Unterrichtserfahrungen abschätzen.</p> <p>Falls die Schülerinnen und Schüler die Kapitel «Stoffe überall» im Lehrmittel NaTech 1/2 und «Im Reich der Stoffe» im Lehrmittel NaTech 3/4 bereits durchgearbeitet haben, haben sie Vorwissen in verschiedenen Bereichen.</p> <p>Bezüglich des Themas ist allgemein mit folgenden Präkonzepten/Schülervorstellungen zu rechnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Eigenschaften von Gegenständen werden nicht von Stoffeigenschaften unterschieden. – Farbe, Volumen, Masse, Gewicht usw. sind Stoffeigenschaften, um Stoffe zu ordnen und vergleichen. – Gase/gasförmige Stoffe werden nicht als Stoffe wahrgenommen. – Licht, Wärme oder Elektrizität werden ebenfalls als Stoffe verstanden. – Die Worte «Stoff» und «Gegenstand» werden synonym verwendet. – Eine chemische Reaktion ist dasselbe wie eine Verbrennung. – Bei einer Verbrennung entsteht Kohlenstoffdioxid (CO₂). – Auch eine Aggregatzustandsänderung ist eine chemische Reaktion. – Auch das Mischen von Stoffen ist eine chemische Reaktion. <p>Aus dem Alltag kennen die Schülerinnen und Schüler folgende Begriffe, die mit dem Stoffbegriff in Zusammenhang stehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Stoff (Alltagssprache) – Material (Alltagssprache) – Gegenstand (Alltagssprache) 	<p>Der fachliche Inhalt der Unterrichtseinheit sind Stoffe und Stoffeigenschaften. Folgende Begriffe werden geklärt:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Stoff (naturwissenschaftliche Bedeutung) – Stoffeigenschaften – Chemische Reaktion – Magnetisierbarkeit – Elektrische Leitfähigkeit – Härte – Dichte <p>Folgende Stoffeigenschaften werden experimentell untersucht:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wasserlöslichkeit – Wärmeleitfähigkeit – Reaktionsfreudigkeit im Feuer – Aggregatzustand bei Raumtemperatur (Schmelz- und Siedetemperatur) <p>Zudem werden folgende Eigenschaften von Gegenständen angeschaut:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Form – Masse – Länge/Grösse <p>In der Einheit werden Metalle näher thematisiert, somit wird auch diese Stoffgruppe kurz beschrieben:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Metalle: Der Begriff «Metalle» gilt für alle Materialien, die in fester oder flüssiger Form die folgenden vier charakteristischen metallischen Stoffeigenschaften aufweisen: <ol style="list-style-type: none"> 1. hohe elektrische Leitfähigkeit, die mit steigender Temperatur abnimmt, 2. hohe Wärmeleitfähigkeit, 3. Duktilität (Verformbarkeit) 4. metallischer Glanz (Spiegelglanz). <p>Alle diese Eigenschaften beruhen darauf, dass der Zusammenhalt der betreffenden Atome mit der metallischen Bindung erfolgt, deren wichtigstes Merkmal die im Gitter frei beweglichen Elektronen sind.</p>

Abb. 6: Klären der Kompetenzfacetten, Bereich Natur und Technik zu «Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?»

Unterrichtsplanungen

Stoffeigenschaften – Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?

Verlaufsplanung der Unterrichtssequenz

Die vorliegende Verlaufsplanung (Abb. 7) geht von fünf Wochenlektionen während fünf Wochen Unterricht aus.

Zur sachorientierten Strukturierung wird das Kompetenzerwerbsschema genutzt, bei dem die anzustrebende Kompetenz A3.3 als Start- und Endpunkt dient.

