

# Schulversuchspraktikum

Carl Föst

Sommersemester 2015

Klassenstufen 5 & 6



---

## Einfache Messgeräte

---

---

**Auf einen Blick:**

Die Unterrichtseinheit umfasst sechs Versuche, wovon prinzipiell alle als Schülerversuche, einer hingegen als Lehrerversuch verwendet werden können. Die Versuche eignen sich sehr gut, um auf kreative Weise das naturwissenschaftliche Interesse von SchülerInnen der 5. und 6. Klasse zu fördern. Hierbei sollen sie Messgeräte selber basteln. „Einfache Messinstrumente“ ist ein fachübergreifendes Thema und stellt keinerlei Vorkenntnisse an die Lernenden.

**Inhalt**

2

3

3

5

**Fehler! Textmarke nicht definiert.****Fehler! Textmarke nicht definiert.****Fehler! Textmarke nicht definiert.**

---

## **1. Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele**

Die Thematik „Einfache Messinstrumente“ deckt insbesondere die naturwissenschaftlichen Fächer Chemie und Physik ab und schult neben dem wissenschaftlichen Verständnis auch die gestalterischen Fähigkeiten der SchülerInnen. In den Experimenten werden die Beziehungen zwischen Temperatur – und Volumenänderungen sowohl von Flüssigkeiten, als auch von Gasen gezeigt. Die Luftfeuchtigkeit wird als Begriff zur Beschreibung des Wasser bzw. des Wasserdampfanteils in der Luft definiert. Den SchülerInnen wird zudem verdeutlicht, dass die sie umgebende Aussenluft ein Gas darstellt, durch welches Druck aufgebaut werden kann und kein „Nichts“ ist. Sie beschreiben darüberhinaus die Abhängigkeiten zwischen Druck und Volumen von Gasen und Flüssigkeiten. Weiterhin wird verdeutlicht, dass für den Wechsel eines Stoffs vom flüssigen in den gasförmigen Zustand (Verdampfung) Wärme benötigt wird. Diese Wärme wird der Umgebung entzogen und ist den SchülerInnen als Verdunstungskälte bekannt. Aufgrund des hohen kreativen Charakters und der guten Verdeutlichung fundamentaler chemischer und physikalischer Zusammenhänge eignet sich das Thema sehr gut für eine 5. und 6. Klassenstufe.

Die Versuchsreihe umfasst zwei Versuche zur Luftdruckmessung (Luftballonbarometer, ist Luft nichts?), einen Versuch zur Temperaturmessung (Bau des Thermometers) und zwei Versuche zur Luftfeuchtigkeitsmessung (Haarhygrometer, Psychrometer).

Die exakte Einordnung des Themas in das Kerncurriculum sowohl innerhalb der Physik als auch der Chemie fällt nicht leicht. Es werden keine konkreten Bezüge zu Teilchenmodellen und Stoffeigenschaften hergestellt, dennoch kann eine schwache Verbindung mit dem Basiskonzept Stoff - Teilchen hergestellt werden. Diese beruht auf dem direkten Vergleich des Verhaltens unterschiedlicher Flüssigkeiten bei bestimmten Temperaturen. Es kann zumindest verdeutlicht werden, dass die Ausdehnung der Volumina verschiedener Flüssigkeiten bei identischer Temperatur unterschiedlich verläuft, so erfährt Ethanol eine größere Volumenausdehnung als Wasser bei identischer Temperatur. Somit gilt für das Basiskonzept Stoff- Teilchen 3.3.1, dass SchülerInnen Stoffe anhand messbarer Eigenschaften unterscheiden können (Bereich Fachwissen). Für die Bereiche Erkenntnisgewinnung und Kommunikation können hier das sachgemäße Experimentieren nach Anleitung, gegebenenfalls das Planen einfacher Experimente (EG), sowie die Protokollierung einfacher Experimente herangezogen werden. Es kommt trotz einfacher Versuchsdurchführung auf eine exakte Arbeitsweise an.

