



# TECHNIK – KRÄFTE NUTZEN UND WIRKUNGEN ERZIELEN

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

PARTNER

Helmholtz-Gemeinschaft   Siemens Stiftung   Dietmar Hopp Stiftung   Deutsche Telekom Stiftung

# INHALT

4	Stiftung „Haus der kleinen Forscher“
5	Grußwort
7	Über diese Broschüre
<b>9</b>	<b>TECHNIK UND TECHNISCHE ALLGEMEINBILDUNG</b>
9	Was ist Technik?
12	Wimmelbild: Möge die Kraft mit dir sein!
14	Frühe technische Bildung
17	Technik in den Bildungs- und Rahmenlehrplänen
18	Der Blick vom Kind aus – Entwicklung der Intentionalität
<b>20</b>	<b>ANREGUNGEN FÜR DIE PÄDAGOGISCHE PRAXIS</b>
21	Methoden der Technikbildung
34	Probleme lösen
42	Kettenreaktion
<b>48</b>	<b>LERNEN MIT DEM TRINKHALM</b>
49	Wie man den Gesetzen der Mechanik auf die Schliche kommt
56	Können Fische ertrinken?
<b>58</b>	<b>WISSENSWERTES FÜR INTERESSIERTE ERWACHSENE</b>
62	Literaturverzeichnis, Lesetipps und Links
63	Danksagung, Impressum

# STIFTUNG „HAUS DER KLEINEN FORSCHER“

Die Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ hat sich ein großes Ziel gesetzt: Sie möchte allen Kindern im Kita- und Grundschulalter die alltägliche Begegnung mit naturwissenschaftlichen, mathematischen und technischen Themen ermöglichen.

Die Mädchen und Jungen sollen die Chance erhalten, dieses spannende Feld mit Freude für sich zu entdecken. Mit einem bundesweiten Fortbildungsprogramm, Ideen und immer neuen Materialien unterstützt die Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ pädagogische Fach- und Lehrkräfte dabei, den Entdeckergeist von Kindern zu fördern und sie qualifiziert beim Forschen zu begleiten.

Im Zentrum stehen dabei das gemeinsame Lernen und Forschen der Kinder mit den Erwachsenen als Lernbegleiterinnen und Lernbegleiter – sowie das Lernen selbst. Mit der Einbindung der Stiftungsangebote in den Alltag der Mädchen und Jungen werden neben dem naturwissenschaftlichen, mathematischen und technischen Verständnis ebenfalls die Entwicklung von Sprach-, Lern-, Personal- und Sozialkompetenz sowie die Feinmotorik von Kindern im Alter von drei bis zehn Jahren gefördert. Mit ihren Angeboten möchte die Stiftung so zur Stärkung der Bildung von Mädchen und Jungen im Kita- und Grundschulalter und damit gleichsam zur langfristigen Nachwuchssicherung sowohl in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen als auch in den technischen Berufen in Deutschland beitragen.

Der Entwicklung der Fortbildungen und Materialien der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ werden neben den Vorgaben der Bildungs- und Rahmenlehrpläne der Bundesländer immer auch aktuelle Erkenntnisse der Frühpädagogik, Entwicklungspsychologie, Lernforschung und Fachdidaktiken zugrunde gelegt. Zudem fließt eine Vielzahl praktischer Erfahrungen und inhaltlicher Anregungen ein, die in den Fortbildungen für Trainerinnen und Trainer, bei regelmäßigen Besuchen in Kitas, Horten und Grundschulen sowie bei Hospitationen in den Netzwerken der Stiftung gewonnen wird.

Partner der Stiftung sind die Helmholtz-Gemeinschaft, die Siemens Stiftung, die Dietmar Hopp Stiftung, die Deutsche Telekom Stiftung und die Autostadt in Wolfsburg. Gefördert wird sie vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.

# GRUSSWORT

## Liebe Pädagogin, lieber Pädagoge,

aus meiner Zeit als Grund- und Hauptschullehrer ist mir ein Erlebnis ganz besonders im Gedächtnis geblieben: In einem Projekt „Turmbau“ hat eine Kindergruppe lange und ausdauernd versucht, möglichst viele Holzlatten aufeinanderzustapeln, um ein besonders hohes Bauwerk zu erschaffen. Aber ganz gleich, welche Anordnungen die Mädchen und Jungen ausprobiert haben, die Konstruktion ist immer wieder zusammengebrochen oder umgekippt. Dann fiel einem der Kinder der Eiffelturm ein, den es bei einem Besuch in Paris gesehen hatte. Es erzählte, die Streben seien dort „schräg und schief“ eingebaut. Diese Idee hat die Kindergruppe aufgegriffen und einen fachwerkartigen Bau aus dreieckig angeordneten Modulen gebaut. Der Turm wurde höher und höher und war dabei so stabil, dass er ohne Weiteres stehen blieb – ein Riesenerfolg für die kleinen Architektinnen und Architekten!