	Woche Lektion	Kompetenzfacetten	Fachdidaktische Elemente (Vorgehensweisen, Methoden, Hilfestellungen usw.)		
BLOCK 1 – Stoffe und ihre Eigenschaften					
Makroebene	W1 1–5	Anzustrebende Kompetenz: A3.3 Die SuS können Stoffeigenschaften nutzen, um Alltagsgeräte/-Gegenstände zu untersuchen, entsprechend der vorgesehenen Funktion zu beschreiben, zu vergleichen und zu entwerfen. Fachliches Konzept: Individuell je nach Vorwissen der Schülerinnen und Schüler Handlungsaspekt: vermuten, Vorwissen aktivieren	(KA 1) Konfrontationsaufgabe 1: Vermutungen über die Wasserglace und ihren Stängel anstellen Ziel: Die SuS aktivieren ihr Vorwissen und setzen sich mit dem Phänomen der Wasserglace an einem Stängel auseinander.	KM8.1	Mikroebene
		Anzustrebende Kompetenz: A1.4 Die SuS können Stoffeigenschaften systematisch untersuchen. Fachliches Konzept: Wärmeleitfähigkeit Handlungsaspekt: vermuten, laborieren	(EA 1a) Erarbeitungsaufgabe 1a: Die Stoffeigenschaft von Holz und Metall erkunden Ziel: Die SuS gehen der Frage nach, ob auch ein Metallstängel für eine Wasserglace taugen würde. Sie lernen die Wärmeleitfähigkeit kennen.	KM8.2	
		Anzustrebende Kompetenz: A1.3 (EA 1b) Erarbeitungsaufgabe 1b: Text zum Stoffbegriff lesen und darüber diskutieren		TB	
		Anzustrebende Kompetenz: A1.4 (EA 1c) Erarbeitungsaufgabe 1c: Stoffeigenschaften und Eigenschaften eines Gegenstandes unterscheiden (EA 1d) Erarbeitungsaufgabe 1d: Schmelztemperatur als Stoffeigenschaft kennenlernen		KM8.3 KM8.4	
		Anzustrebende Kompetenz: A1.5 Die SuS nutzen Stoffeigenschaften, um Materialien zu ordnen und zu vergleichen. Fachliches Konzept: Stoffeigenschaft, Eigenschaft eines Gegenstandes Handlungsaspekt: vermuten, begründen	(UA 1) Übungsaufgabe 1: Stoffeigenschaften erkennen und benennen Ziel: Die SuS üben mithilfe einer einfachen Regel, Stoffeigenschaften und Eigenschaften von Gegenständen zu unterscheiden.	KM8.5	
		Anzustrebende Kompetenz: A1.3 Fachliches Konzept: Stoffeigenschaft, Wasser, Haushaltszucker, Holz Handlungsaspekt: anwenden, zusammenfassen, reflektieren	(SA 1) Syntheseaufgabe 1: Erlerntes Wissen zu Stoffeigenschaften anwenden Ziel: Die SuS nutzen ihr Wissen zu den Stoffeigenschaften von Wasser, Haushaltszucker und Holz, um die Ausgangsfrage «Welche Stoffeigenschaften werden bei der Stängel-Wasserglace genutzt?» abschliessend zu beantworten. Zudem soll den Schülerinnen und Schülern aufgezeigt werden, was sie alles dazugelernt haben.	KM8.6	
		BLOCK 2 – Welcher Stoff ist es?			
	W2 6–10	Anzustrebende Kompetenz: A1.5 (KA 2a) Konfrontationsaufgabe 2a: Einem Mordfall begegnen und Vermutungen dazu anstellen		KM9.1	
		Anzustrebende Kompetenz: A1.4 (EA 2a) Erarbeitungsaufgabe 2a: Gleich aussehende Farbstoffe auftrennen		KM9.1	

Woche Lektion	Kompetenzfacetten	Fachdidaktische Elemente (Vorgehensweisen, Methoden, Hilfestellungen usw.)		
Makroebene	Anzustrebende Kompetenz: A1.5 (KA 2b) Konfrontationsaufgabe 2b: Über gleich aussehende Pulver rätseln		KM9.2	Mikroebene
	Anzustrebende Kompetenz: A1.4 (EA 2) Erarbeitungsaufgabe 2: Sicherheitsregeln für Versuche kennen		TB	
	(EA 2c) Erarbeitungsaufgabe 2c: Gleich aussehende weiße Pulver unterscheiden und den Mordfall lösen		KM9.2	
	Anzustrebende Kompetenz: A1.5 (SA 2) Synthesaufgabe 2: Erlerntes über gleich aussehende Stoffe abschliessend zusammenführen		KM9.3	
BLOCK 3 – Neue Stoffe entstehen				
W3 11–15	Anzustrebende Kompetenz: A2.1, A2.2 (KA 3) Konfrontationsaufgabe 3: Vermutungen über die Umwandlung von Haushaltszucker anstellen		KM12.1	
	Anzustrebende Kompetenz: A2.2 (EA 3a) Erarbeitungsaufgabe 3a: Haushaltszucker in neuen Stoff umwandeln und Löslichkeit vergleichen		KM12.1	
	(EA 3b) Erarbeitungsaufgabe 3b: Die Brennbarkeit von Haushaltszucker untersuchen		KM12.2	
	Anzustrebende Kompetenz: A1.4 Formative Lernkontrolle 3: Forschungskompetenzen einschätzen		KM12.3	
	Anzustrebende Kompetenz: A2.1 (UA 3) Übungsaufgabe 3: Informationen zu chemischen Reaktionen beschaffen		TB	
	Anzustrebende Kompetenz: A2.3 (SA 3) Synthesaufgabe 3: Erworbenes Wissen auf weitere Beispiele anwenden		TB	
	Anzustrebende Kompetenz: A2.2 (EA 3c) Erarbeitungsaufgabe 3c: Ausgangsstoffe und Produkte der Zuckerverbrennung untersuchen		KM12.4	
Anzustrebende Kompetenz: A2.2, A2.3 Summative Lernkontrolle 3: Ein fiktives Interview führen/schreiben		KM12.5		
BLOCK 4 – Stoffe werden für technische Anwendungen genutzt				
W4 16–20	Anzustrebende Kompetenz: A3.1 (KA 4) Konfrontationsaufgabe 4: Welche Kriterien muss ein Fahrrad erfüllen?			
	(EA 4a) Erarbeitungsaufgabe 4a: Informationen über das Fahrrad aus Pappe beschaffen			
	Anzustrebende Kompetenz: A1.5, A3.3 (EA 4b) Erarbeitungsaufgabe 4b: gewöhnliches Fahrrad mit Papp-Fahrrad vergleichen			
(SA 4) Synthesaufgabe 4: Über die Zukunft des Pappe-Fahrrads nachdenken				
BLOCK 5 – Stoffeigenschaften schlaue einsetzen				
W5 11–25	Anzustrebende Kompetenz: A3.3 (KA 5) Konfrontationsaufgabe 5: Vermutungen über eine optimale Kochkelle anstellen		TB	
	Anzustrebende Kompetenz: A3.1 (EA 5) Erarbeitungsaufgabe 5: Eigenschaften von Metall anhand eines Rührstabs erarbeiten		TB	
	Anzustrebende Kompetenz: A1.3 (UA 5) Übungsaufgabe 5: Stoffeigenschaften nennen und Nachweis beschreiben		KM13.1	
	Anzustrebende Kompetenz: A3.3 Fachliches Konzept: Individuell je nach Kompetenzstand der SuS Handlungsaspekt: planen, übertragen, anwenden	(TA 5) Transferaufgabe 5: Kochkelle für gebrannte Mandeln planen Ziel: Die SuS übertragen das vorher zusammengetragene Wissen über Stoffeigenschaften auf das konkrete Beispiel der Kochkelle für gebrannte Mandeln.		KM13.2

