

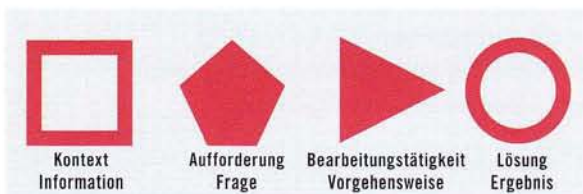
Lutz Stäudel (SINUS Hessen)

Eiskonfekt

Ein Phänomen aufklären



Aufgaben müssen an die Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler angepasst werden. Anhand der Beispielfrage „Warum schmilzt Eiskonfekt kühl im Mund?“ wird gezeigt, wie eine entsprechende Problemlöse-Aufgabe entweder für eine starke Lerngruppe mit maximaler Komplexität formuliert werden kann oder im anderen Extrem, die Aufgabe „nur“ die Konstruktion eines Modellexperiments fordert und sich dabei eng an vorhergegangenen Unterricht anlehnt.



Aufgabenkommentar

(Problemlöse-)Aufgaben sind sehr unterschiedlich in Umfang und Reichweite. Indem der Umfang und die Komplexität der Aufgabe begrenzt oder erweitert werden, zusätzliche Hilfen angeboten werden oder das Problem in mehrere Teilaufgaben zerlegt wird, lassen sich Aufgaben in vielen Fällen auf die Leistungsfähigkeit einer Lerngruppe abstimmen.

In Zeiten von Mars, Snickers und MilkyWay ist Eiskonfekt zwar nicht mehr ganz up-to-date, aber beim Probieren läuft den meisten Schülerinnen und Schülern dennoch buchstäblich das Wasser im Mund zusammen: Eiskonfekt schmilzt kühl im Mund, auch wenn es nicht gerade aus dem Kühlschrank kommt. Aber woher kommt diese Empfindung?

Voraussetzungen zur Aufgabenlösung

Das Phänomen „Kühleffekt von Eiskonfekt“ kann z. B. im Rahmen des Themenbereichs „Wärmeaufnahme und -abgabe bei stofflichen Veränderungen“ behandelt werden. Je nach Jahrgangsstufe (ab Klasse 8) und Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler muss die vorgestellte Aufgabe zur Klärung des Kühleffekts (**Material 1**) zusammen mit den Aufgabenhilfen (**Material 2**) intensiv vorbereitet werden. Wichtige Voraussetzung ist, dass die Lernenden zwischen Wärme(-menge) und Temperatur unterscheiden können.

Ein weiterer Faktor, der die Bearbeitung der Aufgabe beeinflusst, ist die Erfahrung der Schülerinnen und Schüler mit Gruppenarbeit und anderen Formen kooperativen Lernens. Wichtig ist, dass die gestellten Fragen im Bearbeitungshorizont der Lernenden sind, so dass eine erfolgreiche Lösung des Problems stattfinden kann und es somit zu einem positiven Kompetenzerleben kommt.

Eiskonfekt

Eiskonfekt ist eine süße Schokoladenpraline. Lässt man sie auf der Zunge zergehen, empfindet man eine angenehme Kühle im Mund.

Aufgabe

- ▶ Erklärt, wodurch der Kühleffekt des Eiskonfekts verursacht wird.

Hilfen

- ▶ Überzeugt euch vom Kühleffekt beim Verzehr von Eiskonfekt!
- ▶ Findet heraus, welche Mechanismen für diesen Effekt verantwortlich sein könnten! Benutzt dazu die Informationen über die Bestandteile von Eiskonfekt!
- ▶ Entwickelt einen Vorschlag für einen einfachen Demonstrationsversuch, mit dem ihre Vermutung überprüfen könnt.

Die Aufgabe – ein komplexes Problem

Beim Thema „Kühleffekt von Eiskonfekt“ geht es um die Aufklärung eines bekannten Sachverhalts durch die Anwendung geeigneter Erklärungsmuster aus verschiedenen Bereichen der Naturwissenschaften. Die Komplexität der zu diesem Problem formulierbaren Aufgaben kann dabei in weiten Grenzen variieren. Eine sehr umfassende Aufgabenstellung für leistungsstarke Schülergruppen zeigt [Material 1](#).

