

# HarmoS Naturwissenschaften+

## Bildungsstandards für die Schweiz

S. Metzger u. P. Labudde

Die „Harmonisierung der obligatorischen Schule“ (HarmoS) ist für die Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) ein zentrales Unterfangen für die Weiterentwicklung des Bildungswesens in der Schweiz [1]. Im Mittelpunkt stehen dabei einerseits die Harmonisierung der kantonalen Schulstrukturen, andererseits die Entwicklung und Festlegung von Basisstandards für die 2., 6. und 9. Klasse in den Bereichen Unterrichtssprache, Fremdsprache, Mathematik und Naturwissenschaften.<sup>1</sup> Die Standards sollen auf empirischen Kompetenzmodellen beruhen und überprüfbar sein. Für deren Entwicklung wurden im Mai 2005 vier Konsortien beauftragt. Sie haben die Aufgabe, für ihren jeweiligen Bereich ein Kompetenzmodell sowie Tests für dessen Validierung zu entwickeln, die Tests auszuwerten, daraufhin Anpassungen im Modell vorzunehmen und schließlich im Herbst 2008 der EDK Vorschläge für Basisstandards zu unterbreiten.

### 1 | Das Kompetenzmodell HarmoS Naturwissenschaften+<sup>2</sup>

Das Konsortium Naturwissenschaften hat ein dreidimensionales Kompetenzmodell erarbeitet: Basis ist eine Matrix aus Handlungsaspekten und Themenbereichen, die Niveaus bilden die dritte Achse (siehe Abb. 1). Für den naturwissenschaftlichen Unterricht wurden acht Handlungsaspekte festgelegt (siehe Tab. 1), wobei nur diejenigen innerhalb der fett gedruckten Umrandung getestet werden (können). Für jeden dieser Handlungsaspekte wurden je-

<sup>1</sup> Dass in der Schweiz Bildungsstandards für Naturwissenschaften und nicht für die Fächer Biologie, Chemie und Physik getrennt definiert werden, kommt daher, dass in der obligatorischen Schule (1.-9. Klasse) diese naturwissenschaftlichen Fächer fast überall integriert unterrichtet werden.

<sup>2</sup> Das Plus in „Naturwissenschaften+“ soll das erweiterte Verständnis naturwissenschaftlicher Grundbildung deutlich machen. Das heißt, das Konsortium HarmoS Naturwissenschaften beschränkt sich nicht auf die klassischen biologischen, chemischen und physikalischen Themen, sondern bezieht darüber hinaus Aspekte der Bedeutung der Naturwissenschaften im gesellschaftlichen Kontext, epochaltypische Themen (wie z. B. Umwelt oder Technikfolgen) sowie Anliegen der Gesundheitsförderung und der Bildung mit Blick auf eine nachhaltige Entwicklung ein [3, 4].

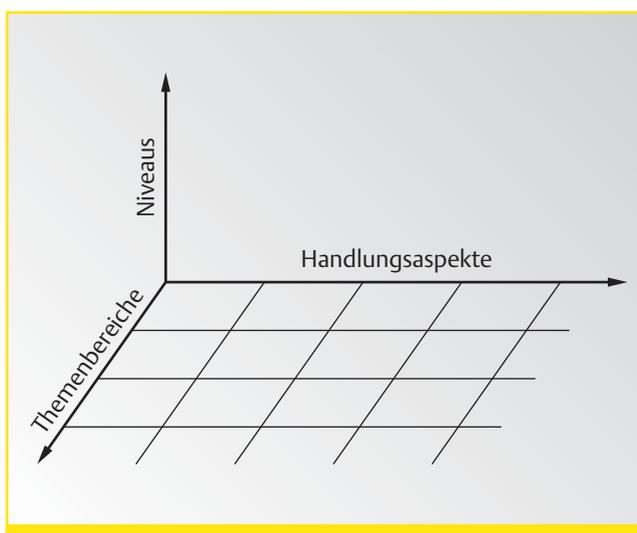


Abb. 1: Kompetenzmodell HarmoS Naturwissenschaften+

weils noch drei bis fünf Teilaspekte definiert. Für „Ordnen, Strukturieren und Modellieren“ sind das zum Beispiel:

- „Sammeln, ordnen, vergleichen“: Objekte, Merkmale zu Erscheinungen und Situationen in der Natur sowie Anwendungen in der Technik sammeln, ordnen und vergleichen
- „Analysieren, strukturieren, vernetzen“: Elemente, Merkmale, Situationen analysieren, strukturieren, in Beziehung setzen, vernetzen (systemisches Denken)
- „Entwickeln, einordnen“: Modelle, Gesetzmäßigkeiten und Konzepte entwickeln bzw. erkennen und zur Erklärung herbeiziehen

Die Zuteilung zu den verschiedenen Niveaus erfolgt dann stufenbezogen zu den ein-

zelnen Handlungsaspekten.

Themenbereiche wurden insgesamt ebenfalls acht festgelegt (siehe Tab. 2). In jedem der Bereiche sind jeweils über alle Stufen (2., 6., 9. Klasse) hinweg Leitlinien definiert, welche durch grundlegende Konzepte bzw. Schlüsselbegriffe sowie Beispiele detailliert beschrieben werden. Für die beiden – hauptsächlich physikalischen – Themenbereiche „Bewegung, Kraft, Energie“ und „Kommunikation, Regelung und Steuerung“ ist dies in Tab. 3 bzw. Tab. 4 gezeigt. Die Themenbereiche im HarmoS Kompetenzmodell sind nicht zu verwechseln mit einem Kompetenzbereich „(Fach)wissen“ wie er beispielsweise in den Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss in Deutschland [2] definiert

Handlungsaspekte
Interesse, Neugierde wecken
<b>Fragen und Untersuchen</b>
<b>Informationen erschließen</b>
<b>Ordnen, Strukturieren und Modellieren</b>
Einschätzen und Beurteilen
Entwickeln und Umsetzen
Mitteilen und Austauschen
Eigenständig bearbeiten

Tab. 1: Handlungsaspekte im Kompetenzmodell HarmoS Naturwissenschaften+

Themenbereiche
Planet Erde
Bewegung, Kraft, Energie
Kommunikation, Regelung, Steuerung
Stoffe
Lebewesen
Lebensräume und -gemeinschaften
Mensch und Gesundheit
Natur – Gesellschaft – Technik:
Perspektiven

Tab. 2: Themenbereiche im Kompetenzmodell HarmoS Naturwissenschaften+

Bewegung, Kraft, Energie	
<b>Leitlinien</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Von Grundgrössen über Energie zu Kraft und Leistung</li> <li>– Von der einfachen Beschreibung von Bewegungen über die Geschwindigkeit zum Impuls</li> </ul>	
Grundlegende Konzepte, Schlüsselbegriffe	Beispiele
2. Klasse Messen von Grundgrössen Gleichgewicht – Ungleichgewicht Körper bewegen	Zeit, Länge, Masse, Temperatur  ziehen, stossen, heben, drücken (schnell oder langsam)
6. Klasse Energieträger Energieumwandlung qualitativ  Geschwindigkeit	Wind, Wasser, Sonne, Erdöl, Biogas, Holz, Steinkohle, Nahrung Lageenergie, Bewegungsenergie, elektrische Energie, thermische Energie (Energieflussdiagramme)  einfache Geschwindigkeitsbestimmung (Messen von Wegen und Zeiten)
9. Klasse Energieerhaltung und -umwandlung  Kraft und Gegenkraft  mechanische und elektrische Leistung Impuls und Impulserhaltung qualitativ	einige Energieformen quantitativ: Lageenergie, Bewegungsenergie, elektrische Energie; Energieumwandlung in unserem Körper (Atmung, Umwandlung im Muskel); Reibung als „Energieverlust“  Messen von Kräften (Betrag und Richtung; Schwerkraft ist ortsabhängig; Masse ist ortsunabhängig); Wirkung von Kräften  Leistung als umgewandelte Energie pro Zeit  <i>ohne den Begriff „Impuls“ verwenden zu müssen</i>