Abb. 7: Verlaufsplanung zu «Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?». Grau hinterlegt sind die Planungsschritte, auf die im Kapitel 3 detailliert eingegangen wird

Unterrichtsplanungen**Stoffeigenschaften – Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?****Unterrichtsgestaltung über ein Set kompetenzfördernder Lernaufgaben**

Die Verlaufsplanungsübersicht (Abb. 8) der Unterrichtseinheit «Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?» zeigt alle Aufgaben im Überblick. Diese gliedern sich in fünf Blöcke, die auf der Makroebene das Prozessmodell abbilden. Auf der Mikroebene enthält jeder Block Teile des Prozessmodells. Das Prozessmodell für kompetenzfördernde Aufgabensets enthält folgende Aufgabentypen:

Konfrontations-, Erarbeitungs-, Übungs-/Vertiefungs-, Synthese-/Transferaufgaben. Rot umrandet sind diejenigen Aufgaben, welche in Kapitel 3 genauer erläutert werden. Bei der Auswahl dieser Aufgaben wurde darauf geachtet, dass alle Phasen des Prozessmodells aufgezeigt werden.

Dabei geht es um die Erreichung der Kompetenz A3.3 des Kompetenzerwerbsschemas (siehe S. 87).

Makroebene	Mikroebene							
Block 1 Konfrontation Stoffe und ihre Eigenschaften	KA1 Vermutungen über die Wasserglace und ihren Stängel anstellen	EA1a Die Stoffeigenschaften von Holz und Metall erkunden	EA1b Text zum Stoffbegriff lesen und darüber diskutieren	EA1c Stoffeigenschaften und Eigenschaften eines Gegenstandes unterscheiden	EA1d Schmelztemperatur als Stoffeigenschaft kennenlernen	UA1 Stoffeigenschaften erkennen und benennen	SA1 Erlerntes Wissen zu Stoffeigenschaften anwenden	
Block 2 Erarbeitung Welcher Stoff ist es?	KA2a Einem Mordfall begegnen und Vermutungen dazu anstellen	EA2a Gleich aussehende Farbstoffe auftrennen	KA2b Über gleich aussehende Pulver rätseln	EA2b Sicherheitsregeln für Versuche kennen	EA2c Gleich aussehende weisse Pulver unterscheiden und den Mordfall lösen	SA2 Erlerntes über gleich aussehende Stoffe abschliessend zusammenführen		
Block 3 Erarbeitung Neue Stoffe entstehen	KA3 Vermutungen über die Umwandlung von Haushaltszucker anstellen	EA3a Haushaltszucker in neuen Stoff umwandeln und Löslichkeit vergleichen	EA3b Die Brennbarkeit von Haushaltszucker untersuchen	FL3 Forschungskompetenzen einschätzen	UA3 Informationen zu chemischen Reaktionen beschaffen	SA3 Erworbenes Wissen auf weitere Beispiele anwenden	EA3c Ausgangsstoffe und Produkte der Zuckerverbrennung untersuchen	SL3 Ein fiktives Interview führen/schreiben
Block 4 Synthese Stoffe werden für technische Anwendungen genutzt	KA4 Welche Kriterien muss ein Fahrrad erfüllen?	EA4a Informationen über das Fahrrad aus Pappe beschaffen	EA4b Gewöhnliches Fahrrad mit Pappe-Fahrrad vergleichen	SA4 Über die Zukunft des Pappe-Fahrrads nachdenken				
Block 5 Transfer Stoffeigenschaften schlaue einsetzen	KA5 Vermutungen über eine optimale Kochkelle anstellen	EA5 Eigenschaften von Metall anhand eines Rührstabs erarbeiten	UA5 Stoffeigenschaften nennen und Nachweis beschreiben	TA5 Kochkelle für gebrannte Mandeln planen				

Abb. 8: Verlaufsplanungsübersicht

Die gesamte Unterrichtseinheit startet (Block 1) gemäss dem Prozessmodell mit einer Konfrontation (KA 1). Die Schülerinnen und Schüler gehen der Frage nach, welche Stoffeigenschaften bei einer Stängel-Wasserglace genutzt werden (EA1a). Dadurch werden sie mit einem schülerrelevanten Problem und der Zielkompetenz A3.3 konfrontiert. Diese führt wie ein roter Faden durch die gesamte