Zur Lösung der gestellten Aufgabe wird erwartet,

- dass beim Selbstversuch mit Eiskonfekt der Kühleffekt identifiziert wird,
- dass der Kühleffekt mit Wärmeentzug in Zusammenhang gestellt wird,
- dass als mögliche Ursache für den Wärmeentzug stoffliche Veränderungen herangezogen werden, insbesondere Lösungs- und Schmelzvorgänge,
- dass die Schülerinnen und Schüler die Zutatenliste systematisch auswerten und die Hauptbestandteile Kokosfett und Zucker identifizieren,

- dass die Lernenden sich die Eigenschaften von Kokosfett und Zucker aus geeigneten Informationsquellen beschaffen,
- dass sie den niedrigen Schmelzpunkt von Kokosfett (ab 28 °C) als Anlass für die Vermutung benutzen, dass das Schmelzen des Fetts im Mund den kühlenden Effekt hervorruft,
- dass sie sich ggf. auch mit dem Lösen der Zuckerbestandteile im Speichel (bzw. im Wasser) auseinandersetzen,
- dass sie aus ihrer Kenntnis von Temperatur-Zeit-Diagrammen beim Wasser auf eine ähnliche Situation beim Kokosfett schließen
- und dass sie schließlich einen einfachen Modellversuch vorschlagen, den sie eigenständig ausprobieren und anschließend präsentieren oder für den sie eine Anleitung zu seiner Durchführung samt Skizze verfassen.
Als Modellversuche bieten sich an:
- Die Aufnahme einer Temperatur-Zeit-Kurve für Kokosfett bei konstanter Wärmezufuhr zwischen 20 und 40 °C.
- Die Demonstration des Abkühlungseffektes beim Einrühren oder Einhängen einer Fettportion in Wasser von 37 °C.

Warum schmilzt Eiskonfekt kühl im Mund?

Im Unterschied zum Speiseeis rührt die angenehme Empfindung von Kühle beim Eiskonfekt nicht von der Temperatur her. Auch Eiskonfekt von Zimmertemperatur beschert – wenn es auf der Zunge zergeht – eine Art Eisempfinden. Dafür verantwortlich ist der Wärmeentzug, der beim Schmelzen im Mund entsteht. Eiskonfekt besteht hauptsächlich aus Zucker und Kokosfett. Das Lösen von Zucker in Wasser ist eine endotherme Reaktion. Puderzucker auf der Zunge vermittelt den kühlenden Effekt unmittelbar. Kokosfett ist ein Gemisch von Estern verschiedener Fettsäuren und schmilzt ab 28 °C. Angesichts der 37 °C warmen Mundhöhle ist ebenfalls ein deutlicher Wärmeentzugseffekt zu erwarten. Beim Eiskonfekt geht die kühlende Wirkung hauptsächlich vom Kokosfett aus.

Zum Lösen der Aufgabe müssen nahezu alle bekannten Elemente des naturwissenschaftlichen Arbeitens aktiviert und zielgerichtet eingesetzt werden: vom Eingrenzen eines Sachverhalts, Recherchieren nützlicher Daten, Aufstellen von Hypothesen bis hin zur Konstruktion eines Entscheidungsexperiments und dessen kommunikativ gestützter Präsentation.

Nur in Einzelfällen sind Schülerinnen und Schüler – auch solche am Ende der Mittelstufe – in der Lage, diese systematische Entwicklung und Bearbeitung eines Problems ohne strukturierte Hilfen zu lösen. Vorangegangener themenaher

Unterricht sowie eine gewisse Geübtheit im Umgang mit komplexen Aufgabenstellungen stellen gute Voraussetzungen dar. Aber für die meisten Schülergruppen ist die Spanne der Lösungsschritte zu groß. Deswegen ist es sinnvoll, lernstandsabhängig nur Teile des Problems zum Gegenstand einer Aufgabe zu machen.

Reduktion der Aufgabenkomplexität

Eine Möglichkeit, die Komplexität der Aufgabe zu reduzieren, besteht darin, anstelle einer gro-

Wärme, Kälte und die Aggregatzustände

Besonders große Wärmeumsätze treten immer dann auf, wenn ein Stoff seinen Aggregatzustand ändert, also beim Verdampfen oder Verdunsten und beim Schmelzen. Die Verdunstungskälte bzw. -wärme ist mit etwa 2400 kJ pro Liter Wasser so groß, dass durch den entsprechenden Wärmeentzug 100 Liter Wasser um mehr als 5 °C abkühlen würden.

