

# Raketenbau und Kaleidoskop – Kepler'sche Experimente

Hedwig Fastabend, Viersen

Illustrationen von Dr. Wolfgang Zettlmeier, Barbing



Foto: Johannes Wittnebel, Kenzingen

Mit den in diesem Beitrag vorgestellten Experimenten fördern Sie das Staunen über physikalische Phänomene. Ihre Schüler entdecken selbst physikalische Gesetzmäßigkeiten, indem sie z. B. eine Dosenrakete bauen. Sie lernen optische Geräte (Kaleidoskop und Periskop) kennen und führen Versuche mit Luft durch. So begeistern Sie die Lernenden, und die Erkenntnisse bleiben nachhaltig im Gedächtnis haften.

## Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Physik

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60b UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehre an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einfache, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. Unter Einhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung in Klassensatzstärke zu vervielfältigen. Jede darüber hinausgehende Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis zu §§ 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmedien (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in ein Netzwerk eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Aufführung abgedruckter musikalischer Werke ist ggf. GEMA-meldepflichtig.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und ggf. angefragt.

In unseren Beiträgen sind wir bemüht, die für Experimente nötigen Substanzen mit den entsprechenden Gefahrenhinweisen zu kennzeichnen. Dies ist ein zusätzlicher Service. Dennoch ist jeder Experimentator selbst angehalten, sich vor der Durchführung der Experimente genauestens über das Gefährdungspotenzial der verwendeten Stoffe zu informieren, die nötigen Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen sowie alles ordnungsgemäß zu entsorgen. Es gelten die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung sowie die Dienstvorschriften der Schulbehörde.

Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH  
Ein Unternehmen der Klett Gruppe  
Rotebühlstraße 77  
70178 Stuttgart  
Telefon +49 711 62900-0  
Fax +49 711 62900-60  
meinRAABE@raabe.de  
www.raabe.de

Redaktion: Anna-Greta Wittnebel  
Satz: Röser Media GmbH & Co. KG, Karlsruhe  
Bildnachweis Titel: Johannes Wittnebel, Kenzingen  
Illustrationen: Dr. Wolfgang Zettlmeier, Barbing  
Korrektorat: Johanna Stotz, Wyhl a. K.

# Raketenbau und Kaleidoskop – Kepler'sche Experimente

## Mittelstufe (Niveau)

Hedwig Fastabend, Viersen

Illustrationen von Dr. Wolfgang Zettlmeier, Barbing

<b>Hinweise</b>	<b>1</b>
<b>M 1 Eine Bauanleitung für eine Dosenrakete</b>	<b>6</b>
<b>M 2 Vorlage für Raketenflügel</b>	<b>7</b>
<b>M 3 Brennbare Materialien versus nicht brennbare</b>	<b>8</b>
<b>M 4 Versuche mit Luft</b>	<b>9</b>
<b>M 5 Wer war Johannes Kepler? – Lesetext</b>	<b>10</b>
<b>M 6 Finde den Fehler im Relief!</b>	<b>11</b>
<b>M 7 Peri Langhals und seine Schwester Kaleido Skopia</b>	<b>12</b>
<b>Lösungen</b>	<b>13</b>

## Die Schüler lernen:







betrachten ein Relief von Kepler und bauen eine Dosenrakete. Sie lernen optische Geräte kennen: ein Kaleidoskop und ein Periskop. Auch Versuche mit Luft führen sie durch. Dabei entdecken sie physikalische Gesetze, die schon Kinder begreifen können.

## Überblick:

Legende der Abkürzungen:

**Ab** = Arbeitsblatt **Ex** = Experiment **LEK** = Lernerfolgskontrolle

**Fo** = Folienvorlage **Vo** = Bastelvorlage

Thema	Material	Methode
 Eine Bauanleitung für eine Dosenrakete	M 1	Ab, Ex
Vorlage für Raketenflügel	M 2	Vo
 Brennbare Materialien versus nicht brennbare	M 3	Ab, Fo, LEK
 Versuche mit Luft	M 4	Ab, Ex
 Wer war Johannes Kepler? – Lesetext	M 5	Ab
 Finde den Fehler im Relief!	M 6	Ab
 Peri Langhals und seine Schwester Kaleido Skopia	M 7	Ab