Unterrichtseinheit, welche zum Ziel hat, dass die Schülerinnen und Schüler am Ende Stoffeigenschaften nutzen können, um Alltagsgeräte/-gegenstände entsprechend der vorgesehenen Funktion zu beschreiben, zu ordnen, zu vergleichen und zu entwerfen. Die Schülerinnen und Schüler vertiefen in dieser Unterrichtseinheit ihr Wissen über Stoffeigenschaften. Dabei lernen sie, zwischen den

Eigenschaften eines Gegenstandes (z. B. Form und Grösse) und Stoffeigenschaften (z. B. Schmelztemperatur, Wasserlöslichkeit) zu unterscheiden. Sie setzen sich mit der Bedeutung des Begriffs «Stoff» auseinander und grenzen diesen von den Alltagsbegriffen «Material» und «Gegenstand» ab (EA1b, EA1c). Sie erkunden diese Unterscheidungen experimentell am Beispiel der Wärmeleitfähigkeit, der Schmelztemperatur und der Form (EA1d, UA1). Die Schülerinnen und Schüler setzen sich ausserdem mit der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise auseinander. Dadurch erweitern sie ihr Wissen (aus den unteren Schulstufen) (SA1) und können das Laborieren üben. Die Schülerinnen und Schüler folgen der Frage, wie gleich aussehende Stoffe (z. B. gleich schwarze Filzstiftfarben oder gleich aussehende weisse Pulver) voneinander unterschieden werden können (Block 2) (KA2a, KA2b) und untersuchen gleich aussehende Stoffe im Rahmen eines Kriminalfalls (EA2a, EA2c). Dabei lernen sie die Sicherheitsregeln im Labor kennen (EA2b) und sicher mit Feuer und Wasser zu experimentieren. Daraufhin erkunden sie, ob man Stoffe in neue Stoffe umwandeln kann (Block 3) (KA3). Sie lernen unterschiedliche Möglichkeiten kennen, Zucker durch Erhitzen und Verbrennen in neue Stoffe umzuwandeln (EA3a, EA3b). Darüber hinaus lernen die Schülerinnen und Schüler, wie sie eine Stoffumwandlung erkennen können (UA3, SA3, EA3c). Sie denken darüber nach, welche Eigenschaften/Kriterien ein Fahrrad haben/erfüllen muss (Block 4) (KA4). Sie suchen im Internet nach Informationen zum Papp-Fahrrad, die sie als Steckbrief darstellen (EA4a). Sie vergleichen das Fahrrad, wie sie es kennen, mit dem Papp-Fahrrad auf gleiche und unterschiedliche Eigenschaften/Kriterien (EA4b). Die Schülerinnen und Schüler denken darüber nach, ob sie sich vorstellen könnten, eines Tages selbst so ein Fahrrad zu besitzen und ob dieses Fahrrad wohl eine Zukunft hat oder nicht (SA4). Die Schülerinnen und Schüler repetieren

nochmals die Stoffeigenschaften (Block 5), die sie im Verlaufe der Unterrichtseinheit kennengelernt haben (UA5). Die gesamte Unterrichtseinheit schliesst mit einer Transferaufgabe, bei der die Schülerinnen und Schüler der Frage nachgehen, wie man Stoffeigenschaften bei der Herstellung neuer Gegenstände nutzen kann (KA5). Konkret geht es um eine Kochkelle zur Herstellung von gebrannten Mandeln (EA5, TA5). Dadurch werden sie mit einem schülerrelevanten Problem und der Zielkompetenz A3.3 erneut konfrontiert.

In der Folge werden die Aufgaben KA1, EA1a, UA1a und SA1 aus Block 1 sowie die Transferaufgabe (TA5) aus Block 5 genauer ausgeführt.

Konfrontationsaufgabe 1 (KA)

Ausgehend von der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler und ihren subjektiven Kompetenzen begegnen sie zu Beginn dem Phänomen «Wasserglace am Stängel». Die in der Folge ausgeführte Konfrontationsaufgabe fokussiert auf die Zielkompetenz A.3.3. Sie nimmt möglichst viele Facetten der Kompetenzaspekte A1.3, A1.4, A1.5, A2.1, A2.2, A2.3, A3.1 und A3.2 auf und bildet ein reales Alltagsphänomen ab. Im Zentrum steht die Frage: «Welche Stoffeigenschaften werden bei der Stängel-Wasserglace genutzt?». Die Schülerinnen und Schüler formulieren ihr Vorwissen dazu. Sie stellen Vermutungen darüber an, welche Stoffeigenschaften von Wasser, Haushaltszucker und Holz bei der Herstellung von Wasserglace besonders wichtig sein könnten sowie Vermutungen über eine Reihe damit in Zusammenhang stehender Fragen. Die Vermutungen werden am Schluss ohne Wertung im Plenum zusammengetragen, ohne eine Lösung zu liefern.

KA 1 – Vermutungen über die Wasserglace und ihren Stängel anstellen

- Vermute: Aus welchen Hauptbestandteilen bestehen alle Stängel-Wasserglacen?
- Vermute: Welche Eigenschaften haben Wasser, Haushaltszucker und Holz? Sie alle sind Teil der Stängel-Wasserglace.
- Welche dieser Eigenschaften könnten bei der Stängel-Wasserglace wichtig sein? Was vermutest du?



