



### Liebe Leserinnen und Leser,

eigentlich braucht es gar keine vielen Worte zur Einleitung eines solchen Heftes, wie Sie es gerade in der Hand halten. Tauchen Begriffe wie Experimentieren oder experimentelles Praktikum im Titel eines Heftes auf, verführt dies fast automatisch zum Weiterlesen. Experimente und Experimentieren sind unbestritten fester und beliebter Bestandteil des Physikunterrichts, streiten lässt sich vielmehr über die Auswahl der Experimente oder die Einbettung der Experimente in den Unterricht.

In diesem Heft wird der Fokus auf physikalische Schülerexperimente in Form von Praktika in der Schule gelegt, wobei es um „traditionelle“ Praktika und um praktikumsähnliche Lernumgebungen geht. In letzteren spielen Experimentierkisten eine große Rolle. Sie finden in den einzelnen Artikeln in der Praxis erprobte Beispiele für die Sekundarstufe I und II. Die Besonderheit liegt dabei in der Breite des angebotenen Spektrums an verschiedenen Praktikaformen.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen dieses Doppelheftes und hoffen, dass Ihnen die Vorschläge als passende Anreize für Ihren eigenen Unterricht dienen.

Ihr  
und Ihr

### BASISARTIKEL

Gunnar Friege und Maximilian Barth <b>Praktika in der Schule</b> Orientierung in der Vielfalt möglicher Praktikumskonzepte	4
<b>UNTERRICHTSPRAXIS</b>	
Henning Rode <b>Ein zeitgemäßes physikalisches Schulpraktikum</b> Informationen zu Leitideen und zur Umsetzung	10
Ralph Hepp <b>Praktikumstraditionen neu interpretiert</b> Konzeption, Durchführung und Ergebnisse eines Experimental-Praktikums	18
Michael Barth <b>Experimentell, fachmethodisch und kommunikativ</b> Anregungen für ein prozessbezogenes Praktikum	26
Rüdiger Scholz <b>Schülerpraktika an der Universität</b> Einblicke in wissenschaftliches Arbeiten gewinnen	34
Alexander Schäfer et al. <b>Medizintechnik</b> Fächerübergreifende Praktikumsphasen und projektartige Forschungsarbeiten	41
Holger Zurborg <b>Experimentelle Fähigkeiten schrittweise aufbauen</b> Einsatz von Schülerübungskästen zur Mechanik in Klasse 10	46
Andreas Koepsell <b>Der Transistor in der Digitaltechnik</b> Ein praktikumsartiger Unterrichtsgang zum Themengebiet „Neue Medien“ in einem 10. Jahrgang einer Integrierten Gesamtschule	52
Gunnar Friege und Maximilian Barth <b>Experimentelle Aufgaben in der Sekundarstufe II</b> Vom dezentralen Abitur zum Zentralabitur	60
Maximilian Barth und Gunnar Friege <b>Lehren und Lernen mit Experimentierkisten</b> Interviews aus der Schulpraxis	66

### MAGAZIN

ANREGUNGEN	Maximilian Barth und Ute Schlobinski-Voigt <b>Absorptionsmessungen am Farbstoffmolekül <math>\beta</math>-Carotin</b> Eine Anwendung des eindimensionalen Potentialtopfs	70
INFORMATIONEN	Gunnar Friege <b>Experimentierkisten für den Physikunterricht</b>	76
INFORMATIONEN	Michael Barth Geschichten über die Geschichte der Physik <b>Maxwells ABC</b>	78
AUFGABEN	Jochen Kuhn, Patrik Vogt und Christina Menges <b>Eine haarige Angelegenheit</b>	80
VERSUCHSKARTEI	Michael Barth <b>Das magnetische Feld einer Spule (LEYBOLD)</b> <b>Gilt der Energieerhaltungssatz nicht mehr?</b>	83 83

Impressum 85

Kurzfassungen und Jahresregister

unter: [www.unterricht-physik.de](http://www.unterricht-physik.de)

## Haarige Angelegenheit

Manjit Singh zog zum GUINNESS WORLD RECORDS TAG in London (Großbritannien) einen 8 t schweren Doppeldecker-Bus mit den Haaren 21,2 m weit (Guinness World Records 2011, S. 18).