Bei den Experimenten kann der Bau eines Thermometers sowohl als Lehrerversuch zur Demonstration als auch als Schülerversuch verwendet werden. Letzteres Konzept ist jedoch sinnvoller, da der Aufbau mit Haushaltsmitteln ohne Verwendung von gefährlichen Chemikalien

durchgeführt werden kann. Die SchülerInnen können aktiv am Unterrichtsgeschehen teilnehmen und dieses gestalten.

## 2 Relevanz des Themas für SuS der 5. und 6. Klasse und didaktische Reduktion

Mit dieser Versuchsreihe soll verdeutlicht werden, dass Alltagsphänomene wie Verdunstungskälte und Temperatur-Volumenbeziehung von Flüssigkeiten die Grundlage von technischen Anwendungen darstellen. Alle SchülerInnen kommen mit einfachen meteorologischen Messgeräten wie Thermometer in Berührung, ebenso wie mit den zugrunde liegenden Prinzipien (Verdunstungskälte beim Frieren nach dem Duschen oder der starken Ausdehnung von Flüssigkeiten bei einer überkochenden Flüssigkeit in einem Kochtopf). Die Geräte lassen sich aus einfachen Materialien „basteln“, was die Motivation der SchülerInnen möglicherweise fördert. Es müssen zudem keine gefährlichen Chemikalien verwendet werden und die SchülerInnen benötigen kein chemisches oder physikalisches Vorwissen.

Als didaktische Reduktion werden nur die Grundprinzipien der Versuche behandelt, womit die Ausdehnung von Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen, Luftdruck und Verdunstungskälte gemeint ist. Es wird nicht tiefgehender in die physikalische Chemie oder intramolekulare Kräfte eingetaucht.

## 3 Lehrerversuch – Bau eines Thermometer

In diesem Versuch soll die Volumenvergrößerung einer Flüssigkeit in Abhängigkeit der Temperatur soll verdeutlicht werden. Zudem kann die Unterschiedlichkeit der Volumenvergrößerung von verschiedenen Flüssigkeiten demonstriert werden.

Gefahrenstoffe								
Ethylenglykol			H: 302-373			P: 210-302+352		
Ethanol			H: 225			P: 210		
Methylenblau			H: 302-315-319-335			261-305+351+338		
								

---

Materialien: Heizplatte, Stativ, 2 Klemmen, 100 ml Rundkolben, Thermometer, Wasserbad, Stopfen mit Loch, Glaskapillare, Stift

Chemikalien: demineralisiertes Wasser, Methylenblau (besser: Tinte), Ethylenglykol, Ethanol, Eis

Durchführung: Der Rundkolben wird bis zum oberen Rand mit einer der Untersuchungsflüssigkeiten gefüllt. Diese wird vorher durch Zugabe einer Spatelspitze Methylenblau bzw. wenigen Tropfen Tinte gefärbt. Der Stopfen wird mit der Glaskapillare durchstoßen und so auf den Kolben gesetzt, dass die Flüssigkeit unter Druck steht und ca. 1 cm in die Glaskapillare ausweicht. Der Kolben wird nun so befestigt, dass er in ein Eisbad hineintaucht, welches auf der Heizplatte (noch nicht anstellen!) steht. Die Temperatur des Eisbades wird notiert und der Pegelstand in der Kapillare wird willkürlich auf diese Temperatur festgelegt. Nun wird langsam Wärme zugeführt und die Pegelstände werden bei den jeweiligen Temperaturen notiert.