Unterrichtsplanungen**Stoffeigenschaften – Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?**

Dieses Phänomen setzt Kenntnisse über Fachkonzepte wie etwa Stoffeigenschaften, Wärmeleitfähigkeit und Schmelztemperatur sowie auch entsprechende Denk- und Handlungsweisen wie bspw. das Formulieren von Vermutungen als ein erster Schritt in einer Untersuchung voraus. Die bei Schülerinnen und Schülern vorhandenen Fachkonzepte sowie Denk- und Handlungsweisen werden diesen Ansprüchen mehrheitlich noch nicht genügen. Die Aufgabe zur Frage «Welche Eigenschaften werden bei der Stängel-Wasserglace genutzt?» eröffnet den Zugang zur Thematik und soll die Schülerinnen und Schüler zur Auseinandersetzung mit einem kognitiv herausfordernden Phänomen animieren. Zu beachten ist, dass die Identifizierung der Schülerinnen und Schüler mit dem Problem stark von der Präsentation durch die Lehrperson abhängig ist.

Erarbeitungsaufgabe 1a (EA)

Ein Teil der in der Konfrontationsaufgabe noch unterschiedlichen Vermutungen und vielen offenen Fragen, die im Idealfall das Bedürfnis nach Klärung geweckt haben, werden in der ersten Erarbeitungsaufgabe aufgegriffen. Sinnbildlich gilt es nun, Ordnung in die divergierenden Gedankengänge der Schülerinnen und Schüler zu bringen. Die Schülerinnen und Schüler lernen experimentell die Wärmeleitfähigkeit von Metall und Holz kennen, um erklären zu können, warum die Wasserglace einen Holzstängel besitzt. Besprochen wird die Wärmeleitfähigkeit durch das Anfassen eines Holzbrettchens und des Kochtopfes, die Schmelzgeschwindigkeit des Eises auf den Gegenständen sowie der Endtemperatur. Der kognitive Prozess bezieht sich in dieser Aufgabe auf den Aufbau neuen Wissens in einer bekannten Situation. D.h. jedes Kind besitzt bereits Erfahrungen, dass sich Holz wärmer anfühlt als Metall. Diese Alltagserfahrung führt oft dazu, dass die Frage «Ist die Pfanne oder das Holzbrettchen wärmer?» mit «Das Holzbrettchen ist wärmer» beantwortet wird.

EA 1a – Die Stoffeigenschaft von Holz und Metall erkunden**Was ist bei Raumtemperatur wärmer? Holz oder Metall?**

Vermute:

- Die Pfanne aus Metall ist wärmer.
- Das Holzbrettchen ist wärmer.
- Beide sind gleich warm.



Fasse selbst die umgekehrt hingelegte Pfanne aus Metall und das Holzbrettchen an.

Beobachtung:

Lösung:

- Das Holzbrettchen ist wärmer.
- Beide sind gleich warm.
- Sie haben Raumtemperatur.
- Sie sind wärmer oder kälter als die Raumtemperatur.

Welcher Eiswürfel schmilzt schneller?

Was meinst du? Auf welchem Gegenstand schmilzt der Eiswürfel schneller? Begründe deine Vermutung.

Vermute:

- Der Eiswürfel schmilzt schneller auf der Pfanne aus Metall.
- Der Eiswürfel schmilzt schneller auf dem Holzbrettchen.
- Der Eiswürfel schmilzt auf Holz und Metall gleich schnell.



Begründung:

Beobachte, welcher Eiswürfel schneller schmilzt. Kreuze deine Beobachtung an.

Lösung:

- Der Eiswürfel schmilzt schneller auf der Pfanne aus Metall.
- Der Eiswürfel schmilzt schneller auf dem Holzbrettchen.
- Der Eiswürfel schmilzt auf Holz und Metall gleich schnell.

Beide Gegenstände sind gleich warm und haben Raumtemperatur. Erklären lässt sich dies mit der Leitfähigkeit. Die Pfanne besteht aus Metall, was die Wärme gut leitet. Die Pfanne fühlt sich kalt an, weil unsere Hände (ca. 37 °C) sehr schnell Wärme an die Pfanne (mit Raumtemperatur über 10 °C kälter) abgeben. Diese Wärmeabgabe kühlt die Hand mehr, als man es von einem Gegenstand mit Raumtemperatur gewohnt ist. Das Gehirn interpretiert die Pfanne deshalb als kalt. Diese Aufgabe erlaubt es den Schülerinnen und Schülern, durch die geäußerten Vermutungen und deren Überprüfung an ihren Präkonzepten zu arbeiten. Das in dieser Aufgabe angegangene Experiment ist bewusst so konzipiert, dass die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler vermutlich dem Experiment widersprechen. Dies fördert die Offenheit und Neugierde, neue fachliche Zusammenhänge entdecken zu wollen und zeigt auf, wie Vermutung und Beobachtung auseinanderklaffen können, was ein wichtiges Merkmal beim Forschen ist. Wichtig bei der Durchführung ist, dass den Schülerinnen und Schülern genügend Zeit für die Dokumentation gegeben wird, sodass sie von diesem Experiment (Demonstrationsexperiment) möglichst viel profitieren können.