Mit der folgenden Aufgabe soll geklärt werden, ob Kopfhaare wirklich so belastbar sind und Manjit Singh den Rekord regelgerecht aufstellen konnte. Oder hat die Guinness-Rekord-Jury vielleicht doch einen Trick des Rekordaufstellers übersehen?



© picture alliance/dpa/Andy Rain

1. **Welche Kräfte wirken beim Ziehen des Busses?**  
**Fertigt dazu eine Skizze mit Kraftpfeilen an und erläutere ihre Wirkungen.**  
 → Ihr könnt **Hilfe 1A–C** nutzen, wenn ihr nicht weiterkommt!
2. **Erkläre das Zustandekommen der Kräfte mithilfe des dritten newtonschen Axioms.**  
 → Ihr könnt **Hilfe 2A–B** nutzen, wenn ihr nicht weiterkommt!
3. **Erkläre, wie es möglich ist, dass ein – im Verhältnis zum Bus – kleiner und leichter Mensch einen so großen und schweren Bus ziehen kann.**
4. **Ermittle rechnerisch, ob Manjit Singh den Bus wirklich mit den Kopfhaaren ziehen konnte.**
  - Recherchiere die durchschnittliche Haaranzahl eines Menschen, die Zugkraft eines einzelnen Haars sowie den Reibungskoeffizienten von Autoreifen auf Asphalt (andere Reibungskräfte, z. B. in den Radlagern, sollen vernachlässigt werden).
  - Schätze aus dem Bild den Winkel ab, unter dem das Seil an Manjit Singhs Haaren zur Horizontalen verläuft.
 → Ihr könnt **Hilfe 4A–F** nutzen, wenn ihr nicht weiterkommt!
5. **Ermittle experimentell die maximale Belastbarkeit eurer eigenen Haare mit einem Experiment und überprüfe, ob auch eure Haare der Belastung standhalten würden.**
  - Notiere das erforderliche Material, die Versuchsskizze sowie die Auswertung und diskutiere, wieso mit der Anordnung die maximale Belastbarkeit ermittelt wird.
  - Gehe davon aus, dass ihr die gleiche Haaranzahl hättet wie der Guinness-Rekordhalter.
 → Ihr könnt **Hilfe 5** nutzen, wenn ihr nicht weiterkommt!
6. **Diskutiere folgende Frage:**  
 „Ist es gefährlich, die Kopfhaare unter hohen Belastungen zu setzen?“  
**Notiere einzelne Stichpunkte.**
7. **Formuliere und begründe eine Vermutung dazu, ob Manjit Singh den Bus auch bei Glatteis hätte ziehen können.**  
 → Ihr könnt **Hilfe 7** nutzen, wenn ihr nicht weiterkommt!

## Lösungen zur Aufgabe „Haarige Angelegenheit“

### 1. Aufgabe

Der Bus übt auf die Straße eine Gewichtskraft aus. Die Straße wirkt auf den Bus eine Gegenkraft aus. Manjit Singh wirkt auf den Bus eine Zugkraft aus. Der Bus wirkt auf Manjit Singh eine Gegenkraft aus (Reibungskraft).

### 2. Aufgabe

Kräfte treten nach dem dritten newtonschen Axiom (actio = reactio) immer paarweise auf. Wird von einem Körper A auf einen Körper B eine Kraft ausgeübt, so übt Körper B auf Körper A eine gleich große, aber entgegengerichtete Kraft aus.

### 3. Aufgabe

Der Bus wird in Bewegung gesetzt, sobald die auf ihn von Manjit Singh ausgeübte Kraft größer ist, als die rückwärts gerichtete Reibungskraft. Manjit Singh kann die Kraft nur aufbauen, da die Haftreibung zwischen ihm und der Straße groß genug ist.