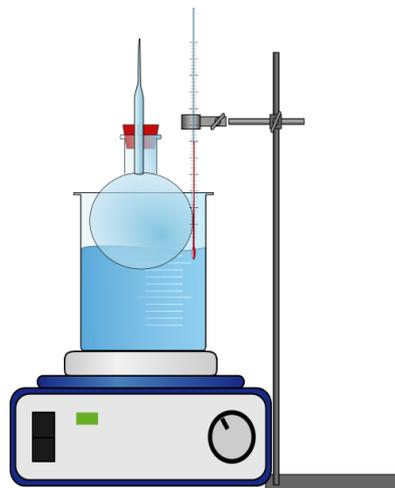


Abb.1 Aufbau des Thermometers

Beobachtung: Mit steigender Temperatur steigen auch die Pegelstände der einzelnen Flüssigkeiten. Ethanol steigt hierbei am schnellsten (ca. 1cm pro Grad Celsius), gefolgt von Ethylenglykol (5-10 mm pro Grad Celsius), am langsamsten steigt Wasser (ca. 1-5 mm pro ein Grad Celsius).

- 
- Deutung: Da Wasser eine stärkere Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen und somit stärkere intramolekulare Bindungskräfte aufweist, ist hier die Volumenausdehnung am geringsten. Auf dieser Basis kann der Versuch in der 5. und 6. Klasse noch nicht begründet werden, hier wird lediglich die unterschiedliche Charakterisierung von Flüssigkeiten aufgrund verschiedener Temperaturen als Quintessenz betrachtet.
- Entsorgung: Die Flüssigkeiten können im Abfluss entsorgt werden.
- Literatur: Hecker, J. (2010). *Der Kinder BROCKHAUS Experimente Den Naturwissenschaften auf der Spur*. Gütersloh: F.A. Brockhaus. S 148

Der Versuch kann auch als Basis für weiterführende Konzepte wie intramolekulare Kräfte (Wasserstoffbrückenbindungen) oder Siedepunktsbestimmungen in höheren Klassenstufen herangezogen werden. Es lässt sich aus dem unterschiedlichen Verhalten der Flüssigkeiten ein problemorientierter Unterricht entwickeln. Für die Konzipierung als Schülerversuch können alternativ Plastikflaschen, Strohhalm und Knete für das Thermometergefäß verwendet werden, sowie Ethylenglykol durch eine ungiftigere beliebige Flüssigkeit ersetzt werden (Bsp. NaCl Lösung).

#### 4 Schülerversuch – Prinzip eines Psychrometers

Moderne Luftfeuchtemesser funktionieren auf der Grundlage von Temperaturdifferenzen, die sich zwischen einem Außenthermometer, welches die tatsächliche Umgebungstemperatur misst und einem Referenzthermometer, welches die Temperatur eines Verdunstungsprozesses misst ergeben. Dieses Grundprinzip kann anhand eines einfachen Versuchsaufbaus verdeutlicht werden, auch wenn die tatsächliche Bestimmung der Luftfeuchte nur über den bei der Verdunstung entstehenden Dampfdruck bestimmt werden kann. Entscheidend ist, dass die SuS verstehen, dass Flüssigkeiten Energie bzw. Wärme benötigen, um zu verdunsten. Diese Wärme wird der Umgebung entzogen, was zu einer Abkühlung führt.

Es werden keine Gefahrstoffe verwendet.

Materialien: Stativ, 2 Klemmen, 2 Thermometer, Porzellantiegel, Watte

---

Chemikalien: demineralisiertes Wasser

Durchführung: An einem Stativ werden über Klemmen 2 Thermometer befestigt. Ein Porzellantiegel bzw. ein beliebiges offenes Gefäß wird mit Watte gefüllt, welche in Wasser aufgeweicht wird. Eines der Thermometer wird nun mit der Spitze in der feuchten Watte positioniert.

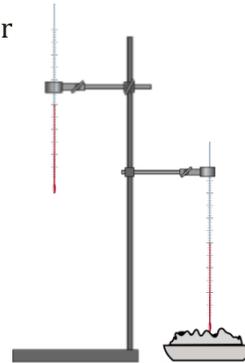


Abb.2: Prinzip eines Psychrometers

Beobachtung: Das Thermometer, welches in die durchnässte Watte ragt, weist eine um ca. 4°C niedrigere Temperatur auf, als das Thermometer, welches die Aussentemperatur misst.

