



HANDREICHUNG ZUR UMSETZUNG DES RAHMENLEHRPLANS NATURWISSENSCHAFTEN

Gestaltungsmöglichkeiten für das
Fach Naturwissenschaften in der
Orientierungsstufe

Impressum

Redaktion: Barbara Dolch

Skriptbearbeitung: Ute Nagelschmitt

© Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz 2011

Handreichung zur Umsetzung des Rahmenlehrplans Naturwissenschaften

Gestaltungsmöglichkeiten für das Fach
Naturwissenschaften in der Orientierungsstufe

Themenfeld 1:
Fühlen und Wärme

Inhalt

		Seite
1	Einführung	5
1.1	Der neue Rahmenlehrplan Naturwissenschaften	5
1.2	Kontexte	6
1.3	Bezug zum Rahmenlehrplan	8
1.4	Vorhaben – Projekte	
2	Unterrichtsskizzen	10
2.1	Planungs-Mindmap	10
2.2	Mögliche Inhalte und Experimente	12
2.2.1	Subjektivität des Wärmeempfindens	12
2.2.2	Thermometer: Aufbau, Funktionsweise, Kalibrierung	13
2.2.3	Temperaturen messen	16
2.2.4	Mögliche Ergänzung: Das Bimetall-Thermometer	16
3	Materialien und Literaturhinweise	18

1 Einführung

1.1 Der neue Rahmenlehrplan Naturwissenschaften

Der neue Rahmenlehrplan Naturwissenschaften berücksichtigt die sich wandelnde Zielsetzung von Unterricht und sich dadurch verändernde Bedingungen des Lehrens und Lernens in der Schule.

1. Die alltägliche Technik ist zu komplex, um sie mit Hilfe des Schulwissens vollends zu durchdringen. Naturwissenschaftlicher Unterricht muss Komplexität aufgreifen und durchschaubar machen.
2. Naturwissenschaftlicher Unterricht muss Raum und Zeit für Primärerfahrung und entdeckendes Lernen geben.
3. Die globale Entwicklung führt uns immer mehr die Endlichkeit von Ressourcen vor Augen. Es braucht intelligente Lösungen, bei der sich Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften ergänzen.

Diese Trends und die sich daraus ableitenden Zielsetzungen werden in den Bildungsstandards berücksichtigt.

Der neue Rahmenlehrplan Naturwissenschaften ist mit den Bildungsstandards kompatibel. Die 8 Themenfelder des neuen Rahmenlehrplans sind Ausschnitte aus der komplexen Lebenswelt. Sie schließen an Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler an und schaffen Raum für entdeckendes Lernen. Die Lernenden erwerben anschlussfähiges Wissen und Können für die naturwissenschaftlichen Fächer der Mittelstufe.

[...] Die Behandlung der 8 Themenfelder ist verbindlich. Die Abfolge der Themenfelder wird durch den Rahmenlehrplan vorgeschlagen und beinhaltet in dieser Form die kumulative Entwicklung aller Kompetenzen.

Jedes der 8 Themenfelder wird auf 4 Seiten beschrieben.

*Die **Seite 1** stellt die mit dem Themenfeld verknüpfte Bildungsabsicht dar.*

*Auf der **Seite 2** sind die zu entwickelnden Kompetenzen so formuliert, dass Schüleraktivitäten daraus direkt ableitbar sind.*

*Auf der **Seite 3** wird das verbindliche Fachwissen beschrieben. Es weist Fachbegriffe aus, deren sachgerechte Verwendung eine wichtige Grundlage für den sich anschließenden Mittelstufenunterricht ist.*

*Die Mindmap auf **Seite 4** zeigt die Vielfalt der möglichen Unterrichtsaktivitäten und ist gleichzeitig Strukturierungshilfe für den Unterricht. Die 6 Hauptäste sind hierbei verbindliche Elemente für die gewählten Kontexte. [...]¹*

¹ Rahmenlehrplan Naturwissenschaften RLP unter <http://lehrplaene.bildung-rp.de/> (Siehe S. 14-16)

Die Handreichungen des Pädagogischen Zentrums zeigen an Beispielen auf, wie der Rahmenlehrplan im Fach Naturwissenschaft kontext- und kompetenzorientiert umgesetzt werden kann. Innerhalb der gewählten Kontexte soll die Kompetenzentwicklung für die Schülerinnen und Schüler sichtbar gemacht werden. Anhand von Aufgaben soll aufgezeigt werden, wie die im Unterricht erworbenen Kompetenzen durch die Lehrkraft differenziert werden können.