Dieses Beispiel macht deutlich, wie leicht und mühelos sich auch die technische Bildung in den pädagogischen Alltag einbeziehen lässt und welche spannenden Aspekte dabei zum Tragen kommen: Fast alle Kinder sind mit großem Engagement dabei, wenn es darum geht, ein technisches Problem zu lösen. Oft staunen wir als Pädagoginnen und Pädagogen über die hohe Frustrationstoleranz der Kinder. Die Mädchen und Jungen probieren so lange, bis es endlich funktioniert! Die technischen Projekte fördern dabei auch das gemeinschaftliche Arbeiten, denn ganz gleich, ob es um die Ideenfindung oder um das Schleppen schwerer Teile geht – zusammen kommt man leichter zum Ziel. In der Praxis kann man auch feststellen, dass es bei Technik nicht immer nur auf das Erfinden ganz neuer Lösungen ankommt. Häufig liefert gerade die Rückbesinnung auf bewährte Techniken und Verfahren die Impulse, mit denen man unbekannte technische Herausforderungen gut bewältigt. Das besonders Schöne an technischer Bildung ist, dass wir gemeinsam mit den Kindern überall im Alltag auf Anregungen und Anlässe dafür stoßen, denn unsere Welt ist durch und durch technisch geprägt.

In dieser Broschüre finden Sie zahlreiche Ideen, Impulse und spannendes Hintergrundwissen für die frühe technische Bildung. Wir wünschen Ihnen und den Kindern viel Freude am Ausprobieren und Entdecken und natürlich gutes Gelingen für Ihre gemeinsamen technischen Vorhaben!



*Michael Fritz*  
Vorstandsvorsitzender der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“







*Hinweis zum Arbeiten mit  
verschiedenen Altersgruppen*

Im nachfolgenden Text finden Sie gelegentlich das Symbol „Leiter“. Es zeigt Ihnen an, dass der jeweilige Versuch spezifische Grunderfahrungen und/oder Fähigkeiten der Kinder voraussetzt (z. B. im Bereich der Wahrnehmung, des Denkens oder der motorischen Entwicklung), die i. d. R. erst im Grundschulalter erreicht werden. Ideen und Versuche, die nicht zusätzlich durch das Symbol gekennzeichnet sind, eignen sich für alle Kinder.



# ÜBER DIESE BROSCHÜRE

Mit der vorliegenden Broschüre möchte die Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ die pädagogischen Fach- und Lehrkräfte in Kita, Hort und Grundschule<sup>1</sup> darin unterstützen, gemeinsam mit den Kindern das spannende Feld der Technik für sich zu entdecken. Dabei geht es nicht nur um technische Fertigkeiten und technisches Wissen, sondern auch darum, erste Einblicke in das „Wesen der Technik“ zu gewinnen. Diese Broschüre ist der Auftakt zu einem umfangreichen Technikangebot der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, das in den kommenden Jahren nach und nach erweitert wird.

Den inhaltlichen Schwerpunkt dieser Broschüre bildet der Themenbereich „Kräfte und Wirkungen“. Reibung, Hebelkraft, Federkraft, Schwerkraft, Trägheit und Fliehkraft – diesen Kräften und ihren Wirkungen begegnen wir Tag für Tag in allen möglichen Situationen, nicht nur wenn wir etwas konstruieren oder technische Produkte nutzen, sondern auch dann, wenn wir uns bewegen. Wie wir mit diesen Kräften umgehen und sie uns zunutze machen, lernen wir von Kindesbeinen an durch Sozialisation, also durch einfaches Nachmachen. Aber wenn wir uns darüber hinaus systematisch mit diesen Kräften auseinandersetzen, z. B. mit Hilfe der Praxisideen in dieser Broschüre, dann gewinnen wir nicht nur neue Erkenntnisse, wir schaffen uns damit auch ungeahnte neue Möglichkeiten. Je mehr wir uns darin üben, diese Kräfte zu nutzen und damit die erwünschten Wirkungen zu erzielen, desto besser sind wir in der Lage, große und kleine technische Herausforderungen nicht nur zu bewältigen, sondern auch besonders gute Lösungen zu entwickeln. Das gilt für Jung und Alt gleichermaßen und für simple Tätigkeiten genauso wie für anspruchsvollere Vorhaben, wie z. B. das Öffnen eines widerspenstigen Marmeladenglases oder die Erfindung eines automatischen Müllsammelroboters.