Mit Fragen wie den folgenden kann die Aufgabe erweitert und die thematische Relevanz für den Alltag aufgezeigt werden. «Warum besteht eine Pfanne aus Metall?», «Warum besteht der Pfannenuntersetzer aus Kork oder Holz?», «Warum dauert die Erwärmung des Essens im Ofen länger als auf der Herdplatte?», «Warum hat es im Winter auf den Dächern unterschiedlich viel Schnee?», «Warum sind die Bänke in der Sauna aus Holz?» oder «Warum ist die Hitze in der Wüste angenehmer als in den Tropen?».

Übungsaufgabe 1 (ÜA)

Nachdem die Schülerinnen und Schüler in den vorangegangenen Erarbeitungsaufgaben (EA1a–d) erste Unterschiede zwischen Stoffeigenschaften und Eigenschaften von Gegenständen kennengelernt haben, wird in dieser Vertiefungsaufgabe dieses Wissen anhand einer Vielzahl von Beispielen ausgeweitet und eingeübt.

Unterrichtsplanungen**Stoffeigenschaften – Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?****ÜA 1 – Stoffeigenschaften erkennen und benennen**

Stelle in der Tabelle Vermutungen auf, welche Eigenschaften sich eignen, einen Stoff zu beschreiben und welche Eigenschaften Gegenstände beschreiben.

Das Ausfüllen der Tabelle fällt dir leichter, wenn du dir auf jeder Zeile die folgende Frage stellst:

«Trifft diese Eigenschaft noch zu, wenn ich den Gegenstand halbiere?»

Stoffeigenschaft oder nicht?	
Form	<input type="checkbox"/> Stoffeigenschaft <input type="checkbox"/> Eigenschaft eines Gegenstandes So begründe ich meine Vermutung. Beispiel Schneeglu: Wenn ich das Schneeglu halbiere, ist es kein Iglu mehr. Somit ist die Form eine Eigenschaft eines Gegenstandes. Es ist keine Stoffeigenschaft.
Magnetisch oder nicht magnetisch	<input type="checkbox"/> Stoffeigenschaft <input type="checkbox"/> Eigenschaft eines Gegenstandes So begründe ich meine Vermutung. Beispiel Eisenschere: Wenn ich eine Schere halbiere, werden die zwei Scherenhälften immer noch von einem Magneten angezogen. Somit ist die Magnetisierbarkeit eine Stoffeigenschaft.
Härte (so gut lässt es sich ritzen)	<input type="checkbox"/> Stoffeigenschaft <input type="checkbox"/> Eigenschaft eines Gegenstandes So begründe ich meine Vermutung. Beispiel Stearinkerze: _____ _____ _____
Grösse	<input type="checkbox"/> Stoffeigenschaft <input type="checkbox"/> Eigenschaft eines Gegenstandes So begründe ich meine Vermutung. Beispiel Holzstuhl: _____ _____ _____

Ausserdem werden die behandelten Eigenschaften durch die Stoff- bzw. Gegenstandseigenschaften «Magnetisierbarkeit», «Grösse» und «Wasserlöslichkeit» ergänzt. Die Magnetisierbarkeit ist eine Stoffeigenschaft und beschreibt, ob ein Stoff von einem Magneten angezogen wird oder nicht. Eisenhaltige Gegenstände aus Nickel und Kobalt werden von einem Magneten angezogen. Somit dient diese Stoffeigenschaft insbesondere dazu, Metalle zu unterscheiden. Die Grösse ist eine Eigenschaft eines Gegenstandes. Denn ein Stoff kann klein oder gross sein und zählt immer noch zu demselben Stoff (z. B. Eisenrohr und Eisennagel). Hier wird die Grösse einfachheitshalber

durch die längste Seite bestimmt. Zu guter Letzt ist die Wasserlöslichkeit eine Stoffeigenschaft. Sie beschreibt, wie gut ein Stoff sich in Wasser lösen lässt. Zur Beschleunigung der Wasserlöslichkeit kann mit einem Löffel umgerührt werden. Öl ist beispielsweise schlecht wasserlöslich, während Salz und Zucker gut wasserlöslich sind. In der Regel nimmt die Wasserlöslichkeit bei Feststoffen mit der Temperatur zu. Bei Gasen nimmt die Wasserlöslichkeit hingegen bei Temperaturanstieg ab (z. B. Fische ersticken in zu warmem Wasser wegen Sauerstoffmangel). Somit wird in dieser Aufgabe darauf fokussiert, das an der Wassergläse erarbeitete Fachwissen zu verallgemeinern.

Syntheseaufgabe 1 (SA)

Ausgehend von der Konfrontationsaufgabe 1 (KA1) und den darauffolgenden Aufgaben wird in der Syntheseaufgabe (SA1) die eingangs gestellte Frage beantwortet («Welche Stoffeigenschaften werden bei der Wasserglace am Stängel genutzt?»). Die Aufgabe fordert das gezielte Zusammenführen der getrennt erarbeiteten Elemente und das Ausformulieren derselben. Die Aufgabe ist in Text-

form gestellt und fordert das Verfassen von Antwortsätzen. Für die Bearbeitung der Aufgabe muss auf unterschiedliche Repräsentationsformen (Texte, Bilder) auf unterschiedlichen Arbeitsblättern zurückgegriffen werden. Dies setzt die Fähigkeit voraus, mit unterschiedlichen Repräsentationsformen umgehen zu können. Die Ausführlichkeit und Tiefe der Antworten lässt selbstdifferenzierend verschiedene Lösungen zu.