1.2 Kontexte

Es gibt kein Lernen ohne Kontext. Nach Muckenfuß ist der Begriff folgendermaßen definiert:

„Mit Kontexten sind Themen gemeint, mit deren Hilfe relevante Teile des Netzwerkes aus der wissenschaftlichen Ideenwelt erschließbar sind. Diese Kontexte greifen Inhalte oder Probleme aus der Lebenswelt auf, die für die Adressaten unseres Unterrichts subjektiv möglichst bedeutungsvoll sind. ... Sie werden ... so gewählt, dass mit ihrer Hilfe ein repräsentativer Teil der naturwissenschaftlichen Ideenwelt erschlossen werden kann.“²

Darauf fußend entwickeln seit einigen Jahren bundesweit verschiedene Arbeitsgruppen in den Naturwissenschaften Kontexte für einen modernen Unterricht.



bik (Biologie im Kontext)

Eine Verknüpfung von Fachsystematik und Alltagsnähe ist im Biologieunterricht, dem Unterricht zu der uns umgebenden lebenden Umwelt, oft einfacher als beispielsweise in Physik oder Chemie. Trotzdem ist häufig ein der Lehrerin bzw. dem Lehrer sinnvoll erscheinender Bezug zum Alltag nicht „schülergemäß“. Es ist wichtig, sich mit dem von der Schülerin bzw. dem Schüler wahrgenommenen Bild unserer lebenden Umwelt auseinander zu setzen und daraus Impulse für einen zeitgemäßen, attraktiven Biologieunterricht zu ziehen.

Im Gegensatz zu einer allgemeinen Themenorientierung kommt es bei „sinnstiftenden“ Aufgaben darauf an, dass mit ihrer Hilfe ein repräsentativer Teil der naturwissenschaftlichen Ideenwelt erschlossen werden kann.

Bei der Zusammenstellung von Aufgaben muss nicht nur der bildungsrelevante Teil der Systematik des Faches Biologie abgedeckt werden, sondern die Aufgaben müssen auch kumulatives Lernen ermöglichen. Damit haben die „Fachperspektive“ und die „Schülerperspektive“ gleichrangige Bedeutung.

² Muckenfuß, Heinz; 2003: Themen oder Kontexte als Strukturelemente des naturwissenschaftlichen Unterrichts. (siehe auch: Muckenfuß, H., 1995: Lernen im sinnstiftendem Kontext – Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichtes, Cornelsen, Berlin)

Kontexte können in der Biologie folgendermaßen definiert werden:

- Sie sind bezogen auf die definierten Basiskonzepte „System“, „Bau und Funktion“ und „Entwicklung“ und stehen in Bezug zu den geltenden Lehrplänen.
- Sie sind dem Kenntnis- und Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schüler angemessen.
- Sie sind von lebensweltlicher und/oder gesellschaftlicher Relevanz für die Lernenden.
- Sie können nach ihrer inhaltlichen und lebensweltlichen Dimension differenziert werden.³

CHiK (Chemie im Kontext) definiert Kontexte als Frage- und Problemstellungen mit folgenden Merkmalen:



- Alltags- /Gesellschaftsbezug
- Komplexität
- Sinnvolle Zugänge zur Erarbeitung chemischer Inhalte
- Fächerübergreifende Bezüge
- Beitrag der Chemie zur Lösung gesellschaftlich relevanter Fragestellungen

Der Kontext einer Unterrichtseinheit ist dabei nicht nur die motivierende Anfangssituation, sondern leitet über zu den Schülerfragen, deren möglichst eigenständige experimentelle Bearbeitung, den Erweiterungen auf andere Themen und den Anwendungsbereichen des Erarbeiteten. Der Kontext spannt sich somit wie ein Bogen durch die Einheit und integriert bzw. leitet die Erkenntnisse der Schülerinnen und Schüler.

Dies wird beispielsweise deutlich, wenn die zum Kontext aufgeworfenen Fragen auf einer Mindmap gesammelt wurden, die den Schülerinnen und Schülern die ganze Zeit zur Verfügung steht und auf die immer wieder Bezug genommen wird.⁴

Bei **piko** (Physik im Kontext) umfassen Kontexte drei Themenbereiche 

(1) Als thematische Kontexte sollen lebensweltliche Fragestellungen aus Alltag, Technik und Gesellschaft verstärkt in den Unterricht integriert werden.

(2) Der Kontext Lernumgebung soll mehr sein als ein passiver Material- und Angebotslieferant, sondern in der Rolle eines aktiven Entwicklungshelfers das eigenständige Denken, Arbeiten und Reflektieren fördern.

³ <http://bik.ipn.uni-kiel.de/typo3/index.php?id=3>

⁴ <http://www.chik.de/index2.htm>

(3) Außerschulische Kontexte verstärken die Lebensweltnähe schulischen Lernens. Mit authentischen Erfahrungen aus Forschung und Arbeitswelt erhalten die Schüler Orientierungshilfen für mögliche Tätigkeiten und berufliche Perspektiven.

