

## **I Hinweise zum Einsatz der Aufgabenserien zur Wärmeübertragung**

(Version für Hauptschulen)

Die Aufgabenkarten sind als Word- und pdf-Dokument verfügbar. Die Word-Dokumente können genutzt werden, um Veränderungen an den Aufgabentexten vorzunehmen (z.B. weil andere Materialien genutzt werden müssen, um Aufgaben zu ergänzen usw.). Da die Bearbeitung der Aufgabenserien in Gruppenarbeit erfolgt, erhält jede Gruppe (für jede Serie) einen Satz von Aufgabenkarten sowie eine Materialkiste mit dem dazugehörigen Experimentiermaterial.

### **Ausdrucken und Zusammenstellen der Aufgabenkarten**

Obwohl die Seitengröße der einzelnen Karten DIN-A4 beträgt, ist die Schriftgröße auf den Karten so ausgelegt, dass immer zwei Karten auf eine DIN-A4-Seite ausgedruckt werden sollten. Um Papier zu sparen, können zur Not auch vier Karten auf eine DIN-A4-Seite gedruckt werden. Der Ausdruck von zwei (bzw. vier) Karten pro DIN-A4-Seite erfolgt über die „Mehrere-Seiten-pro-Blatt-Funktion“ in den Druckeinstellungen. Anschließend müssen die Karten noch geschnitten und in die richtige Reihenfolge sortiert werden (dies nimmt ein gewisse Zeitdauer ein!). Das Schneiden und Sortieren der Karten entfällt, wenn der Ausdruck auf DIN-A5-Papier erfolgt (also eine Karte pro Blatt).

Karten, auf denen keine Messwerte oder Beobachtungen notiert werden sollen, können wieder verwendet werden. Es müssen dann nur solche Karten erneut ausgedruckt werden, auf denen etwas aufgeschrieben werden soll. Alternativ können die Karten laminiert werden und Stellen, an denen etwas aufgeschrieben werden soll, mit beschreibbaren Klebestreifen versehen werden. Die Klebestreifen können nach Benutzung durch neue ersetzt werden.

### **Zusammenstellen der Experimentiermaterialien**

Die Materialkisten enthalten immer einen „Basissatz“ von Gegenständen, der für alle Serien gleich ist, und einige weitere Gegenstände, die nur für bestimmte Serien erforderlich sind (s. Tab. 1). Zusätzlich ist der Einsatz einer sog. „Ablagekiste“ zu empfehlen, in die Schüler erwärmte bzw. abgekühlte Gegenstände hineinlegen können. Dadurch wird verhindert, dass beim Zurücklegen von erwärmten bzw. abgekühlten Gegenständen in die Materialkiste die Temperatur noch nicht benutzter Gegenstände verändert wird. Alternativ kann auch eine auf dem Tisch speziell markierte „Ablagefläche“ genutzt werden (z.B. durch Ausbreitung eines Handtuchs oder Papiertuchs).

Vor dem Einsatz müssen außerdem einmalig einige Gegenstände besonders vorbereitet werden:

- Modifizierte Gel-Packs mit gleichmäßig dicker Gel-Verteilung (s. Tab. 1, Serien 1-3)
- Jeweils ein Klotz aus Holz, Styropor, Aluminium, Stein mit einer Halbbohrung für die Aufnahme eines Flüssigkeitsthermometers (s. Tab. 1, Serie 2)

## Einsatz der Aufgabenserien im Unterricht

Es wird folgende Verteilung der Serien auf Unterrichtsstunden (á 45min) vorgeschlagen:

Stunde	Serie	Inhaltlicher Schwerpunkt
1.	1	Wärmeempfinden
	2	Temperatenausgleich [Bearbeitung der ganzen Serie zeitlich knapp]
2.	3	[evtl. Forts. Temperaturanpassung]
		Wärmeübertragungen

Darüber hinaus wird empfohlen, nach jeder Serie eine kurze Sicherungsphase in den Unterricht zu integrieren, um zu ermitteln, ob von den Schülern tatsächlich die in den Serien zuvor angestrebten Beobachtungen gemacht und damit die angestrebten fachlichen Erkenntnisse überhaupt entdeckt wurden. Da die Gruppen für die Bearbeitung einer Aufgabenserie in der Regel unterschiedlich lange brauchen, muss für schnelle Gruppen an Zusatzaufgaben gedacht werden. Am Ende der Serie 2 kann z.B. die letzte Aufgabenkarte 2.14 als Zusatzaufgabe benutzt werden, indem diese erst dann ausgegeben wird, wenn eine Gruppe fertig ist.

Die Aufgabenserien wurden im Rahmen einer Hausarbeit für die Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen mit Schülerinnen und Schülern der Hauptschule (Klasse 9) erprobt (Linxweiler, 2006). Erfahrungen aus der Erprobung werden in einem Artikel der Zeitschrift „Naturwissenschaften im Unterricht – Physik“ berichtet (Rogge & Linxweiler, 2008).

Über Rückmeldungen zum Einsatz des Materials sowie über Hinweise zur Optimierung würden wir uns sehr freuen.

Ansprechpartner: Christian Rogge, E-Mail: [christian.rogge@didaktik.physik.uni-giessen.de](mailto:christian.rogge@didaktik.physik.uni-giessen.de)  
Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Didaktik der Physik

## Literatur

Linxweiler, U. (2006). *Handlungs-, Denk- und Lernprozesse von Schülern der Hauptschule zum Themenfeld Wärmeübertragung*. Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen. Leibniz Universität Hannover.

Rogge, C. & Linxweiler, U. (2008). Der ist doch voll viel kälter! Wärmeempfinden, der Nullte Hauptsatz der Wärmelehre und erste Aspekte der Wärmeübertragung. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 19, Heft 108, .