Die Broschüre beginnt mit einer Einführung in die Technik: Was sind ihre Charakteristika und welche Unterschiede bzw. Überschneidungen gibt es zu den Naturwissenschaften? Im Anschluss folgt eine Übersicht über die Ziele technischer Bildung und wünschenswerte technikbezogene Lernprozesse bei Kindern im Kita- und Grundschulalter. Ein kurzer Ausschnitt aus den Bildungs- und Rahmenlehrplänen der Länder schließt das Kapitel ab.

Das zweite Kapitel bietet viele praktische Ideen, wie technische Bildung mit Kindern gestaltet werden kann. Im ersten Teil werden vier Methoden der Technikdidaktik vorgestellt. Darauf folgt ein Abschnitt zum problembasierten, entwickelnden Lernen am Beispiel einer Fantasiegeschichte über einen fremden Planeten. Den Abschluss des Kapitels bildet das Thema „Kraft- und Bewegungsübertragung“ in einer selbst gebauten Kettenreaktion.

Diesem Kapitel schließt sich ein Beitrag von Dr. Hermann Krekeler an, der zeigt, wie man mit Trinkhalmen, viel Spaß und Körpereinsatz den Gesetzen der Mechanik auf die Schliche kommen kann.

Im letzten Kapitel sind die wichtigsten Fakten über die besprochenen Kräfte und Wirkungen noch einmal in anschaulicher Form zusammengefasst, so dass man bei Bedarf schnell nachschlagen kann, aber sicher auch das ein oder andere Neue erfährt.

Weiterführende Lesetipps und Links finden Sie am Ende dieser Broschüre.

<sup>1</sup> Im Folgenden werden unter dem Begriff „Kita“ alle Einrichtungen wie Kindergärten, Kindertagesstätten, Kinderläden und Vorschuleinrichtungen zusammengefasst, unter den Begriffen „Hort und Grundschule“ sämtliche Einrichtungen wie Halb- und Ganztagsgrundschulen, Horte und Institutionen mit unterrichtsergänzenden Angeboten.

**Gesellschaft**  
Funktion  
Wissen  
Trägheit  
Werkzeug  
Hebel  
Entwickeln  
Verfahren  
Reibung  
Maschinen  
Technik  
Gestaltung  
Mechanismen  
Fliehkraft  
Probleme  
Wippe  
Können  
Zweck  
Lösungen  
Konstruieren  
Schwerkraft  
Federkraft  
Umwelt  
Geräte  
Erfinden

# TECHNIK UND TECHNISCHE ALLGEMEINBILDUNG

## Was ist Technik?

Diese Frage lässt sich nicht mit einem einzigen Satz beantworten. Der Begriff „Technik“ bezieht sich einerseits auf sämtliche technischen Errungenschaften, die von Menschen entwickelt wurden, wie etwa Geräte und Maschinen, andererseits aber auch auf deren Entstehung und Verwendung. Zur Technik gehört daher ebenfalls all unser Wissen und Können, mit dem wir diese „Artefakte“ erfinden und benutzen. Darüber hinaus beeinflusst Technik in hohem Maße die Gesellschaft, in der sie entsteht und genutzt wird: Je nachdem wie sich Technik weiterentwickelt, ändert sich z. B. unsere Art zu kommunizieren, zu arbeiten oder unsere Freizeit zu gestalten. Technik ist also sehr eng mit Wirtschaft, Gesellschaft, Politik und Kultur verflochten, entsprechend existieren verschiedene Technikdefinitionen mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen.

Das Angebot der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ orientiert sich an einem Technikbegriff des allgemeinbildenden Technikunterrichts, der sich durch folgende Definition beschreiben lässt:

„ *Technik ist die zweckorientierte Gestaltung der Welt durch den Menschen.*“

Die zentralen Merkmale von Technik sind dabei:

- Technik ist immer auf einen konkreten Zweck ausgerichtet. Wir handeln technisch, um damit einen Bedarf oder Wunsch zu erfüllen.
- Typisch für Technik ist, dass zur Problemlösung nicht nur eine, sondern viele unterschiedliche Möglichkeiten infrage kommen.
- Charakteristisch für Technik ist außerdem, dass zur Problemlösung häufig Dinge oder Geräte eingesetzt und technische Verfahren angewandt werden.