Zu berücksichtigen ist bei der Kontextorientierung auch die jeweils angezielte Schulstufe. Für die unteren Jahrgänge kann sich der Kontextbezug vor allem in der stärkeren Berücksichtigung lebensweltlicher Bezüge äußern, für die höheren Jahrgänge zudem in didaktisch aufbereiteten Themen aus dem Bereich moderner Physik und moderner Technologien.⁵

1.3 Bezug zum Rahmenlehrplan

Zu dem folgenden Material weist der Rahmenlehrplan für das Themenfeld 1 folgende Zielsetzungen aus:

Charakterisierung

*Vorherrschende Strategie zur **Erkenntnisgewinnung** ist die Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten. Dabei wird das Messen als naturwissenschaftliche Arbeitsweise thematisiert. Die Schülerinnen und Schüler lernen den Umgang mit Geräten, Messgrößen und Maßeinheiten.*

*Die Funktionsweise von Messgeräten lässt den Zusammenhang von **Struktur – Eigenschaft – Funktion** deutlich werden.*

Anschlussfähiges Fachwissen

<p><i>Physikalische Prinzipien werden an selbst gebauten Messgeräten erfasst (z. B. Wärmeausdehnung im Flüssigkeitsthermometer).</i></p> <p><i>Um Messwerte ablesen zu können, müssen Messgeräte kalibriert werden (z. B. Temperaturskalen).</i></p> <p><i>Messverfahren erfassen Messgrößen, die durch Maßzahl und Maßeinheit charakterisiert sind.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kalibrierung - Messgröße, Messskala, Maßzahl, Maßeinheit 	<p>Struktur – Eigenschaft – Funktion</p>
--	---	---

Kompetenzen

- beherrschen den Umgang mit einfachen Messgeräten
- erklären den Aufbau und die Funktion einfacher Messgeräte⁶

⁵ <http://www.uni-kiel.de/piko/?topic=19>

⁶ Rahmenlehrplan Naturwissenschaften RLP unter <http://lehrplaene.bildung-rp.de/> (Siehe S. 17-19)

1.4 Vorhaben – Projekte

Der Themenbereich Fühlen und Wärme ist in besonderer Weise geeignet, das dem Themenfeld zu Grunde liegende Programm „von den Sinneswahrnehmungen zur Messung“ umzusetzen. Ausgehend von der Subjektivität des Wärmeempfindens wird die Notwendigkeit von objektiven Temperaturmessungen erkennbar. Am Beispiel des Flüssigkeitsthermometers wird verdeutlicht, dass die Funktion eines Messgerätes, sein Aufbau, die Funktionen seiner Bauteile nicht zuletzt durch physikalische Gesetzmäßigkeiten bestimmt werden.

Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, wie Anders Celsius seinerzeit die Celsiusskala erstellte und damit die Entstehung dieser heute für sie selbstverständlichen Skala bzw. Messgröße nachvollziehen. Dabei sollen sie erfahren, dass es auch noch andere Temperaturskalen gibt.

Für diesen thematischen Rahmen können je nach Schwerpunktsetzung verschiedene Kontexttitel formuliert werden, z. B.:

- *Im Schwimmbad*
- *Die größte Erfindung des Anders Celsius*
- *Eine Postkarte aus den USA*

2 Unterrichtsskizzen

2.1 Planungs-Mindmap

Im Unterricht sind Lernanlässe für die oben genannten Themen zu schaffen. Sie ermöglichen den Einstieg in die Unterrichtsreihe und ihre Weiterentwicklung. Einige denkbare Möglichkeiten sollen im Folgenden beschrieben werden.

So könnte eine fiktive Postkarte von einer amerikanischen Brieffreundin, die über eine Hitzewelle in den USA und die dort herrschenden Temperaturen berichtet, den Schülerinnen und Schülern bewusst machen, dass in den USA die Fahrenheit-Temperaturskala gebräuchlich ist. Dies mag sie verwundern und zu einer Reihe von Fragen führen:

- Warum gibt es denn zwei Temperaturskalen? Wie hat man die gemacht?
- Woher kommen die Namen Fahrenheit und Celsius?
- Wie rechnet man Grad Fahrenheit in Grad Celsius um?
- Wer hat das Thermometer erfunden?
- ...