### 4. Aufgabe

geg.:

$$m = 8 \text{ t} = 8\,000 \text{ kg}; F_{\text{Haar}} \approx 1 \text{ N [1];}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2; n_{\text{Haare}} = 110\,000 \text{ [2];}$$

$$\mu = 0,9 \text{ [3], } \alpha \approx 25^\circ$$

(mit  $m$ : Masse des Busses,  $F_{\text{Haar}}$ : Belastbarkeit eines Haares,  $g$ : Erdbeschleunigung,  $n_{\text{Haare}}$ : Anzahl der Haare,  $\mu$ : Haftreibungskoeffizient Gummi-Asphalt [trocken])

ges.:

$$F_{\text{Haare}} \geq F_{\text{Zug}}$$

( $F_{\text{Haare}}$ : Belastbarkeit der Haare,  $F_{\text{Zug}}$ : notwendige Kraft, um den Bus zu ziehen)

Lösung:

$$F_{\text{R}} = \mu \cdot F_{\text{G}}$$

$$F_{\text{Zug}} = F_{\text{R}} / \cos \alpha \text{ (mit } \alpha: \text{ Winkel zwischen Horizontalen und Seilrichtung, } F_{\text{R}}: \text{ zu überwindende Haftreibungskraft)}$$

$$F_{\text{G}} = m \cdot g$$

$$F_{\text{Zug}} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \rightarrow F_{\text{Zug}} \approx 78\,000 \text{ N}$$

$$F_{\text{Haare}} = F_{\text{Haar}} \cdot n_{\text{Haare}} \rightarrow F_{\text{Haare}} \approx 110\,000 \text{ N}$$

$$F_{\text{Haare}} > F_{\text{Zug}} \rightarrow 110\,000 \text{ N} > 78\,000 \text{ N}$$

Manjit Singh kann den Bus mit seinen Haaren ziehen, da seine Haare einer Zugkraft von etwa 110 000 N standhalten und nur eine Kraft von ca. 78 000 N nötig ist, um den Bus zu ziehen.

### 5. Aufgabe

Individuelle Lösung.

### 6. Aufgabe

Den Schülerinnen und Schülern sollte bewusst sein, dass man sich sehr stark verletzen kann, wenn auf die Haare eine hohe Kraft ausgeübt wird. Ruckartiges Ziehen an den Haaren kann dazu führen, dass die Kopfhaut mit herausgerissen oder die Halswirbelsäule in starke Mitleidenschaft gezogen wird. In vielen Betrieben herrscht Haarnetzzwang, da die Gefahr einer Skalpierung besteht, wenn Haare in eine Maschine gelangen.

### 7. Aufgabe

Bei Glatteis könnte Manjit Singh den Bus nicht ziehen, da der Reibkoeffizient zwischen dem Eis und den Schuhen von Manjit Singh zu gering wäre; daher könnte er die zum Ziehen des Busses notwendige Kraft nicht aufbringen.

HILFE	1A	HILFE	4A	HILFE	4F
Ein Körper besitzt eine nach unten gerichtete Gewichtskraft.		$\cos \alpha = F_{\text{R}} / F_{\text{Zug}}$		$F_{\text{Haare}} = F_{\text{Haar}} \cdot n_{\text{Haare}}$	
HILFE	1B	HILFE	4B	HILFE	4G
Um einen Körper in Bewegung zu versetzen, ist eine Kraft in Bewegungsrichtung notwendig.		$\alpha \approx 25^\circ$		Manjit Singh besitzt 100 000 Haare, wovon ein Haar eine Zugkraft von 0,6 N hat.	
HILFE	1C	HILFE	4C	HILFE	5
Eine Kraft ruft immer eine Gegenkraft hervor, die in entgegengesetzter Richtung wirkt.		$F_{\text{R}} = \mu \cdot F_{\text{G}}$			
HILFE	2A	HILFE	4D		
Siehe Hilfe 1C.		Der Haftreibungskoeffizient „Gummi auf Asphalt [trocken]“ beträgt 0,9.			
HILFE	2B	HILFE	4E	HILFE	7
actio = reactio		$F_{\text{Haare}} > F_{\text{Zug}}$		Ziehe mittels Kraftmesser einen zunächst ruhenden Gegenstand über unterschiedlich raue Oberflächen.	