Tab. 3: Themenbereich „Bewegung, Kraft, Energie“

Kommunikation; Regeln und Steuern	
<b>Leitlinien</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Licht und Schall: von der einfachen Wahrnehmung über die Ausbreitung zur Welle</li> <li>– Regeln und Steuern: von unserer direkten Umgebung zu technischen Anwendungen</li> </ul>	
Grundlegende Konzepte, Schlüsselbegriffe	Beispiele
2. Klasse Licht und Schatten Geräusche und Töne Unsere 5 Sinne	Laternen, Schattentheater Lärm und Lärmschutz; Musikinstrumente bewusst hören, sehen, riechen, schmecken und fühlen; Reflexe
6. Klasse Geradlinige Ausbreitung von Licht; Reflexion; Brechung Erzeugung und Ausbreitung von Schall Reizbarkeit von Pflanzen und Tieren	Ton, Klang, Geräusch Mimose, Blütenöffnen, Lichtzuwendung; Reaktionen von Würmern, Schnecken; Tarnen, Tarnfarbe
9. Klasse Funktionsweise von Auge und Ohr Farben  Schallwellen technische Anwendungen	prinzipieller Aufbau; Linsen, Akkommodieren additive und subtraktive Farbmischung (Bühnenbeleuchtung, Bildschirm, Tintenstrahldrucker); Regenbogen(farben)  nur qualitativ: Tonhöhe entspricht Frequenz, Lautstärke entspricht Amplitude elektrische Schaltungen, Thermostat (Bügeleisen, Backofen), optisch gesteuerte Schiebetüren

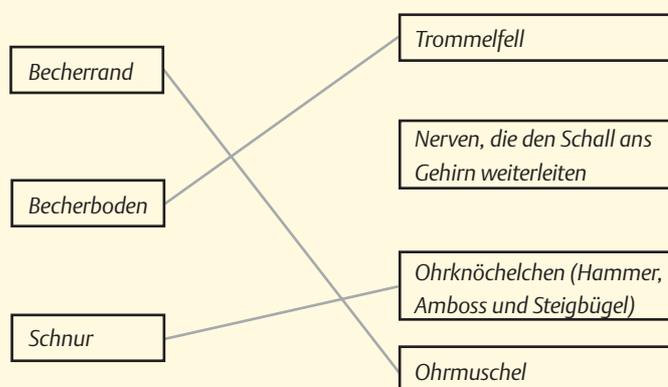
Tab. 4: Themenbereich „Kommunikation; Regelung, Steuerung“

### Schnur-„Telefon“

Claudia und Markus bauen ein Schnurtelefon: In zwei Plastikbecher bohren sie je ein kleines Loch in den Boden. Durch die Löcher ziehen sie eine Schnur, die sie in jedem Becher verknoten, so dass sie nicht mehr herausrutschen kann. Wenn man nun in den einen Becher spricht, kann man das am anderen Ende hören – wenn die Schnur straff gespannt und nicht eingeklemmt ist.



1. Claudia spricht in den linken Becher, Markus hält sein Ohr an den rechten. Man könnte sagen, dass nun der linke Becher das "verlängerte" Ohr von Markus ist. Dabei gibt es nicht zu jedem Teil des Ohres eine Entsprechung. Verbinde jedes Becherteil mit genau **einem**, ihm entsprechenden Teil des Ohres.



2. Markus und Claudia wohnen sich gegenüber. Ihre Fenster sind nur durch eine Strasse getrennt und liegen 8 Meter auseinander. Sie bauen ein Schnurtelefon aus zwei großen Plastik-Joghurtbechern und einer 10 m langen Schnur. Markus und Claudia stellen sich nun jede/r an das eigene Fenster und versuchen, über das Schnurtelefon miteinander zu sprechen. Leider können sie sich nicht hören. Das muss am Schnurtelefon liegen. **Nenne den Grund dafür.**

*Die Schnur ist nicht straff gespannt (10 m Schnur bei 8 m Distanz)*

© Konsortium HarMoS Naturwissenschaften+

Abb. 2: Beispielaufgabe Schnur-„Telefon“ – Seite 1

ist. Die Themenbereiche im HarMoS Kompetenzmodell dienen im Wesentlichen dazu, die Handlungsaspekte auf die Naturwissenschaften zu spezifizieren. Insbesondere wurden die Themenbereiche nicht definiert, um in diesen Bereichen träges Wissen abzutesten. Getestet werden soll im Wesentlichen eine Auswahl an Handlungsaspekten.