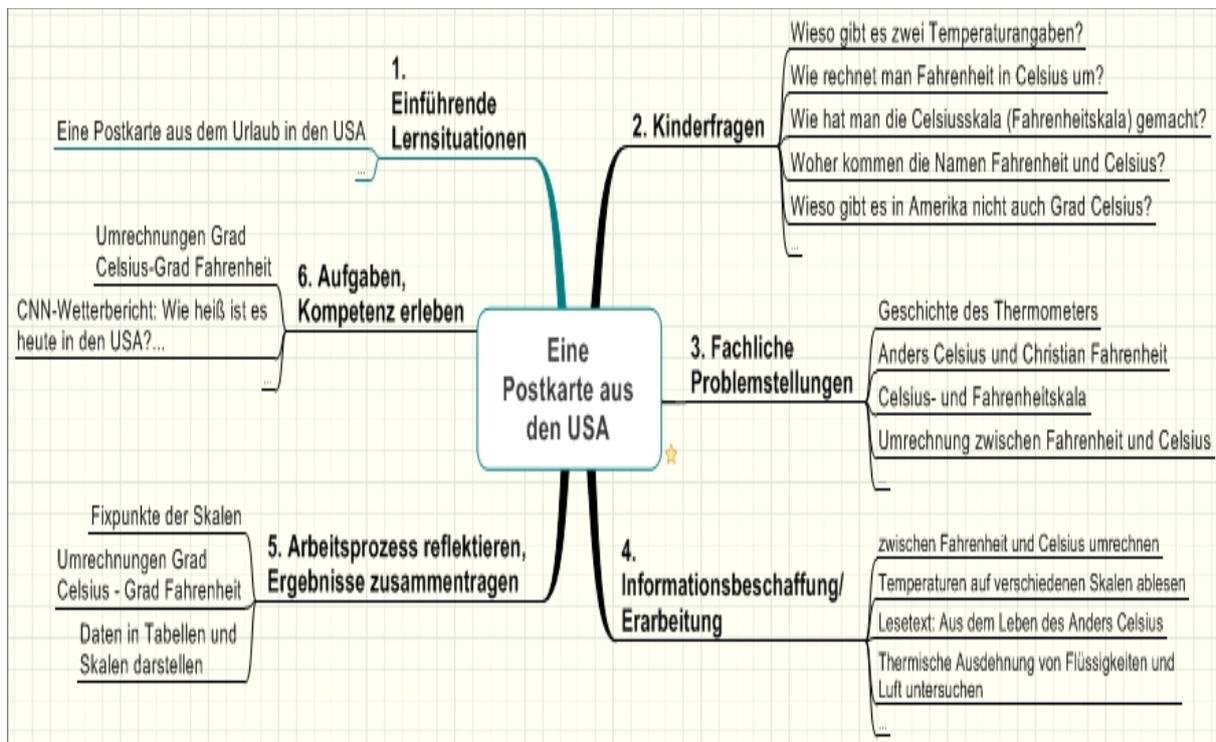
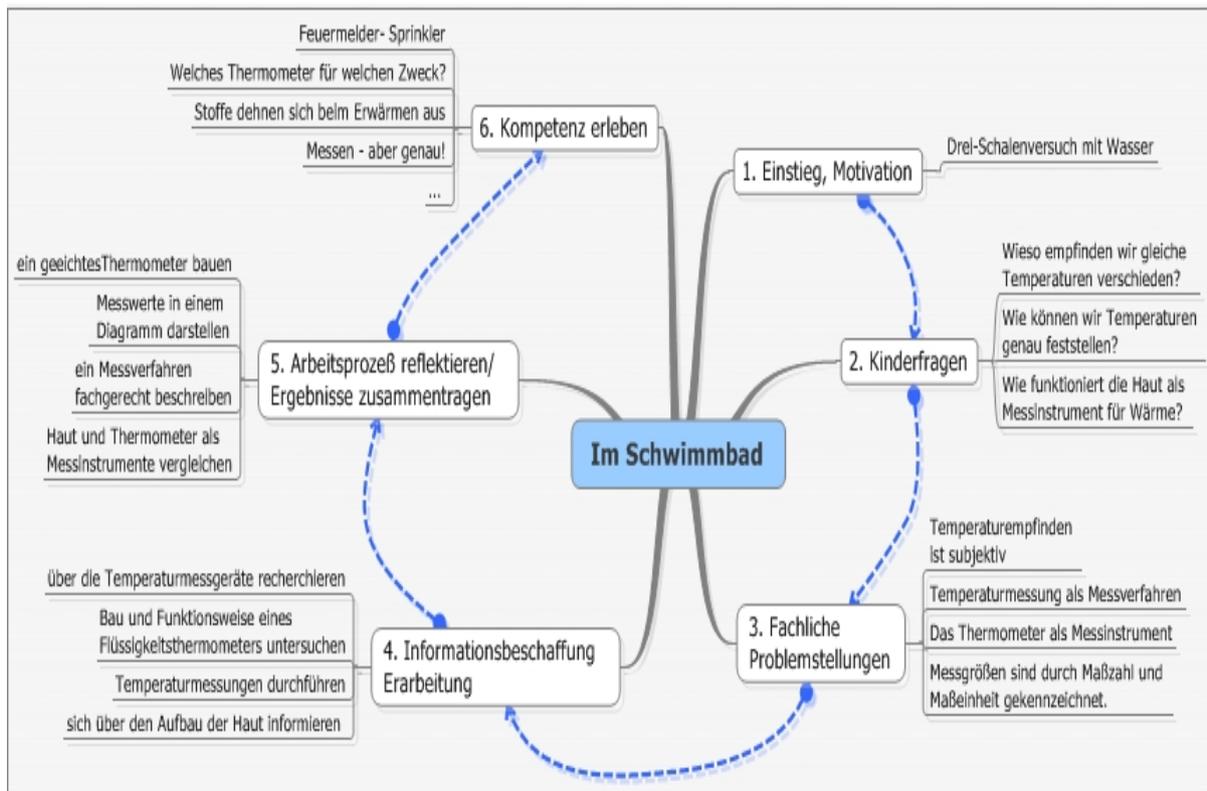
Es ist unwahrscheinlich, dass durch die Postkarte die Subjektivität des Wärmeempfindens im Unterricht zur Sprache kommen wird. Um dies jedoch zu erreichen, kann ein Schwimmbadbesuch thematisiert werden.