© RAABE 2021

### Erklärung zu Differenzierungssymbolen

		
einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau

### Kompetenzprofil:

**Inhalt:** Leben Kepler's, Rückstoß, Antrieb Dosenrakete, Periskop, Kaleidoskop, brennbare und nicht brennbare Materialien, Versuche mit Luft

**Kompetenzen:** Über Basiswissen verfügen (F1), Probleme lösen (F3), Experimentieren nach Anleitung (E7), Diskutieren (K7)

## Hinweise

Ab der Geburt entdecken wir die Welt. Dies ist ein Fühlen, Lernen und Erleben mit allen Sinnen. Von unseren Kindern fordern wir aber in der Schule, stillzusitzen und dem Lehrer aufmerksam zuzuhören. Das Entdecken bleibt dabei häufig auf der Strecke.

Selbst erforschen, experimentieren und entdecken – dies ist Anliegen des fachübergreifenden Unterrichts in den unteren Jahrgangsstufen (Naturphänomene, NAWI). Mit den hier vorgestellten Experimenten fördern Sie das Staunen über das, was in der Physik (und Chemie) passiert.

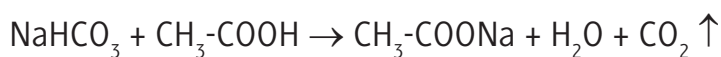
Zu 75 % nehmen die Kinder ihre Umwelt mit den Augen wahr. Optische Eindrücke können sie aber nur verinnerlichen, wenn genügend Zeit für die Auseinandersetzung mit den erlebten Phänomenen zur Verfügung steht. Die kognitive Verarbeitung des Gesehenen erreichen Sie insbesondere dadurch, dass Sie die Kinder selbst aktiv werden lassen.

Die Stunden stehen nicht in einem inhaltlichen Zusammenhang. Wir möchten vielmehr

- die Vielfalt der physikalischen und chemischen Phänomene exemplarisch vorstellen,
- Experimente beschreiben, die das Interesse sowohl der Jungen als auch der Mädchen wecken,
- Ihnen die Möglichkeit geben, die Vorschläge der Schüler zu den verschiedenen Experimenten problemlos in den Entdeckerkurs einzubinden.

### Warum fliegt die Rakete in die Luft?

Bei der Dosenrakete geht es um das Prinzip des **Rückstoßes**, der aufgrund einer chemischen Reaktion erfolgt. Zwischen den „Zündstoffen“ Backpulver (Natriumhydrogenkarbonat) und Essigsäure findet eine chemische Reaktion statt:



Natriumhydrogenkarbonat reagiert mit Essigsäure zu Natriumacetat, Wasser und Kohlenstoffdioxid. In der verschlossenen Dose entwickelt das entstehende Gas  $\text{CO}_2$  einen hohen Druck. Deshalb platzt der Deckel auf, das Gas tritt mit hoher Geschwindigkeit aus und erzeugt einen Rückstoß, der die Rakete beschleunigt.

## Was ist ein Kaleidoskop?

Das Kaleidoskop wurde im 19. Jahrhundert von Sir David Brewster (1781–1868) erfunden. Es setzt sich aus drei gleich großen Spiegelstreifen zusammen, die in einem  $60^\circ$ -Winkel zusammengeklebt sind. Man gibt kleine, bunte Kunststoff- oder Glassplitter am Ende der Röhre zwischen zwei durchsichtige Begrenzungen, sodass sich die Teilchen frei bewegen können. Wenn man das Kaleidoskop gegen eine Lichtquelle hält, erkennt man beim Drehen unterschiedliche Muster, die durch die Reflexion der Spiegel hervorgerufen werden.

## Was ist ein Periskop?

Ein Periskop ist ein optisches Gerät, das im Wesentlichen aus einem Rohr und zwei Spiegeln besteht. Durch die Anordnung der Spiegel im  $45^\circ$ -Winkel in einem bestimmten Abstand gelangen Lichtstrahlen in das Rohr und durch die Umlenkung parallel versetzt wieder hinaus (griech. *peri*: über, hinaus; *skopein*: schauen, blicken). Das Prinzip wird z. B. bei U-Booten genutzt: Mit einem Periskop kann man aus einem untergetauchten U-Boot sehen, was über der Wasseroberfläche geschieht.