## II Materialliste

### Wichtige Vorbemerkungen:

- Wesentlicher Bestandteil der Versuchsmaterialien sind sog. Oberflächenthermometer, die einen speziellen Messfühler für die Bestimmung der Temperatur von Oberflächen besitzen. Der Umfang der messbaren Oberflächen unterscheidet sich von der Art des Oberflächenfühlers: Ideal geeignet sind „flexible“ Messfühler, mit denen die Temperatur von beliebigen, insbesondere unebenen bzw. rauen Oberflächen gemessen werden kann, z.B. „Testo Oberflächenthermometer mit Kreuzbandfühler 905-T2“ (ca. 75 EUR bei Conrad). Alternativ dazu gibt es „starre“ Messfühler für plane Oberflächen, z.B. „Voltcraft Oberflächen-Thermostick DOT 150“ (ca. 15 EUR bei Conrad). Letztere haben jedoch den Nachteil, dass Temperaturen nur an glatten und ebenen Stellen von Gegenständen zuverlässig gemessen werden können. **Für den Einsatz der Aufgabenserien wird vorausgesetzt, dass Oberflächenthermometer mit flexiblen Messfühler zur Verfügung stehen.** Falls Oberflächenthermometer für ausschließlich plane Oberflächen eingesetzt werden sollen, muss das Lernmaterial dementsprechend angepasst werden.
- Es muss darauf geachtet werden, dass die Gegenstände in den Materialkisten alle ungefähr die gleiche Temperatur haben ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ). Daher müssen die Materialkisten einen Tag vor dem Unterricht in den jeweiligen Raum bzw. Sammlung gestellt werden. Räume mit starken Temperaturschwankungen im Tagesverlauf sollten vermieden werden. Außerdem darf die Temperatur des Raumes sowie der Gegenstände nicht höher als ca.  $26^\circ\text{C}$  sein, sonst ergibt sich ein verändertes Wärmeempfinden der Gegenstände.

Serie(n)	Material	Bild
1-3	<p><i>je Gruppe:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Materialkiste für das Material</li> <li>• 1 „Ablagekiste“ für benutzte (d.h. erwärmte/abgekühlte) Gegenstände [oder ein Handtuch/Papiertuch für die Markierung einer „Ablagefläche“]</li> <li>• 1 Digitalthermometer mit Oberflächenfühler (mit flexiblem Messfühler für „beliebige“ Oberflächen, s.o.)</li> <li>• 2 Digitalthermometer mit Einstechfühler (notfalls auch Flüssigkeitsthermometer)</li> <li>• 1 Stoppuhr, 1 Kurzzeitwecker (Eieruhr)</li> <li>• 2 Bechergläser (Größe: 250-500ml)</li> <li>• 1-3 Scheren mit Plastikgriff</li> <li>• Mind. 5 Plastikmesser und 5 Plastiklöffel</li> <li>• 1 Holzlöffel, 2 Edelstahlöffel, ggfs. 1 Porzellanlöffel</li> <li>• Stäbe (Länge: 15-20cm, Dicke: ca. 7-10mm) aus Holz, Plastik (mind. 2x), Glas, Aluminium (mind. 2x), Stahl (mind. 4x), Kupfer, Messing</li> <li>• Je ein Klotz (Kantenlänge: z.B. ca. 4cm) aus Stahl, Holz, Aluminium, Messing, Styropor, Plastik, Granit</li> <li>• 1 Gel-Pack (Kalt-Warm-Kompresse, Größe z.B. ca. 10x10cm, Dicke: ca. 1cm, mit möglichst gleichmäßig dicker Gel-Verteilung, ggfs. das gesamte Gel auf eine Seite der Grundfläche des Gel-Packs drücken und das Gel-Pack mithilfe eines Folienschweißgerätes auf ein kleineres Format „verschweißen“)</li> <li>• Alufolie, Zeitungspapier, Frottee-Handtuch (Baumwolle), Stück Wolltuch</li> <li>• 1 Handtuch zum Trockenwischen von nassen Gegenständen usw.</li> </ul> <p><i>für den Lehrer:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• möglichst 2-3 Wasserkocher für die Erhitzung von Wasser (bei einem Wasserkocher, muss mehrmals hintereinander erhitzt werden)</li> </ul>	 

Serie(n)	Material	Bild
2	<p><u>zusätzlich für den Lehrer:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Isolierkannen mit heißem Wasser (70-80°C, möglichst nicht kälter, da Effekte sonst nicht so gut beobachtbar)</li> <li>• 1 Isolierkanne mit Eiswasser</li> <li>• 1 thermoelektrische Kühlbox, die möglichst einen Tag vor dem Unterricht eingeschaltet wird und folgende Gegenstände enthält: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Je ein Klotz (Kantenlänge: ca. 4cm) aus z.B. Aluminium, Stein, Styropor und Holz mit Halbbohrung für Einsatz eines Flüssigkeits- oder Digitalthermometers</li> <li>– Flüssigkeits- oder Digitalthermometer zum Einsetzen in die Bohrungen (am besten zusätzlich an den Klötzen fixieren)</li> <li>– 1 auf dem Boden der Kühlbox liegendes Thermometer, Plastikmesser (für jede Schülergruppe mindestens eins)</li> </ul> </li> </ul>	
3	<p><u>zusätzlich je Gruppe:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Gefäß (Isoliergefäß oder Becherglas, ca. 300-500ml) mit der Beschriftung „A“</li> <li>• 1 Isolierkanne mit heißem Wasser (70-80°C)</li> </ul>	

Tab. 1: Für die verschiedenen Aufgabenserien benötigtes Material