Die Anwendung eines Eisbeutels verspricht für längere Zeit – nämlich bis das gesamte Eis geschmolzen ist – Kühlung und Linderung von Schmerzen bei Prellungen und Entzündungen. Die Schmelzwärme beim Übergang von Eis zu Wasser beträgt 334 kJ pro Liter (bzw. pro kg Wasser). Damit könnte man 100 Liter Wasser um etwa 0,8 °C abkühlen.

Ähnlich ist es auch bei Lösungsvorgängen: Bei vielen Stoffen des Alltags ist die Energiebilanz des Lösungsprozesses negativ: Es wird mehr Energie zur Zerstörung des Kristallgitters (z. B. bei Salz oder Zucker) benötigt, als bei der Bildung der von Wassermolekülen umgebenen Ionen oder Einzelmoleküle freigesetzt wird. Die Lösung kühlt sich ab.

Experimente zum Effekt von Zucker

- Probierwillige Schülerinnen und Schüler lassen einen halben Kaffeelöffel Puderzucker auf der Zunge zergehen. Das typische Eis-Empfinden ist sehr deutlich.
- In ein kleines Becherglas mit 40 °C warmem Wasser, das zur thermischen Isolation in einem größeren steht, werden 3 g Puderzucker schnell eingerührt und die Temperatur der Lösung dabei mit Hilfe eines Thermometers verfolgt. Je nach Wassermenge kommt es zu einer Temperaturerniedrigung von 1–3 °C.

Ben Phase selbstständiger Arbeit mehrere kürzere Gruppenarbeitsphasen einzuplanen. Diese werden durch zusammenfassende und auswertende Plenumsphasen miteinander verbunden. So können von der Lehrkraft notwendige, aber für die Schülerinnen und Schüler nicht unmittelbar verfügbare, Informationen in die Diskussion eingebracht werden.

Das Phänomen

Nach der Präsentation des zu lösenden Problems in seiner allgemeinsten Form durch die Lehrkraft erhalten die Schülerinnen und Schüler eine erste Teilaufgabe (**Material 2, Hilfe 1**). Diese Aufgabe fordert die Lernenden auf, sich mit dem Phänomen „Kühleffekt von Eiskonfekt“ (**Kasten 1**) auseinander zu setzen. Sie vergleichen anhand eines Selbstversuchs die Kühleffekte von Speiseeis und Eiskonfekt miteinander und erklären, wodurch diese hervorgerufen werden. Wichtig sind in diesem Zusammenhang auch die begriffliche Klärung des Unterschieds zwischen Temperatur und Wärme (**Kasten 2**) und die Aktivierung der betreffenden Vorkenntnisse.

Die Inhaltsstoffe

Wenn die Schülerinnen und Schüler den Kühleffekt mit den Inhaltsstoffen des Eiskonfekts in Zusammenhang bringen, kann in einer nächsten kurzen Arbeitsphase, z. B. in Partnerarbeit, die Zusammensetzung des Eiskonfekts ermittelt werden. Dazu erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Zutatenliste und einen Auszug aus der Lebensmittelkennzeichnungsverordnung (**Material**

2, Hilfe 2). Anhand dieser Materialien identifizieren die Schülerinnen und Schüler schnell die Hauptbestandteile des Eiskonfekts.

Die Aufgabe kann, je nach Leistungsfähigkeit der Lerngruppe, durch eine Recherche zu den Stoffkenndaten ergänzt werden. Statt die Lernenden selbst recherchieren zu lassen, können Stoff-Steckbriefe auch zur Verfügung gestellt werden (**Material 2, Hilfe 3**). Die Kenndaten unterstützen die Identifizierung der für den Kühleffekt in Frage kommenden Zutaten. Eine Vereinfachung des anschließenden Vorgehens erreicht man dadurch, dass man die Überlegungen zunächst auf die wichtigste Zutat, das Kokosfett, beschränkt.

Der Schmelzprozess

Zur weiteren Vereinfachung der ersten Teilaufgabe (**Material 2, Hilfe 1**) kann die Formulierung einer Lösungshypothese durch eine Analogiebetrachtung unterstützt werden (**Material 2, Hilfe 4**). Hierzu eignet sich die Betrachtung der Phasenübergänge von Wasser. Das notwendige Vorwissen kann über die Interpretation eines Temperatur-Zeit-Diagramms für den Schmelzprozess des Wassers aktiviert werden. Im Anschluss daran entwerfen die Lernenden ein entsprechendes Diagramm für Kokosfett. Als Hilfsvariante kann zum Schmelzprozess auch eine zweiteilige Aufgabe gestellt werden (**Material 2, Hilfe 5**).