Deutung: Auf dem Niveau der 5. und 6. Klasse kann der Versuch so gedeutet werden, dass ein messbarer Effekt entsteht, wenn Wasser vom flüssigen Zustand in der Watte in den gasförmigen Zustand ausserhalb der Watte übergeht. Dieser Effekt kann als Temperaturdifferenz zwischen der Raumtemperatur und der Temperatur in der feuchten Watte gemessen werden. Die Temperatur an der Watte ist geringer als die Raumtemperatur, es entsteht ein Abkühlungseffekt. Die Quintessenz ist, dass Flüssigkeiten der Umgebung Wärme entziehen, wenn sie in den gasförmigen Zustand übergehen, also verdampfen. So entsteht die Luftfeuchtigkeit. Auf höherem Niveau kann die relative Luftfeuchtigkeit aus dem Verhältnis zwischen dem Dampfdruck des verdunstenden Wassers und der maximal möglichen Luftfeuchtigkeit, die bei der gemessenen Aussentemperatur möglich ist, verstanden werden.

Der Dampfdruck der verdunstenden Flüssigkeit ergibt sich nach folgender Berechnung:

(Nur mithilfe eines Grundwissens der physikalischen Chemie diskutierbar).

$$e = E_f - \gamma \cdot \Delta T$$

e: Dampfdruck bei der Verdunstungskälte

---

E: Sättigungsdampfdruck

Y: Psychrometerkonstante: (0,67 hPa bei Wasser)

$\Delta T$ : Temperaturdifferenz

Anhand einer Tabelle, die aufgrund obiger Formel erstellt wurde, lassen sich die Luftfeuchtigkeiten bei gegebenen Aussentemperaturen bestimmen (s.Anhang).

Entsorgung: Der Wattebausch kann im regulären Abfallbehälter entsorgt werden.

Literatur: Peter Finger, [www.holzwurm-page.de/technik/trocknen/psychrometer.htm](http://www.holzwurm-page.de/technik/trocknen/psychrometer.htm), 2002-2014 (zuletzt aufgerufen am 06.08.2014)

## Arbeitsblatt zum Thema „Einfache Messinstrumente“

Das Flüssigkeitsthermometer dient zur Messung der Temperatur, welche in der Einheit Grad Celsius gemessen wird.

Materialien: Heizplatte, Stativ, Klemmen, Plastikflasche (mit Loch im Deckel für Strohhalm), Thermometer, Wasserbad, Strohhalm, Stifte, Klebeband

Chemikalien: demineralisiertes Wasser, Methylenblau (besser: Tinte), 0,1 m NaCl Lösung (steht aus), 70% Ethanol.

Durchführung: Der Versuch wird wie folgt aufgebaut:

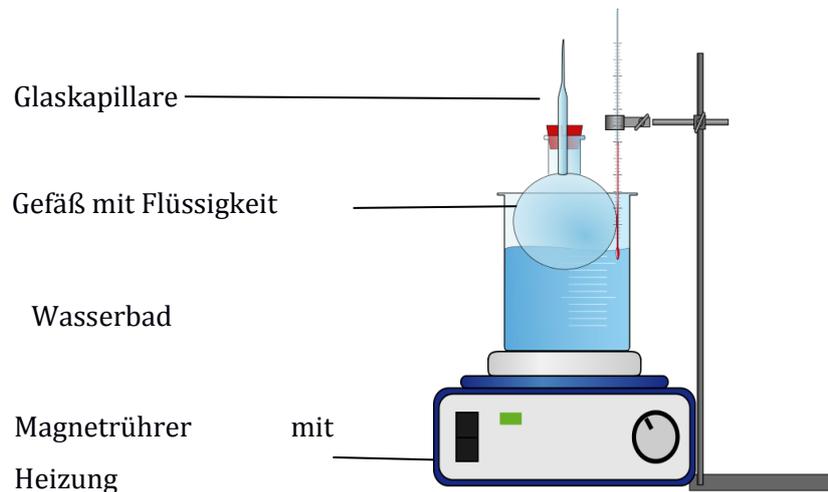


Abb.3 Versuchsaufbau des Thermometers

Das Wasserbad wird ca. bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt, der Rundkolben mit einer der drei Flüssigkeiten die mit Tinte angefärbt werden. Wichtig hierbei ist, dass die Flüssigkeit bis oben eingefüllt wird, sodass diese beim Zuschrauben und Abdichten in den Strohhalm zieht. Markiere nun auf dem Strohhalm den Pegelstand und messe die dazugehörige Temperatur des Wasserbades. Erhöhe nun die Temperatur an der Heizplatte bis das Thermometer des Wasserbades 40°C anzeigt und markiere genau die Pegelstände auf dem Strohhalm in 2°C Schritten. Führe die Prozedur mit allen Flüssigkeiten durch und verwende für jede Flüssigkeit einen anderen Stift.



## Aufgaben:

1. Beschreibe das grundlegende Prinzip eines Flüssigkeitsthermometers.
2. Vergleiche das Verhalten der Flüssigkeiten miteinander. Welche der drei Flüssigkeiten würdest du am ehesten für ein Thermometer verwenden?
3. Stelle Vermutungen auf, wie Flüssigkeiten sich verhalten, wenn sie dauerhaft erhitzt werden. Denke dabei an einen geschlossenen Kochtopf mit Deckel, in dem Wasser erhitzt wird. Der Deckel fängt nach einiger Zeit an zu vibrieren.

## 5 Didaktischer Kommentar

In dem Arbeitsblatt wird der Aufbau des Thermometers fokussiert und anhand einer Versuchsabbildung dargestellt. Diese Abbildung wird durch die Lehrkraft ergänzend erklärt und auf dem Pult vorgeführt, da davon ausgegangen wird, dass die SchülerInnen noch keine Experimentiererfahrung besitzen. Der Versuch eignet sich wie bereits erwähnt gut, um die Beziehung zwischen Temperatur und Volumenänderung am Beispiel von Flüssigkeiten experimentell darzustellen. Die SchülerInnen erkennen anhand ihrer Beobachtungen diesen Zusammenhang und beschreiben damit die Funktion des Flüssigkeitsthermometers. Nach der Durchführung bietet sich eine Zwischensicherung zur Klärung des Zusammenhangs an. Weiterhin erkennen sie, dass unterschiedliche Flüssigkeiten unterschiedliche Volumina haben. Somit können Flüssigkeiten anhand von Volumenänderungen unterschieden werden. Aufgrunddessen bewerten die SchülerInnen Flüssigkeiten für bestimmte Anwendungsbereiche. Der Versuch weist zudem eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit auf und ist leicht durchzuführen. Die SchülerInnen können anhand ihrer Beobachtungen und anhand ihrer Alltagserfahrungen das Verhalten von Flüssigkeiten bei andauernder Erwärmung vorhersagen. Es kann so eine Brücke zu den Aggregatzuständen vorhersagen. Weiterhin soll das Experimentieren in Kleingruppen (2 bis 3 SchülerInnen) geübt werden. Es kommt bei diesem Versuch auf eine exakte Arbeitsweise an, da ansonsten keine Eichung des selbst gebauten Thermometers vorgenommen und keine Vergleiche zwischen den Flüssigkeiten gezogen werden können. Dies ist insbesondere für die Aufgabe 2 erforderlich.