Die Schülerinnen und Schüler wissen aus eigener Erfahrung, dass unterschiedliche Menschen das Wasser in einem Schwimmbecken unterschiedlich warm empfinden und dies verschiedene Gründe haben kann: Lag man vorher in der Sonne oder im Schatten? Hatte man sich kalt/warm geduscht? ...

Verschiedene Lehrbücher inszenieren diese Situation (z. B. [1], Seite 21; [2], Seite 63).

Von den beiden genannten Anlässen ausgehend kann die Unterrichtsreihe schließlich mehr und mehr eine Forscherpersönlichkeit in den Mittelpunkt stellen.

Ein lesenswerter und kindgemäßer Text „Aus dem Leben des Anders Celsius“ ([3], S. 38) bietet sich hierzu an. Das Leben des Anders Celsius, seine wissenschaftlichen Leistungen und insbesondere sein Verfahren zur Temperaturbestimmung werden hier dargestellt.



2.2 Mögliche Inhalte und Experimente

2.2.1 Subjektivität des Wärmeempfindens

In einem klassischen Versuch können die Schülerinnen und Schüler die Subjektivität der Wärmeempfindung erfahren: Die rechte Hand wird in warmes Wasser getaucht, die linke Hand gleichzeitig in kaltes Wasser (vgl. Abb.1).

Danach werden beide Hände in lauwarmes Wasser getaucht. Mit der rechten Hand wird das lauwarme Wasser als kühl empfunden, mit der linken Hand hingegen als warm. Diese ebenso grundlegende wie erstaunliche Erfahrung sollte allen Schülerinnen und Schülern ermöglicht werden.



Abbildung 1: Drei-Wannen-Experiment

Wird nun ein großes Demonstrationsthermometer⁷ in die drei Flüssigkeiten gehalten, so geben die Messwerte korrekt wieder, welche die wärmste bzw. kälteste Flüssigkeit ist. Das Thermometer ist also ein Messgerät, das man „nicht reinlegen kann“.

Kinder mögen sich fragen: Wie spürt die Haut eigentlich, dass etwas warm ist? Eine für Schülerinnen und Schüler der Orientierungsstufe angemessene Erklärung könnte verkürzt wie folgt lauten: In der Haut befinden sich Wärmekörperchen. Wenn die Hauttemperatur steigt, senden sie Signale an das Gehirn. Kältekörperchen signalisieren dem Gehirn, wenn die Hauttemperatur sinkt.

⁷ Dieses sollte in den meisten Physiksammlungen vorhanden sein.

2.2.2 Thermometer: Aufbau, Funktionsweise, Kalibrierung

Der Aufbau eines Flüssigkeitsthermometers kann folgendermaßen behandelt werden: Glasteile und Gummistopfen werden präsentiert und die Frage gestellt, wie man daraus ein Thermometer bauen könnte. Aus den Schüleräußerungen entsteht ein Modellthermometer: Ein mit gefärbtem Wasser gefüllter Erlenmeyerkolben wird mit einem durchbohrten Gummistopfen verschlossen. In dessen Bohrung wird ein Glasrohr mit geringem Innendurchmesser so gesteckt, dass der Wasserspiegel oberhalb des Gummistopfens steht.⁸



Abbildung 2: Modell-Thermometer

Wird der Flüssigkeitsstand bei Zimmertemperatur, nach Erwärmen im Warmwasserbad und Abkühlen in Eiswasser beobachtet, so erkennen die Schülerinnen und Schüler die Ursache für die Änderung des Flüssigkeitsstandes im Ausdehnen der Flüssigkeit.