In jedem Fall ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit haben, die Ergebnisse aus den Gruppen- oder Partnerarbeitsphasen immer wieder ins Plenum einzubringen und argumentativ zu verteidigen.

Hilfe 1

- ▶ Überzeugt euch vom Eiseffekt beim Verzehr von Eiskonfekt!
- ▶ Womit kann man diesen Effekt vergleichen?
- ▶ Tauscht in eurer Gruppe eure Vermutungen aus, wodurch dieser Effekt zustande kommt.
- ▶ Ein Gruppensprecher soll das Ergebnis anschließend für die ganze Klasse vorstellen.

Hilfe 2

Verordnung über die Kennzeichnung von Lebensmitteln § 6 Verzeichnis der Zutaten: *Das Verzeichnis der Zutaten besteht aus einer Aufzählung der Zutaten des Lebensmittels in absteigender Reihenfolge ihres Gewichtsanteils zum Zeitpunkt ihrer Verwendung bei der Herstellung des Lebensmittels. Der Aufzählung ist ein geeigneter Hinweis voranzustellen, in dem das Wort „Zutaten“ erscheint.*

Hilfe 3**Saccharose**

Saccharose wird als Haushalts- oder Kristallzucker im Alltag verwendet und gehört wie andere Zuckerarten zu den Kohlenhydraten. Saccharose ist ein Disaccharid (Zweifachzucker), das aus je einem Molekül D-Glukose und D-Fruktose besteht. Diese beiden Moleküle sind über eine glykosidische Bindung miteinander verbunden, die sich unter Austritt eines Wassermoleküls über die OH-Gruppen der anomeren C-Atome miteinander gebildet hat. Saccharose ist in Wasser gut löslich. Beim Erhitzen auf 185 °C schmilzt der Zucker und bildet unter teilweiser Zersetzung eine braun werdende Schmelze (Karamell).

Kokosfett

Kokosfett ist ein festes Pflanzenfett, das bei < 30 °C flüssig wird. Es schmeckt nussig und wird z. B. für die Herstellung von Kosmetika, Seife, Lampenöl, Kerzen und Massageöl verwendet. Im Handel findet man ein raffiniertes, geruchloses Kokosfett. Kokosfett kann in der Küche wie jedes andere Fett verwendet werden.

Hilfe 4

- ▶ Du hast herausgefunden, dass Kokosfett der Hauptbestandteil von Eiskonfekt ist.

Überlege:

- ▶ Was wird mit diesem Stoff passieren, wenn du eine Eiskonfektpraline in den Mund nimmst?
- ▶ Vergleiche den Vorgang mit dem, was du vom Wasser bzw. vom Eis kennst!

Hilfe 5

- ▶ Was passiert, wenn du einen Eiswürfel in ein Glas mit zimmerwarmem Wasser gibst?
- ▶ Was passiert, wenn du eine Portion Kokosfett von Zimmertemperatur in ein Gefäß mit Wasser von 37 °C gibst?

Der Kühleffekt von Eiskonfekt

Aufgabe

- ▶ Entwerft ein Experiment, mit dem ihr zeigen könnt, dass Kokosfett im Mund einen Kühleffekt hervorrufen kann. Führt den Versuch zunächst mit etwas Kokosfett durch, dann mit einem Stück Eiskonfekt!



Die Aufgabe – stark vereinfacht

Eine Kurzform der Behandlung des Eiskonfekt-Problems mit dennoch kognitiv anspruchsvoller Aufgabenstellung zeigt **Material 3**. Die Problembearbeitung wird von der Lehrkraft in Instruktionsform vorgeführt, bei Bedarf auch unterstützt mit Verweisen auf die Verhältnisse beim Schmelzen von Eis. Erst nach der Identifikation des Kokosfetts als Hauptfaktor für den Kühleffekt werden die Schülerinnen und Schüler direkt aufgefordert, ein Experiment zu entwickeln, mit dem dieser Effekt gezeigt werden kann.