Das Arbeitsblatt weist auf Unterstützung der Lehrkraft bei der Handhabung von Stoffen mit Gefahrenpotential hin, da 70% iger Ethanol sicherheitshalber von der Lehrkraft an die Lernenden verteilt wird. Anschließend dürfen die SuS ihre Messungen damit erstellen.

Das Arbeitsblatt berücksichtigt neben der reinen Betrachtung von Temperatur-Volumenbeziehungen auch den Vergleich dieses Zusammenhangs zwischen mehreren Flüssigkeiten. Dies gipfelt darin, dass die SuS erste Vermutungen anstellen sollen, bei denen sie die für sie plausiblen Ursachen aufzählen, weshalb eine Flüssigkeit bei identischer Temperatur eine größere Volumenausdehnung erfährt, als eine andere. In der letzten Aufgabe ist nach den möglichen Konsequenzen gefragt, wenn eine Flüssigkeit dauerhaft erhitzt wird. Diese Aufgabe wird aufgrund des Kenntnisstandes der SchülerInnen nicht bewertet und dient eher der intensiven Auseinandersetzung mit dem Thema. Zudem erhält die Lehrkraft eine Rückmeldung über die Vorstellungen der Lernenden.

## 5.1 Erwartungshorizont Kerncurriculum:

Die Thematik kann schwer einem Basiskonzept zugeordnet werden. Am ehesten trifft der Bereich Stoff-Teilchen zu, da die SuS Stoffe anhand messbarer Eigenschaft unterscheiden müssen. Für die prozessbezogenen Kompetenzen gilt: Die SchülerInnen experimentieren sachgerecht nach Anleitung. Sie beschreiben und beobachten sorgfältig. Für den Bereich Kommunikation gilt, dass die SchülerInnen protokollieren einfache Experimente.

Aufgabe 1 entspricht dem Anforderungsbereich 1, da die Funktion des Flüssigkeitsthermometers beschrieben werden muss. Der geförderte Kompetenzbereich ist hier das Fachwissen, da der Zusammenhang zwischen Temperatur und Volumenvergrößerung beschrieben wird.

Aufgabe 2 entspricht dem Anforderungsbereich 2, da die SuS das erlernte Wissen über die Temperatur-Volumenbeziehung von verschiedenen Flüssigkeiten auf die Anwendung für das Thermometer beschreiben müssen. Die SuS müssen zur Beantwortung der Frage ein einfaches Experiment protokolliert haben (Kommunikation).

Aufgabe 3 entspricht dem Anforderungsbereich 3, da die SuS ein Alltagsphänomen mit ihren experimentellen Beobachtungen versuchen zu deuten und hierzu Vermutungen aufstellen müssen. Der hier am ehesten geförderte Kompetenzbereich ist die Erkenntnisgewinnung, da die SuS einfache Fragestellungen erkennen und entwickeln können, die mit Hilfe der Chemie bearbeitet werden können.

## 5.2 Erwartungshorizont inhaltlich:

Aufgabe 1: Die SchülerInnen beschreiben, dass ein Flüssigkeitsthermometer durch die Ausdehnung einer darin befindlichen Flüssigkeit funktioniert. Die Ausdehnung hängt von der Temperatur ab. Steigt die Temperatur, steigt auch der Flüssigkeitspegel, sinkt die Temperatur sinkt der Flüssigkeitspegel.

Aufgabe 2: Anhand der Beobachtungen können die SchülerInnen erkennen, dass Wasser die geringste Volumenerhöhung, Ethanol hingegen die größte Volumenausdehnung aufweist. Die „ideale“ Flüssigkeit sollte eine erkennbare, aber nicht zu große Ausdehnung pro °C Temperaturanstieg aufweisen, da das Gerät sonst eine sehr große Skala aufweisen würde. Somit wäre die NaCl Lösung die ideale Wahl.

Aufgabe 3: Die SchülerInnen stellen die Vermutung auf, dass Flüssigkeiten bei weiterer Erwärmung von einem flüssigen in einen gasförmigen Zustand wechseln.