Haben wir z. B. den Wunsch, es auch bei kalter Witterung warm zu haben, dann können wir uns in wärmende Kleidung oder Decken hüllen, ein Feuer entzünden, die Heizung anmachen, eine Wärmflasche mit heißem Wasser füllen oder uns in ein Gebäude begeben, das gegen Kälte und Zugluft möglichst gut isoliert ist. Für den Bedarf „Wärme“ gibt es also viele Lösungsmöglichkeiten, etwa technische Produkte wie Wärmflasche bzw. Heizung oder technische Verfahren wie das Anzünden eines Feuers oder die Herstellung von Kleidung.

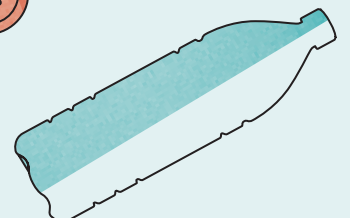
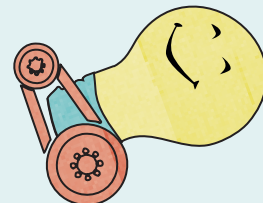
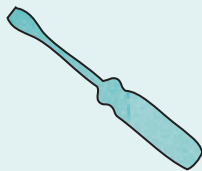
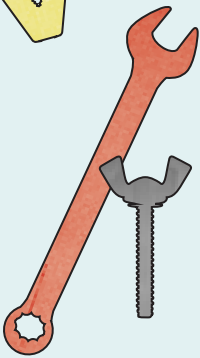
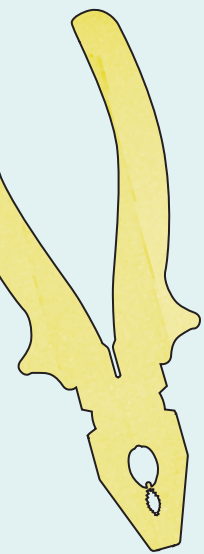
## Kräfte nutzen und Wirkungen erzielen

In dieser Broschüre liegt der Fokus auf den Kräften, denen wir ständig im Alltag ausgesetzt sind. Wir erfahren sie am eigenen Körper, aber sie spielen auch in vielen technischen Geräten oder Verfahren eine wichtige Rolle. Zu diesen Kräften gehören:

- die Reibungskraft, ohne die z. B. kein Knoten halten würde und kein Streichholz entzündet werden könnte,
- die Hebelkraft, die wir auf der Wippe oder beim Hämmern nutzen,
- die Federkraft, die Matratzen gemütlich macht und Kugelschreiberminen zurückfedern lässt,
- die Fliehkraft, die Autofahrerinnen und Autofahrer aus der Kurve schleudert und die Fahrt im Kettenkarussell so aufregend macht,
- die Trägheit, die es so mühsam macht, eine schwere Bücherkiste vorwärtszuschieben
- und die Schwerkraft, ohne die alles um uns herum ins All davonschweben würde – sogar wir selbst.

Manchmal sind diese Kräfte hinderlich, manchmal nützen sie uns. Wir greifen ständig ganz gezielt ein, um ihre Wirkung auszugleichen, zu verringern oder zu verstärken. Um ein rutschiges Marmeladenglas zu öffnen, nehmen wir ein raues Handtuch zu Hilfe, aber wir ölen eine Türangel, damit sie nicht quietscht – wir verstärken bzw. verringern damit die Reibung. Wir holen uns ein weiches, federndes Kissen, weil das bequemer ist als der harte Holzstuhl, aber wir würden keinen Hammergriff abfedern, denn der soll steif und fest sein. Viel von unserem Umgang mit ganz alltäglichen Dingen hat mit diesen Kräften zu tun und wir handeln dabei technisch: Wir verfolgen einen bestimmten Zweck.

Auf dem Wimmelbild auf den Seiten 12 und 13 können die Mädchen und Jungen zahlreiche Situationen aus ihrem Alltag entdecken, in denen diese Kräfte eine wichtige Rolle spielen. Da sie alle ununterbrochen wirksam sind und häufig mehrere davon Einfluss auf einen bestimmten Effekt haben, ist nicht immer einfach zu erkennen, welche Kraft in einer bestimmten Situation besondere Aufmerksamkeit verdient. Je mehr die Kinder bereits über Kräfte und Wirkungen herausgefunden haben, z. B. mit Hilfe der Praxisideen aus dieser Broschüre und den begleitenden Karten-Sets, desto mehr werden sie davon auf dem Wimmelbild wiedererkennen. Es lohnt sich also, das Bild häufiger zu betrachten, sicher gibt es jedes Mal etwas Neues zu entdecken.