Ausblick

Dass der im Eiskonfekt enthaltene Zucker und seine Lösung im Speichel den Kühleffekt noch verstärken, kann sensorisch und apparativ-experimentell gezeigt werden (**Kasten 3**). Im Anschluss an die Lösung der komplexen Hauptaufgabe kann die Lehrperson diese Begleitexperimente vorschlagen und selbst durchführen.

Internet-Tipp

www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/experimente/12_eiskonfekt.htm

Hrsg.
Harald Gropengießer
Dietmar Höttecke
Telsche Nielsen
Lutz Stäudel

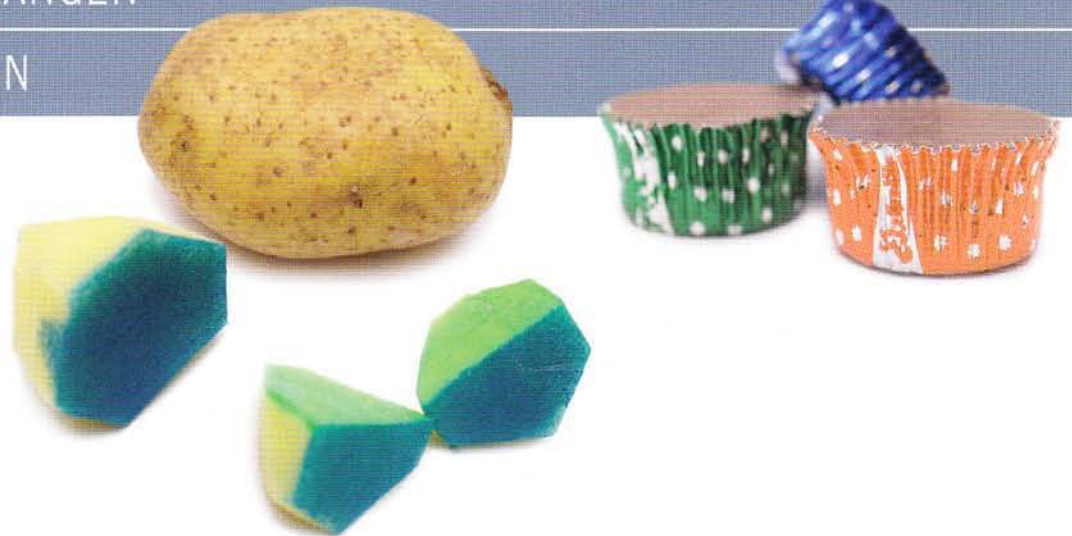


ORIENTIERUNG GEWINNEN

WISSEN ERARBEITEN

SICHERHEIT ERLANGEN

PROBLEME LÖSEN



Mit Aufgaben lernen

UNTERRICHT UND MATERIAL 5-10

IMPRESSUM

Harald Gropengießer, Dietmar Höttecke, Telsche Nielsen, Lutz Stäudel

Mit Aufgaben lernen

Unterricht und Material 5–10

1. Auflage 2006

© Erhard Friedrich Verlag GmbH,
30926 Seelze

Redaktion

Stefanie Krawczyk

Realisation

Sabine Duffens
Friedrich Medien-Gestaltung

Verlag

Erhard Friedrich Verlag GmbH
Im Brande 17, 30926 Seelze

Druck

Jütte-Messedruck Leipzig GmbH, Printed in Germany

Vertrieb

Friedrich Leserservice
Postfach 10 01 50, 30926 Seelze
Telefon 0511/40 00 4-150
Telefax 0511/40 00 4-170
leserservice@friedrich-verlag.de

Bestell-Nr. 62126

Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten.

Die als Material bezeichneten Unterrichtsmittel dürfen bis zu Klassen- bzw. Kursstärke vervielfältigt werden.

Besuchen Sie uns im Internet unter www.friedrichonline.de

Inhalt

HARALD GROPENGIESSER

Mit Aufgaben lernen

Eine Einführung

4

1. ORIENTIERUNG GEWINNEN

12

PETRA HOPPE

Wer ist der Täter?

Naturwissenschaftliche Fragen definieren

Biologie/Chemie/
Physik 6.–9. Klasse

14

DIETMAR HÖTTECKE

Mir geht ein Licht auf

Naturwissenschaft und Technik im Alltag erkennen

Physik 3.–10. Klasse

18

DIETMAR HÖTTECKE

Eine anziehende Wirkung

Phänomene ordnen – Phänomengrenzen erkennen

Physik 5.–9. Klasse

22

LUTZ STÄUDEL

Ein Blick durch die chemische Brille

Orientierung gewinnen in einem neuen Feld

Chemie ab Klasse 5

26

SINUS Hessen

Mineralwasser ist gesund?!