SA 1 – Welche Stoffeigenschaften werden bei der Stängel-Wasserglace genutzt?

- Aus welchen Hauptbestandteilen bestehen alle Stängel-Wasserglacen?
- Welche Stoffeigenschaften von Holz (oder Plastik) hast du kennengelernt?
Du findest Informationen dazu in den Aufgaben EA1a–c.
- Welche Stoffeigenschaften von Wasser und Zucker hast du kennengelernt?
Du findest Informationen dazu in den Aufgaben EA1d.
- Welche Stoffeigenschaften werden bei der Stängel-Wasserglace genutzt?
- Nenne die Stoffeigenschaften von Holz (oder Plastik).
- Nenne die Stoffeigenschaften von Haushaltszucker.
- Nenne die Stoffeigenschaften von Zuckerwasser.
- Nimm die Aufgabe KA1 zur Hand. Vergleiche deine Vermutungen von damals mit deinen jetzigen Antworten.

**Transferaufgabe 5 (TA)**

Es gilt nun, das Erlernte anzuwenden, zu verallgemeinern und zu transferieren. Alle im Verlauf der Unterrichtseinheit erarbeiteten Kompetenzaspekte (A1.3–A3.2) werden in bedeutsamen und alltagsnahen Anwendungssituationen zusammengeführt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, eigene Fragen und Antworten

auf Phänomene zu entwickeln. Diese können sie mittels Wissen und Können zu den Stoffen und ihren Eigenschaften erklären.

Somit fordert die Aufgabe zu kreativen Transferleistungen heraus und erlaubt den Schülerinnen und Schülern gleichzeitig ein selbstdifferenziertes Arbeiten.

TA 5 – Kochkelle für gebrannte Mandeln planen

1. Plane mit deinem Wissen aus der gesamten Unterrichtseinheit eine Kochkelle. Sie soll sich dazu eignen, gebrannte Mandeln herzustellen. Beachte dabei folgende Aspekte:
 - a) Welche Stoffe besitzen geeignete Stoffeigenschaften, wenn du an die Kelle denkst?
 - b) Denke daran, dass der Griff aus einem anderen Stoff als die Kelle bestehen kann.
 - c) Du musst die Beschichtung der Pfanne berücksichtigen. Eine Teflonpfanne wird beispielsweise durch Metall leicht zerkratzt.
 - d) Recherchiere im Internet, um die Kochkelle weiter zu optimieren.
2. Zeichne deine Kochkelle, und beschrifte die einzelnen verwendeten Stoffe.
3. Notiere, auf welche Stoffeigenschaften du bei den Stoffen geachtet hast, die du für die Kelle verwendest. Du kannst dies auch im Internet recherchieren.



Unterrichtsplanungen

Stoffeigenschaften – Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?

Das Lernen begleiten, bewerten, reflektieren und auswerten**Formative Beurteilung mit Aufgaben**

a) Es bietet sich an, die unten angeführten Übungsaufgaben im Sinne der formativen Beurteilung zu nutzen.

Übungsaufgabe 1 (ÜA1): Stoffeigenschaften erkennen und benennen

Übungsaufgabe 3 (ÜA3): Informationen zu chemischen Reaktionen beschaffen

Übungsaufgabe 5 (ÜA5): Stoffeigenschaften nennen und Nachweis beschreiben

Die Abbildung 9 zeigt die Idee der ÜA 1 «Stoffeigenschaften erkennen und benennen», die auf die Kriterien einer formativen Beurteilungsaufgabe hin beleuchtet wird. Durch das Ankreuzen (Stoffeigenschaft, Eigenschaft eines Gegenstandes) und das anschließende Begründen werden die Konzepte respektive die individuellen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler sichtbar. Die Aufgabe überprüft das Anwenden erlernter Konzepte. Die Aufgabe

ist strukturiert. Allerdings ist es denkbar, dass die Schülerinnen und Schüler weitere Eigenschaften notieren dürfen, bei denen sie erneut entscheiden, ob es sich um eine Stoffeigenschaft oder um eine Eigenschaft eines Gegenstands handelt.

Somit könnten die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen und Können unter Beweis stellen, im Sinne eines nicht vorstrukturierten Denkweges. Ein Feedback mit Lernunterstützung ist durch die Peers oder das Plenum einfach möglich.

Die Schülerinnen und Schüler wissen: Bleibt eine Eigenschaft bestehen, wenn man den Gegenstand beliebig halbiert, handelt es sich um eine Stoffeigenschaft, ansonsten ist es eine Eigenschaft eines Gegenstands.

Ziel dieser Übungsaufgabe ist es, dass die Schülerinnen und Schüler entscheiden (aufgrund der oben angeführten allgemeingültigen Regel), welche Eigenschaften Stoffeigenschaften und welche Eigenschaften von Gegenständen sind.

Stoffeigenschaft oder nicht?	
Wärmeleitfähigkeit (so gut leitet es Wärme)	<input type="checkbox"/> Stoffeigenschaft <input type="checkbox"/> Eigenschaft eines Gegenstandes
	So begründe ich meine Vermutung. Beispiel Aluminiumdose: _____ _____ _____
Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig)	<input type="checkbox"/> Stoffeigenschaft <input type="checkbox"/> Eigenschaft eines Gegenstandes
	So begründe ich meine Vermutung. Beispiel Kupfermünze: _____ _____ _____

Abb. 9: Übungsaufgabe 1 (ÜA1) – Stoffeigenschaften erkennen und benennen

b) Weiter ist denkbar, als formative Selbsteinschätzung einen Fragebogen zu erstellen, der den Schülerinnen und Schülern «Das kann ich-Formulierungen» zur Bewertung vorlegt (Abb. 10).