Das Vorratsgefäß des Thermometers wird mit dem Körper, dessen Temperatur gemessen wird, kontaktiert. Zwischen ihnen entsteht ein Wärmestrom mit dem die besagte Ausdehnung einher geht. Allmählich entsteht ein thermisches Gleichgewicht (Temperaturgleichheit), die Flüssigkeitssäule kommt zur Ruhe.

Bei dem Umgang mit Thermometern ergeben sich zwanglos neue Fragen: Welche Flüssigkeiten sind für ein Thermometer geeignet? Wie macht man eine Skala? Wie

⁸ Aus Sicherheitsgründen sollte nur die Lehrkraft Glasgeräte zusammen bauen bzw. trennen.

dick sollte das Steigrohr sein und wie groß das Vorratsgefäß? ... Diesen Fragen kann mit Hilfe verschiedener Experimente⁹ nachgegangen werden:

- In baugleichen Modellthermometern werden verschiedene Flüssigkeiten (Wasser, Spiritus, Öl) verglichen (vgl. Abbildung 3). Sie dehnen sich bei gleicher Temperaturdifferenz unterschiedlich aus. Eine möglichst große Ausdehnung ist erwünscht, damit viel Platz für eine Skala vorhanden ist.
- Je dünner das Steigrohr und je größer das Vorratsgefäß ist, desto größer ist auch die Änderung des Flüssigkeitsspiegels.
- Je voluminöser das Vorratsgefäß ist, desto länger dauert es, bis die Flüssigkeit nach dem Steigen bzw. Sinken zur Ruhe kommt. Das verlängert die Messung und ist nicht erwünscht. (Es dauert lange, bis die Flüssigkeit im Vorratsbehälter die Endtemperatur angenommen hat.)

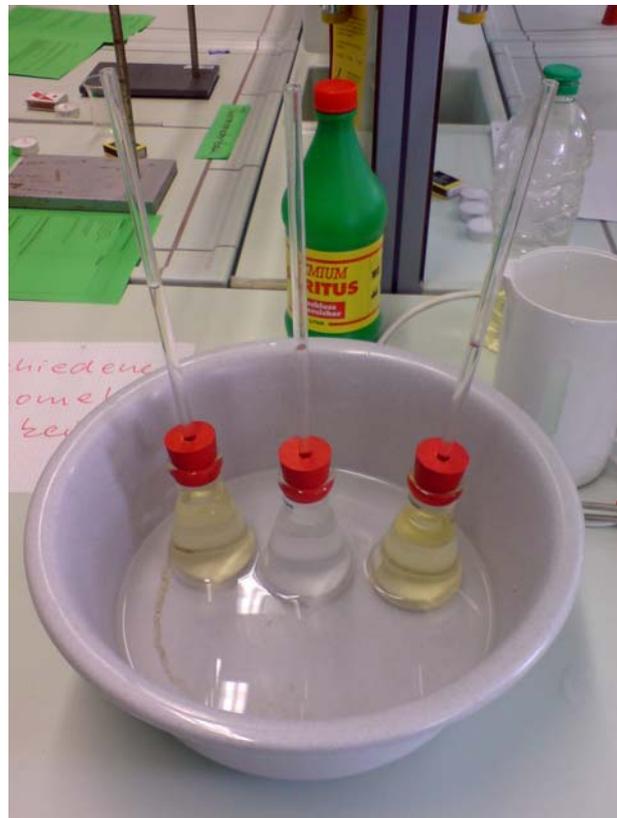


Abbildung 3: Verschiedene Thermometerflüssigkeiten

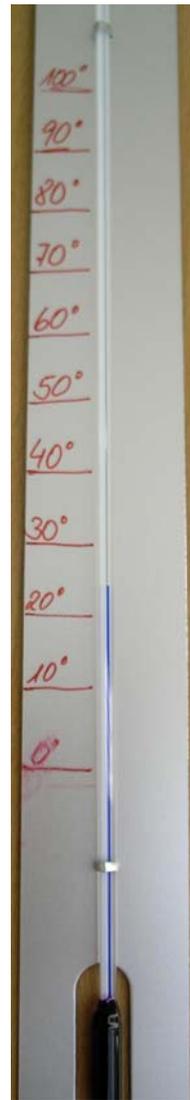
So werden unterschiedliche Anforderungen an ein Thermometer formuliert und es wird erkennbar, dass zwischen gegensätzlichen Anforderungen Kompromisse gebildet werden müssen.