Informationen kritisch prüfen

Chemie 7.–9. Klasse

30

2. WISSEN ERARBEITEN

34

TANJA RIEMEIER

Grenzflächenvergrößerung

Naturwissenschaftliche Prinzipien zum Erklären nutzen

Biologie 8.–10. Klasse

36

TANJA RIEMEIER

Zerkleinert und doch größer

Ein naturwissenschaftliches Prinzip erfahren

Biologie 6.–10. Klasse

41

GUNTHER SACK

Die Ursache einer rätselhaften Krankheit

Empirische Belege zur Entscheidung nutzen

Biologie ab Klasse 9

44

TELSCHKE NIELSEN

Die Balance des Geldes

Eine Gesetzmäßigkeit formulieren

Physik 7.–10. Klasse

48

DIETMAR HÖTTECKE

Technik, die begeistert!

Struktur-Funktions-Beziehungen erkennen

Physik 9.–10. Klasse

51

LUTZ STÄUDEL

Die Spannungsreihe der Metalle

Ordnungssysteme (re-)konstruieren

Chemie 9.–10. Klasse

56

LUTZ STÄUDEL, GUDRUN FRANKE-BRAUN, SIBYLLE HESSE

Wasser marsch!

Naturwissenschaftliches Wissen verknüpfen

Chemie 8.–9. Klasse

61

3. SICHERHEIT ERLANGEN 66

ULRIKE ANGERSBACH UND JORGE GROSS

Auf den Puls geföhlt

Experimentelle Ergebnisse präsentieren

Biologie 9. Klasse **68**

JÖRG ZABEL

Die unsichtbare Abwehr

Wissen narrativ und naturwissenschaftlich darstellen

Biologie 9.–10. Klasse **74**

TELSCHÉ NIELSEN

Auf die Plätze, fertig, los!

Darstellungsebenen wechseln

Physik 7.–8. Klasse **81**

DIETMAR HÖTTECKE

Vom Messen in Maßen

Den Umgang mit der Fachsprache trainieren

Physik 9.–10. Klasse **86**

DIETMAR HÖTTECKE UND FREDERIK HEISE

Die Raketen-Start-Maschine

Systeme beschreiben und beurteilen

Physik 9.–11. Klasse **92**

SINUS NATURWISSENSCHAFTEN (BAYERN UND HESSEN)

Säuren – Laugen – Salze

Reaktionsgleichungen aufstellen

Chemie 8.–10. Klasse **97**

4. PROBLEME LÖSEN 104

KAI NIEBERT UND HARALD GROPENGIESSER

„Ein haariges Problem“

Einen Untersuchungsplan entwickeln

Biologie 9.–10. Klasse **106**

BIRGIT GIFFHORN

Zungenrollen: Erbgang beim Menschen

Hypothesen überprüfen

Biologie 9.–10. Klasse **110**

FREDERIK HEISE UND DIETMAR HÖTTECKE

Schwimmen oder sinken?

Mit Fachbegriffen arbeiten

Physik 6.–9. Klasse **116**

TELSCHÉ NIELSEN UND LUTZ STÄUDEL

Überleben auf der Eisscholle?

Ein Phänomen modellhaft erschließen

Physik 7.–10. Klasse **120**

DIETMAR HÖTTECKE

Mit dem Fahrrad unterwegs

Einen Versuch entwickeln

Physik 8.–10. Klasse **124**

LUTZ STÄUDEL (SINUS HESSEN)

Eiskonfekt

Ein Phänomen aufklären

Physik/Chemie
8.–10. Klasse
auch Oberstufe **128**

SINUS HESSEN

Weißé Pulver

Ordnungssysteme (re-)konstruieren

Chemie 5.–11. Klasse **134**

SCHÜLERTIPPS

TELSCHÉ NIELSEN

Aufgaben strategisch lösen

Schülertipps zum Aufgabenlösen

141

AUSBLICK

SINUS HESSEN

Die Entwicklung einer Aufgabenkultur

Eine Aufgabe für die Fachgruppe

148