Kriterium	☹️	😊	😄	Hier kann ich nachschauen
Ich kann vor einem Versuch eine Vermutung aufstellen.				EA1a, KA3, EA3a
Ich kann eine Versuchsanleitung lesen und den Versuch gemäss der Anleitung umsetzen.				KA2a, EA2a, KA3, EA3a
Ich kann den Versuch sorgfältig und exakt durchführen.				KA2a, EA2a, KA2b, EA2c
Ich kann genau beobachten (was sehe ich, was fühle ich, was höre ich, was rieche ich).				KA2a, EA2a, KA2b, EA2c
Ich kann die Beobachtung notieren.				EA1a, KA2a, EA2a, KA2b, EA2c
Ich kann die Erklärung notieren.				SA2
Ich kann überprüfen, ob sich meine Vermutung bestätigt hat oder nicht.				EA1a, KA3, EA3a

Abb. 10: Formative Lernkontrolle zu Forschungskompetenzen

Summative Beurteilung mit Aufgaben

Die nachfolgende summative Beurteilungsaufgabe ist denkbar als Teil einer Abschlussprüfung. Sie umfasst den gesamten Kompetenzaufbau der Unterrichtseinheit «Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?» und überprüft somit folgende Kompetenz:

A3.3: Die Schülerinnen und Schüler können Stoffeigenschaften nutzen, um Alltagsgeräte /-Gegenstände zu untersuchen, entsprechend der vorgesehenen Funktion zu beschreiben, zu ordnen, zu vergleichen und zu entwerfen. Die Aufgabe verlangt einen nahen Transfer auf ein analoges Beispiel. Die Erkenntnisse aus den Aufgaben zum Thema «Welche Stoffeigenschaften nutzen wir?» werden in einer neuen Situation «Der Fingerring vom Flohmarkt» angewandt. Dazu braucht es kein neues Wissen und Können, jedoch müssen die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass es sich um eine Transferaufgabe handelt und sie somit das in der Einheit erlernte Wissen und Können anwenden. Es braucht dazu unter anderem Faktenwissen (z. B. wie man experimentell die Wärmeleitfähigkeit untersucht) sowie das Kennen der Konzepte (z. B. gleiche Form, unterschiedliche Stoffe). Die Frage kann individuell beantwortet werden, unterschiedliche Lösungen sind denkbar.

Der Fingerring vom Flohmarkt

Sabrina kriegt von ihrer grossen Schwester zum Geburtstag einen schönen, silbrigen Fingerring vom Flohmarkt geschenkt. Als ihre Freundin Anna diesen sieht, sagt sie spöttisch: «Der ist ja aus Holz!» Enttäuscht geht Sabrina nach Hause und überlegt sich, wie sie ihrer Freundin beweisen kann, dass dieser Ring sehr wohl aus Metall gefertigt ist.

- Hilf Sabrina bei dieser Aufgabe. Auf welche Stoffeigenschaften würdest du den Ring untersuchen, um festzustellen, ob er aus Holz oder Metall besteht?
- Wie könntest du zusätzlich feststellen, ob der Ring Eisen enthält oder nicht?

Literatur

- Bölsterli Bardy, K.; Schweizer, G. (2018): NaTech 3–4. 1. Auflage. Bern: Schulverlag plus.
- Bölsterli Bardy, K.; Schweizer, G. (2018): NaTech 5–6. 1. Auflage. Bern: Schulverlag plus.
- Bölsterli Bardy, K.; Schweizer, G. (2017): NaTech. 1. Auflage. Bern: Schulverlag plus; Zürich: LMVZ Lehrmittelverlag.
- D-EDK (2015): Lehrplan 21. Natur, Mensch, Gesellschaft. Online verfügbar unter http://projekt.lehrplan.ch/lehrplan/V5/ablage/FS1F_Fachbereich_NMG.pdf, zuletzt aktualisiert am 26.03.2015, zuletzt geprüft am 25.02.2016.
- Dienststelle Volksschulbildung (2017): Zyklus- und Jahresplanung in Natur, Mensch, Gesellschaft 1. und 2. Zyklus. Vorschlag für Lehrpersonen. Unter Mitarbeit von Sandra Büchel, Claudia Rösli, Ueli Studhalter und Paolo Trevisan.
- Helbling, D.; Trevisan, P. (2018): Nachdenken und vernetzen in Natur, Mensch, Gesellschaft. Studienbuch für den kompetenzorientierten Unterricht im 1. und 2. Zyklus. 1. Auflage. Bern: hep Verlag.
- Hoesli, M.; Wilhelm, M. & Rehm, M. (2015): Stoffe untersuchen, beschreiben und ordnen. In: Unterricht Chemie, 5/15. Hannover: Friedrich Verlag.
- Kröner, K. (2014): Lernheft «Stoffe und ihre Eigenschaften». Landesinstitut für Schulentwicklung. Stuttgart: Landesinstitut für Schulentwicklung.