⁹ Zahlreiche Experimente werden in [1] beschrieben.

Es bleibt die Frage nach der Skala bzw. die Frage: Wer hat die Celsiusskala gemacht und wie wurde sie gemacht? Hierzu kann der bereits genannte Text zum Einsatz kommen ([3], S. 38).

Verschiedene Lehrmittelanbieter halten nicht kalibrierte („ungraduierte“) Thermometer vor. Mit diesen können die Schülerinnen und Schüler selbst eine Kalibrierung nach Celsius durchführen (Abb. 4 a und 4 b).¹⁰

Auf die Metallplatte des ungraduierten Thermometers sollte man allerdings mm-Papier kleben, weil fast alle Stifte auf der Platte Spuren hinterlassen und sie mit der Zeit immer mehr verunreinigt wird.



Abbildungen 4a/b: Kalibrierung eines ungraduierten Thermometers

¹⁰ Das in der Schule geübte Anbringen und Beziffern von Skalen muss als *Kalibrieren* bezeichnet werden. Die *Eichung* ist eine dem Eichamt vorbehaltene Tätigkeit, nämlich die amtliche Zulassung eines Messgeräts unter Beachtung gesetzlicher Kriterien.

2.2.3 Temperaturen messen

In weiteren Versuchen, z. B. bei Lernen an Stationen, können der sachgerechte Umgang mit Thermometern geübt und die bisher erworbenen Kenntnisse erweitert werden:

1. Mit Hilfe von Bimetallthermometern wird die Raumtemperatur mit der Außentemperatur verglichen und eine Erklärung für den Unterschied formuliert.
2. Ein Arbeitsblatt informiert über den Parallaxenfehler. Die Schülerinnen und Schüler vollziehen diesen nach, indem sie den Flüssigkeitspegel eines großen Demonstrationsthermometers aus unterschiedlichen Höhen anvisieren.¹¹
3. Die Raumtemperatur in Boden- und Deckennähe wird verglichen und eine Erklärung für die Unterschiede formuliert.
4. Badewasser für ein Baby wird durch Fühlen mit der Hand und Schätzen sowie mit Hilfe eines speziellen Thermometers temperiert, die Genauigkeit der Schätzung beurteilt.
5. Oberflächentemperaturen verschiedener Stoffe (Holz, Metall, Styropor, ...) werden mit einem Thermoelement gemessen und verglichen.
6. Temperaturverläufe (Fieberkurve, Tagestemperaturverlauf an einem Ort; vgl. [4]) werden beschrieben, die entsprechenden Informationen ausgewertet.
7. Der Temperaturverlauf bei der Erhitzung von Wasser wird gemessen und in verschiedenen Darstellungsformen dokumentiert (Messtabelle, Stabdiagramm, Ausgleichskurve).
8. Neben der Einheit Grad Celsius ist die Einheit Grad Fahrenheit heute noch gebräuchlich. Das Umrechnen

$$^{\circ}\text{F} \xrightarrow{-32} \dots \xrightarrow{\div 9} \dots \xrightarrow{\cdot 5} ^{\circ}\text{C}$$

ist unproblematisch. Mathematiklehrwerke enthalten Lernaufgaben, mit denen die Schülerinnen und Schüler das Umrechnen üben können (vgl. [4], Kap. 3.5).

9. Die Messgenauigkeit von Thermometern mit unterschiedlicher Skalierung im gleichen Wasserbad wird verglichen.

¹¹ Bei Flüssigkeitsthermometern befindet sich das Steigrohr vor der Skala. Befindet sich das Auge bei der Ablesung nicht auf Höhe des Flüssigkeitsstandes, so ergibt sich daher eine fehlerhafte Ablesung, der sog. *Parallaxenfehler*. Die Schülerinnen und Schüler sollen diesen kennen lernen und die korrekte, parallaxenfreie Ablesung im Unterricht üben (vgl. [6], [1], [2]).

2.2.4 Mögliche Ergänzung: Das Bimetall-Thermometer

Abschließend soll aber noch die Funktionsweise des Bimetallthermometers als mögliche Ergänzung vorgestellt werden.

Der Einsatz von Bimetallthermometern im Stationenlernen weckt bei vielen Kindern die Frage nach seiner Funktion. Damit ist die Wärmeausdehnung fester Körper angesprochen. Sie kann mit dem Kugel-Ring-Versuch und einem Experimentiergerät mit Rollachse und Zeiger (vgl. [5] und Abbildung 5) demonstriert werden.