## Kompetenzen

Im Vordergrund steht nicht die physikalische Erklärung der Phänomene, sondern zunächst einmal deren Kennenlernen. Ziel eines erlebnisorientierten Unterrichts ist die Ausbildung folgender Kompetenzen:

- genau beobachten,
- Team- und Forschergeist entwickeln,
- Feinmotorik schulen,
- über das, was man erlebt hat, nachdenken und eine Erklärung finden.

## Mediathek

### Literatur

- ▶ **Elschenbroich, Donata:** *Weltwunder Kinder als Naturforscher.* Verlag Antje Kunstmann 2005.
- ▶ **Hann, Judith:** *Das große Buch der Experimente.* Herder Verlag 1981.
- ▶ **Kramer, Martin:** *Naturphänomene – Im Spiel die Physik erforschen.* Aulis Verlag Deubner . Köln 2007. S. 12–14, S. 34–41.
- ▶ **Lück, Gisela:** *Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung.* Herder Verlag 2003.
- ▶ **Mattes, Wolfgang:** *Methoden für den Unterricht: 75 kompakte Übersichten für Lehrende und Lernende.* Schöningh Verlag 2002.
- ▶ **Thiesen, Peter:** *Mit allen Sinnen spielen.* Beltz Verlag 1996.
- ▶ **Verg, Martin:** *Das GEOlino Experimentierbuch.* Kosmos Verlag 2006.
- ▶ **Wagenschein, Martin:** *Erinnerungen für morgen – Eine pädagogische Autobiographie.* Beltz Verlag 1983.
- ▶ **Zimmer, Renate:** *Handbuch der Sinneswahrnehmung.* Herder Verlag 2005.

### Internet-Adressen (Stand: Jan. 2021)

- ▶ <https://www.kidsweb.de/experi/kaleidoskop.htm> (zuletzt aufgerufen am 4.01.2021)
- ▶ <https://www.leifiphysik.de/optik/lichtreflexion/ausblick/periskop> (zuletzt aufgerufen am 4.01.2021)
- ▶ [http://www.kreativerunterricht.de/html/brennbare\\_und\\_nicht\\_brennbare\\_.html](http://www.kreativerunterricht.de/html/brennbare_und_nicht_brennbare_.html) (zuletzt aufgerufen am 4.01.2021)

### Bauanleitungen für Kaleidoskop und Periskop

- ▶ *Bauanleitung für ein Kaleidoskop:* <https://www.kidsweb.de/experi/kaleidoskop.htm> (zuletzt aufgerufen am 4.01.2021)
- ▶ *Bauanleitung für ein Periskop:* <https://www.kidsweb.de/experi/periskop.htm> (zuletzt aufgerufen am 4.01.2021)
- ▶ *Stabiles Periskop für 8,19: Euro*  
[https://experimentis-shop.de/Periskop-rot\\_detail\\_83.html](https://experimentis-shop.de/Periskop-rot_detail_83.html) (zuletzt aufgerufen am 4.01.2021)

## Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Bieten Sie Ihren Schülern die Möglichkeit, den Schulunterricht grundsätzlich anders zu erleben: nicht als frontales „Sich-beriesel-n-lassen“, sondern mit der Möglichkeit, die Stunde selbst aktiv mitzugestalten. Damit schaffen Sie eine neue Form des Lernens. Durch den Erlebnischarakter der Experimente werden Ihre Schüler Feuer und Flamme sein.

Da die Zusammensetzung der Gruppe für das Gelingen der Experimente wichtig ist, sollten Sie sich im Vorfeld überlegen, wer mit wem gut zusammenarbeiten kann. Möglicherweise wechseln die Lerngruppen auch. Ermutigen Sie Ihre Schüler, die Versuchsbeschreibungen selbst auszuprobieren. Halten Sie sich mit Erklärungen möglichst zurück. Lassen Sie die Schüler auch Irrwege gehen, um dann selbst dahinter zu kommen, warum das Experiment nicht zum gewünschten Ergebnis geführt hat.