Im Kompetenzmodell Naturwissenschaften+ wurden vorerst für die 2., 6., und 9. Klasse je vier Niveaus pro Handlungsaspekt festgelegt, welche auf subjektiven Einschätzungen von Expertinnen und Experten (Mitgliedern des Konsortiums Naturwissenschaften sowie Lehrpersonen der entsprechenden Stufen) beruhen und im gro-

ßen Validierungstest noch überprüft werden müssen. Basierend auf den Ergebnissen des Validierungstests werden dann die Niveaus für die Basisstandards festgelegt.

## 2 | Testformen und -konzepte

● In den Naturwissenschaften gibt es zwei Arten von Tests: Papier- und Bleistifttests sowie Experimentier- und Erkundungstests. Für die 2. Klassen gibt es einen so genannten angeleiteten Test, welcher eine Mischung der beiden Testformen darstellt. Der nationale, von der EDK zentral organisierte Validierungstest mit Papier- und Bleistiftaufgaben für die 6. und 9. fand im Mai 2007 statt. Die Stichprobe umfasste

insgesamt circa 9000 Schülerinnen und Schüler der deutsch- und französischsprachigen Schweiz. Der in der Anzahl der getesteten Jugendlichen kleinere, vom Konsortium Naturwissenschaften organisierte Experimentier- und Erkundungstest für die 6. und 9. Klasse wird im Frühjahr 2008 stattfinden. Die Tests für die 2. Klasse werden im Spätsommer 2007 durchgeführt – ebenfalls vom Konsortium Naturwissenschaften organisiert.

Während in den Papier- und Bleistifttests die Handlungsaspekte, „Informationen erschließen“, „Ordnen, Strukturieren und Modellieren“ sowie „Einschätzen und Beurteilen“ evaluiert werden, sind es in den Experimentier- und Erkundungstests vor al-

3. Claudia spricht in den einen Becher, Markus hält sein Ohr an den anderen. Wie gelangt der Schall mithilfe des „Telefons“ von Claudias Stimme an Markus Ohr?

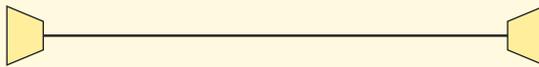
Kreuze die richtige Antwort an (nur eine Antwort ist richtig)!

- Durch den Knoten im Becher gelangen die Töne in die Schnur. Dort laufen sie hindurch und kommen auf der anderen Seite im Knoten wieder heraus. Dadurch kann man sie im anderen Becher hören.
- Durch den Becher wird der Schall genau fokussiert, tritt durch das kleine Loch wieder aus und wird entlang der Schnur zum anderen Becher geleitet. Dort kommt er durch das Loch wieder in den Becher und wird wieder ausgestreut.
- Durch den Schall fängt der Becherboden an zu vibrieren und die Schnur wird hin und her gezogen. Dadurch fängt auch der andere Becherboden an zu vibrieren, was wieder Schall erzeugt.
- Durch den Becher wird die Stimme verstärkt und in Töne umgewandelt. Die Töne können nun entweichen. Im anderen Becher werden die Töne wieder in Stimme umgewandelt. Die Schnur zeigt an, wo der jeweils andere Becher ist.
- Im Becher werden die Schallwellen in Funkwellen umgewandelt. Die Schnur dient als eine Antenne für beide Becher. Dadurch kann der andere Becher die Funkwellen empfangen und wieder in Schall verwandeln.

4. Im Internet finden Claudia und Markus noch mehr Bauanleitungen für Schnurtelefone (siehe Abbildungen).

Entscheide jeweils, ob das abgebildete Schnurtelefon funktionieren könnte oder nicht und gib den entscheidenden Grund an!