Ein Metallstab ist am linken Ende fixiert. Am rechten Ende liegt er auf einer Art Rolle oder Schaukel, die einen Zeiger bewegt, wenn der Stab sich bei Erwärmung ausdehnt bzw. beim Abkühlen zusammenzieht. Mit dieser Anordnung können Längenänderungen gemessen werden. In der Orientierungsstufe ist dies nicht notwendig. Daher muss der Stab nicht mit Wasser definierter Temperatur durchspült werden, sondern es reicht das Erwärmen mit einem Bunsenbrenner und das Abkühlen mit Wasser. Die in Abbildung 3.5 dargestellten Teelichter dienen nur der Illustrierung und sollten wegen der mit Rußbildung verbundenen Verunreinigung des Stabes nicht in diesem Experiment verwendet werden.

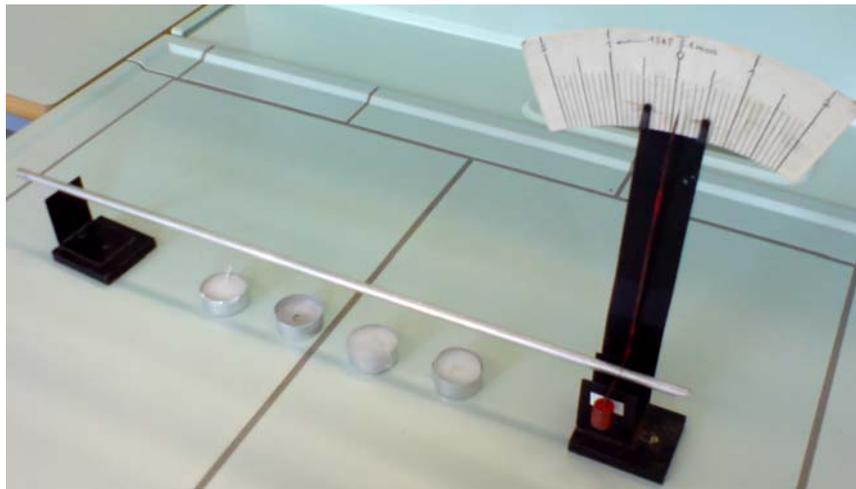


Abbildung 5: Experimentiergerät zur Längenausdehnung

Mit Hilfe eines Bimetalls mit großen Abmessungen lässt sich dessen Verbiegen bei Erwärmung gut sichtbar zeigen. Dieses wird durch die unterschiedliche Ausdehnung der beiden beteiligten Metallstreifen bewirkt. Die Kinder können sich dies mit einem Modell veranschaulichen: Zwei Moosgummistreifen unterschiedlicher Länge lassen sich nur aufeinander legen, wenn sie dabei gebogen sind.

In Schülerexperimenten können sich die Schülerinnen und Schüler überzeugen, dass eine Bimetall-Spirale sich bei Temperaturänderungen zusammenzieht und aufweitet und dadurch die Bewegung des Zeigers im Bimetallthermometer hervorgerufen wird: Kaugummipapier besteht aus einer Papier- und einer Aluminiumschicht. Wird dieses zu einer Spirale geformt und über einem Teelicht erwärmt, so ist das Zusammenziehen bzw. Aufweiten deutlich zu sehen.

3 Materialien und Literaturhinweise

- [1] KARAU, D., STARKE, S.: Sicher in Physik 1, Volk und Wissen Verlag, Berlin
- [2] BARMEIER, M. et al.: Naturwissenschaft 5/6 (Teildruck), Klett Verlag, Stuttgart
- [3] HITZSCHKE, C. et al.: Einblicke Physik und Chemie 5/6, Klett Verlag, Stuttgart
- [4] LERGENMÜLLER, A., G. SCHMIDT: Mathematik Neue Wege 5, Schroedel Verlag, Hannover
- [5] GÖTZ, R., DAHNCKE, H., LANGENSIEPEN, F. (Hrsg.): Handbuch des Physikunterrichts S 1, Band 3: Wärmelehre/Wetterkunde Aulis Verlag Köln 1986; (Informationen zu Wärmesinn, Temperatur und Temperaturmessverfahren)
- [6] Götz, R., Dahncke, H., Langensiepen, F. (Hrsg.): Handbuch des Physikunterrichts S 1, Band 1: Mechanik 1, Aulis Verlag Köln 1986; (Informationen und Versuche zum Parallaxenfehler)
- [7] ENGELSIEPEN, T., KIRCHHOFF, R., SCHILL, H.-P.: Von allen Sinnen Direktbezug: Forum Eltern und Schule, Huckarderstr. 12, 44147 Dortmund