Die Themen eignen sich auch für besondere Stunden, z. B. die letzte Stunde vor den Ferien, Vertretungsstunden, eine **Projektwoche** etc. Auch sind Wettbewerbe zwischen einzelnen Klassen, wer z. B. die schönste Dosenrakete baut, durchaus denkbar.

### Einstieg

Betrachten Sie mit Ihrer Klasse das Wandrelief des Bildhauers *Josef Flamm* über Johannes Kepler (**M 6**). Lassen Sie die Schüler beschreiben, was auf dem Relief zu sehen ist. So ermöglichen Sie Ihren Schülern einen Zugang zu diesem Zeitgenossen von Galileo Galilei, dessen Namen die Schüler sicherlich aus der Fernsehsendung *Galileo* kennen. Ähnlich wie in der Sendung *Galileo Extrem* machen die Schüler in dieser Unterrichtseinheit selbst Versuche gemäß dem Motto *Kepler Extrem*.

Vielleicht wundert sich ein Schüler, warum die Planeten auf dem Relief um die Erde kreisen. Nehmen Sie dies zum Anlass, mit den Schülern über unsere heutige Vorstellung vom Sonnensystem zu sprechen. Wählen Sie dann einen schauspielerisch begabten Schüler aus, der den Text zur Zeitreise von Johannes Kepler (**M 7**) vorträgt.



## Entdeckerkarten und Wollknäuel

Anschließend bilden die Schüler einen Stuhlkreis. Neun Karten mit den Buchstaben „E“ „N“ „T“ „D“ „E“ „C“ „K“ „E“ „R“ (Druckvorlagen im Archiv) werden vermischt auf den Boden gelegt. Wer findet die Lösung (das Wort *Entdecker*)?

Bei der Vorstellungsrunde *Wir spinnen ein Ideennetz* wird ein Wollknäuel von einem Schüler zum anderen geworfen. Wer das Wollknäuel erhalten hat, schildert kurz seine Erwartungen an den Unterricht.

## Ablauf

Schöne Anregungen, um die **Wahrnehmung** zu schulen (zweiter Teil der 1. Doppelstunde), finden Sie in dem Buch *Kramer, Martin: Naturphänomene – Im Spiel die Physik erforschen* (siehe Mediathek), wie etwa

- einen Schüler vor die Tür zu schicken, fünf Dinge im Klassenraum zu verändern und den Schüler dann herausfinden zu lassen, was verändert wurde oder
- von den Schülern mitgebrachte Orangen/Steine etc. in einem Sack zu mischen und dann jeden Schüler herausfinden zu lassen, welche Orange/welcher Stein ihm gehörte.

Auch der **Eierflug im Treppenhaus** ist in diesem Buch beschrieben (S. 34–41).

Spannung und Aktion charakterisieren den Flug der Dosenrakete (2. Doppelstunde). Bevor die Schüler die Dosenrakete bauen, unterschreiben alle die **Sicherheitsbelegung** zum Tragen einer Schutzbrille (im Erläuterungsteil).

Spaß wird den Schülern sicher der Bau eines Kaleidoskops oder eines Periskops machen (3. Doppelstunde). Das praktische Hantieren mit diesen optischen Geräten ermöglicht es ihnen, die physikalischen Gesetzmäßigkeiten hinter diesen Geräten (Reflexion in der Strahlenoptik) zu erforschen und zu begreifen. In der 4. Doppelstunde äußern sie sich anhand der **Farbseite** zur Brennbarkeit verschiedener Materialien und führen Experimente mit Luft durch. Sammeln Sie in der 5. Doppelstunde Erklärungsversuche der Schüler.