(a)



- kann funktionieren, weil... x       kann nicht funktionieren, weil...

... so die Schwingungen des Becherbodens nicht übertragen werden können.

© Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+

Abb. 3: Beispielaufgabe Schnur-„Telefon“ – Seite 2

lem „Fragen und Untersuchen“, „Ordnen, Strukturieren und Modellieren“ sowie „Einschätzen und Beurteilen“. Darüber hinaus werden für alle Handlungsaspekte so genannte Lerngelegenheiten („Opportunities to Learn“) entwickelt. Diese sind jedoch nicht für die Tests, sondern zum Einsatz im Unterricht und als Anregung für Lehrpersonen gedacht.

### 3 | Beispielaufgaben

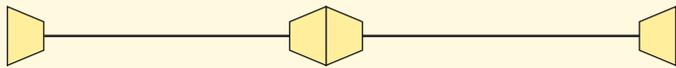
● Für alle zu testenden Handlungsaspekte werden zu verschiedenen Themenbereichen Aufgaben in Form von Multiple-Choice-Aufgaben (wobei jeweils nur eine Antwort richtig ist), Richtig-Falsch-Entscheidungen, kurze offene Aufgaben (z. B. Lückentexte oder Ergänzungen von Zeichnungen) oder lange offene Aufgaben (z. B. freie Beantwortung von Fragen oder eine zeichnerische Konstruktion) gestellt. Eingeleitet werden die Aufgaben jeweils durch die Be-

schreibung der Situation, auf die sich die einzelnen Teilaufgaben dann beziehen. Die Situationen sollen zum einen stark an die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler anknüpfen, zum anderen möglichst kurz beschrieben werden können, um einen Einfluss durch die Lesekompetenz so gut wie möglich auszuschließen. Während sich die Situationen in der Regel nur auf einen Themenbereich beziehen, können die einzelnen Teilaufgaben durchaus unterschiedlichen Handlungsaspekten zugeordnet sein. Jede der Aufgaben sollte in etwa 10 Minuten von den Schülerinnen und Schülern zu lösen sein. In den Abb. 2 bis 4 ist als Beispiel einer Aufgabe die Situation Schnur-„Telefon“<sup>3</sup> gezeigt. Sie gehört zum Themenbereich „Kommunikation: Regeln und Steuern“ und wird sowohl im 6. wie auch im 9. Schuljahr eingesetzt. Dementsprechend sind die Niveaus der Handlungsaspekte unterschiedlich (siehe Tab. 5).

### 4 | Ein Vergleich mit den deutschen Bildungsstandards

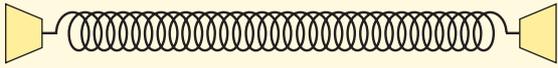
● Das Projekt HarmoS Naturwissenschaften unterscheidet sich in manchen Punkten von den KMK-Standards [2]. Die Standards in der Schweiz beziehen sich auf ein Integrationsfach Naturwissenschaften, in Deutschland je auf die Einfächer Biologie, Chemie und Physik. Im ersten Fall werden – ausgehend von fachdidaktischen Überlegungen und repräsentativen Validierungstests – Basisstandards für das 2., 6. und 9. Schuljahr definiert, im zweiten Fall – ausgehend von fachdidaktischen Überlegungen – Regelstandards für das 10. Schuljahr.

Was ist in beiden Ländern ähnlich? In Deutschland und der Schweiz werden Kompetenzmodelle und zugehörige Testaufgaben entwickelt. Modelle und Testaufgaben sollen die zentrale Basis für die Entwicklung zukünftiger Lehrpläne, Unterrichtsmateri-

(b) 

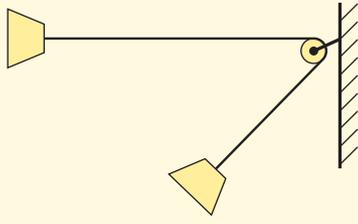
kann funktionieren, weil ...       kann nicht funktionieren, weil ...

... die Schwingungen des linken Becherbodens in der Mitte die Luft zwischen den Bechern zum Schwingen anregt, welche auf den rechten Becherboden in der Mitte übertragen werden. Außerdem würden auch die Becherwände die Schwingungen direkt weitergeben.<sup>4</sup>

(c) 

kann funktionieren, weil ...       kann nicht funktionieren, weil ...

... über eine Feder (oder geschlungene Schnur) die Schwingungen des Becherbodens nicht übertragen werden können (die Feder dehnt und staucht sich und kann deshalb nicht hin und her gezogen werden).<sup>5</sup>

(d) 

kann funktionieren, weil ...       kann nicht funktionieren, weil ...

... die Schnur auch über eine Rolle gut gespannt ist.

© Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+

Abb. 4: Beispielaufgabe Schnur-„Telefon“– Seite 3

<sup>4</sup> Theoretisch kann diese Lösung funktionieren, in der Praxis wird eine Realisierung unter Umständen schwierig sein, weil die Transmission sehr gering wäre.

<sup>5</sup> Diese Lösungsantwort stellt eine erste Näherung dar, da auch die Schnur so etwas wie eine Feder – mit relativ großer Federkonstante – ist und es – speziell in der Nähe der Resonanzfrequenz – anders aussieht. Jedoch gehen wir nicht davon aus, dass Jugendliche der 6. oder 9. Klasse auf derartige Details kommen.

alien und -einheiten sowie für ein nationales Bildungsmonitoring bilden.

Um diese ehrgeizigen Pläne erfolgreich umzusetzen, sollten (von Anfang an) alle beteiligten Personenkreise, insbesondere Naturwissenschaftslehrerinnen und -lehrer, Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker, einbezogen werden und mitgestalten können. Ein herzlicher Dank geht an die Kolleginnen und Kollegen des Konsortiums HarmoS Naturwissenschaften: 17 Fachleute aus Fach-

didaktik und Sozialwissenschaften, 30 Lehrpersonen sowie eine 13-köpfige Begleitgruppe. Sie alle haben mit ihrer Arbeit eine zentrale Grundlage für diesen Artikel gelegt.

#### Literatur

- [1] Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren: [www.edk.ch](http://www.edk.ch) → EDK → Tätigkeitsbereiche → HarmoS [Stand: 20. August 2007]  
 [2] [http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Physik\\_MSA16-12-04.pdf](http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Physik_MSA16-12-04.pdf) [Stand: 20. August 2007]  
 [3] [harmos.phbern.ch](http://harmos.phbern.ch) [Stand: 20. August 2007]  
 [4] Labudde, Peter (im Druck): How do Develop, Implement and Assess Standards in Science Education? 12 Challenges from a Swiss Perspective. In: Waddington, D.; Nentwig, P. & Schanze, S. (Eds.): Making it Comparable – Standards in Science Education. Münster: Waxmann

#### Anschriften der Verfasser

Dr. Susanne Metzger, Pädagogische Hochschule Zürich  
 Mensch und Umwelt, Zeltweg 21, CH - 8090 Zürich  
 E-Mail: [Susanne.Metzger@phzh.ch](mailto:Susanne.Metzger@phzh.ch)  
 Prof. Dr. Peter Labudde, Deutschsprachige Pädagogische Hochschule Bern, Institut Sekundarstufe II, Postfach, CH - 3000 Bern 9, E-Mail: [peter.labudde@phbern.ch](mailto:peter.labudde@phbern.ch)

Tab. 5: Einordnung der Teilaufgaben der Abbildungen 2 bis 4

Situation: Schnur- „Telefon“		Niveau		max. zu erreichende Punktzahl
Teilaufgabe	Handlungsaspekt	6. Kl.	9. Kl.	
1	Ordnen, Strukturieren, Modellieren	4	3	2
2	Informationen erschließen	2	1	1
3	Ordnen, Strukturieren, Modellieren	4	4	1
4a	Einschätzen und Beurteilen	4	3	2
4b	Einschätzen und Beurteilen	4	4	2
4c	Einschätzen und Beurteilen	3	2	2
4d	Einschätzen und Beurteilen	4	3	2