## M 1 Eine Bauanleitung für eine Dosenrakete

### Man benötigt

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> leere Filmdosen (im Fotogeschäft erhältlich) oder | <input type="checkbox"/> Zirkel              |
| <input type="checkbox"/> leere Brausetablettenhülsen                       | <input type="checkbox"/> Schere              |
| <input type="checkbox"/> 1 Tüte Backpulver (für 500 g Mehl)                | <input type="checkbox"/> 2 Schutzbrillen     |
| <input type="checkbox"/> 3 Teelöffel Salatessig (oder Essigessenz)         | <input type="checkbox"/> Haargummis          |
| <input type="checkbox"/> Flüssigkleber                                     | <input type="checkbox"/> Teelöffel           |
| <input type="checkbox"/> Tonpapier   | <input type="checkbox"/> 50-ml-Becherglas    |
|  | <input type="checkbox"/> Papiertaschentücher |

### Bauanleitung

#### 1. Raketenspitze

- Schneide aus dem Tonpapier einen Kreis mit dem Radius 3,5 cm (für die Brausetablettendose) oder 2,5 cm (für die Filmdose) aus.
- Schneide den Kreis bis zum Mittelpunkt ein und forme eine Tüte.
- Diese Tüte klebst du auf den Boden der Dose.

#### 2. Raketenflügel

- Schneide drei Flügel aus (Vorlage: siehe M 2).
- Falte die Klebeflächen und klebe sie oberhalb des Deckels an die Röhre.

### Versuchsaufbau und -durchführung

1. Fülle zuerst drei Teelöffel Essig in das Becherglas. Gib dann die gesamte Menge Backpulver in die Rakete und gieße anschließend den Essig aus dem Becherglas dazu. So stellst du zügig das Reaktionsgemisch her.
2. Achte darauf, dass du den Deckel gut verschließt.
3. Schüttele die Rakete kräftig.
4. Stelle die Rakete auf den flachen Boden.
5. Geh in Deckung!

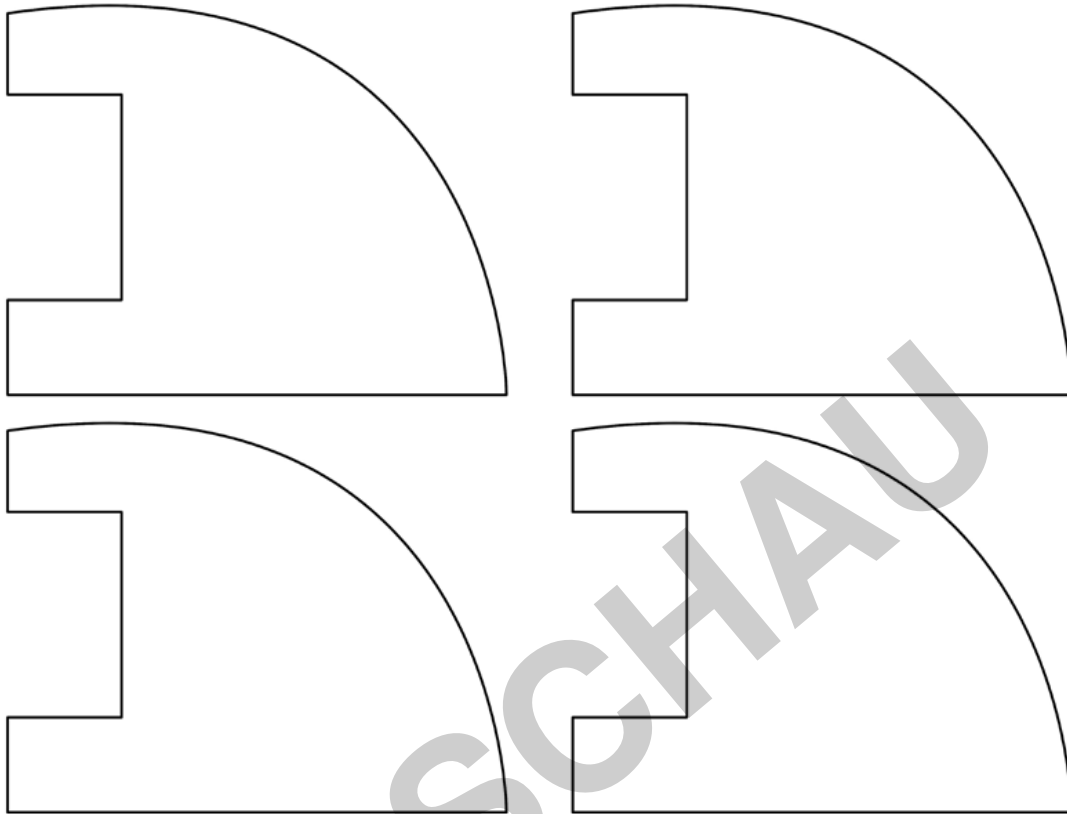
### Beachte:



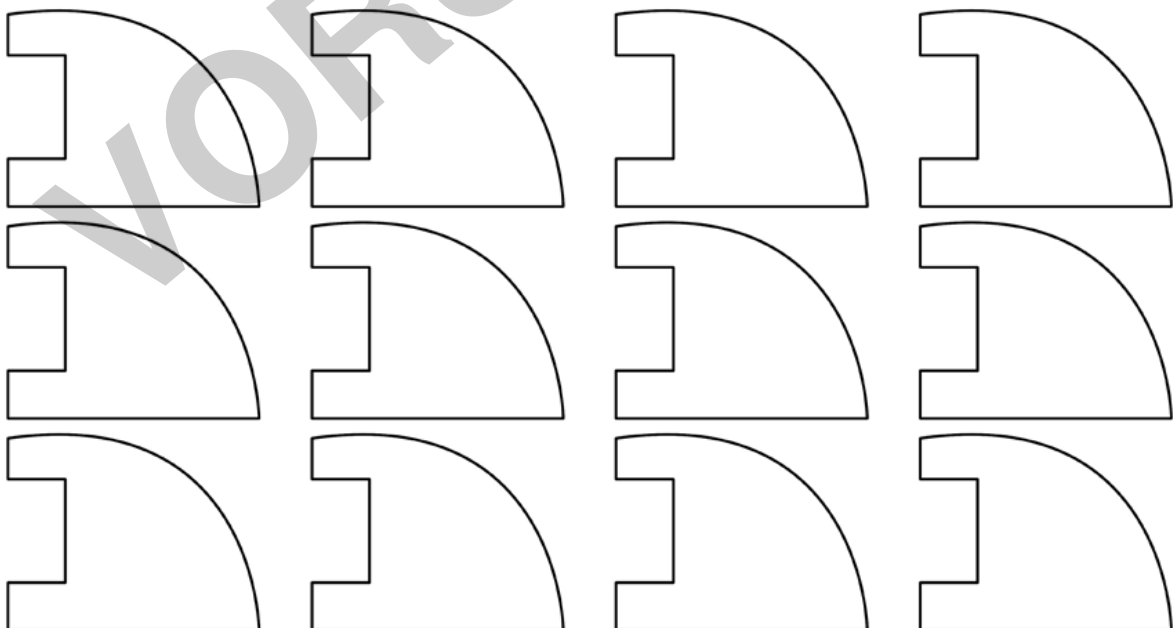
Beim Einfüllen des Treibstoffs und beim Raketenstart immer eine **Schutzbrille** tragen! Eine Schwimmbrille ist gut geeignet, wenn du den Versuch zu Hause machst.

## M 2 Vorlage für Raketenflügel

### 1. Für die Brausetablettendose



### 2. Für die Filmdose



Grafik: Dr. Wolfgang Zettlmeier

### M 3 Brennbare Materialien versus nicht brennbare

 <p><b>Alkohol</b></p>	 <p><b>Büroklammern</b></p>	 <p><b>Flaschen-Korken</b></p>
 <p><b>Kieselsteine</b></p>	 <p><b>Papiertaschentuch</b></p>	 <p><b>Streichhölzer</b></p>
 <p><b>Schokolade</b></p>	 <p><b>Sand</b></p>	 <p><b>Papierflieger</b></p>

© RAABE 2021

1. Thinkstock/iStock; 2. Steven Puetzer/The Image Bank/ Getty Images Plus; 3. jjpoole/E+/ Getty Images Plus; 4. apomares/E+/Getty Images Plus; 5. vitapix/E+/Getty Images Plus; 6. Colourbox; 7. Peter Dazeley/The Image Bank/Getty Images Plus; 8. Mgekaya/E+/Getty Images Plus; 9. Chris Stein/Digital Vision/Getty Images Plus