## Ist das nicht eher Physik?

Kräfte, Wirkungen und mechanische Gesetzmäßigkeiten – das verbinden wir häufig mit Physik, aber nicht unbedingt mit Technik. Tatsächlich gibt es bei diesem Thema viele Berührungspunkte zwischen Technik und Physik, aber auch große Unterschiede, die charakteristisch für diese Wissenschaften sind.

In der Technik geht es darum, Lösungen für konkrete Probleme zu entwickeln. In der technischen Bildung steht daher das entwickelnde oder problembasierte Lernen im Vordergrund. Die Kräfte und Wirkungen stellen dabei ein Regelwerk dar, das wir berücksichtigen müssen, damit unsere Lösungen zum Erfolg führen. Nur unter Beachtung dieser Regeln funktionieren die von uns erdachten Mechanismen und haben unsere technischen Handlungen, wie z. B. das Öffnen einer Tür, die gewünschte Wirkung. Zu einem bestimmten Problem sind außerdem immer mehrere technische Lösungen denkbar. Ob eine konkrete Lösung gut oder schlecht ist, hängt davon ab, wie erfolgreich sie den jeweiligen Zweck erfüllt.

*In der Technik geht es darum, Probleme zu lösen.*

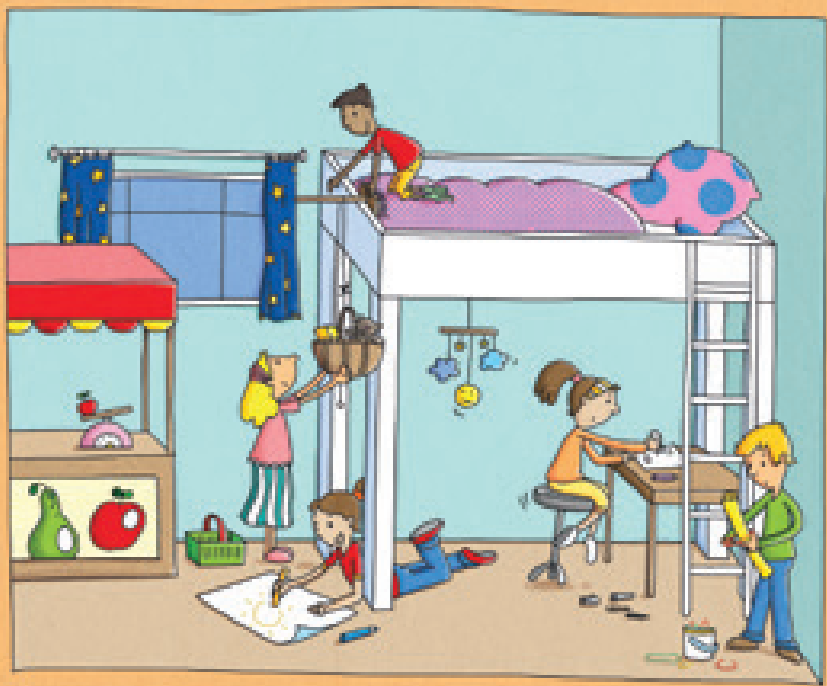


In den Naturwissenschaften geht es darum, allgemeingültige Erkenntnisse zu gewinnen und Antworten auf Forscherfragen zu finden. In der naturwissenschaftlichen Bildung steht daher das forschende Lernen im Vordergrund. Aus naturwissenschaftlicher Sicht sind Kräfte und Wirkungen Forschungsobjekte, und wir untersuchen sie, um Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge über sie herauszufinden. Verfolgt man eine spezielle Frage, dann sucht man i. d. R. nach einer einzigen, eindeutigen Antwort, nach einer naturwissenschaftlichen Erkenntnis. Ob diese Antwort richtig oder falsch ist, hängt davon ab, wie zutreffend sie die (neuesten) Forschungsergebnisse erklären kann.

Für jüngere Kinder, die gerade erst damit beginnen, sich mit diesen Kräften und Wirkungen systematisch auseinanderzusetzen, spielt diese scharfe Trennung zwischen Natur- und Technikwissenschaften eine untergeordnete Rolle. Hier empfiehlt es sich, die Mädchen und Jungen zunächst spielerisch erkunden zu lassen, in welcher Weise diese Kräfte für sie von Bedeutung sind und in welchen Situationen, Handlungen oder Geräten sie spürbar sind. Die Kinder können erste qualitative Unterschiede entdecken, z. B., dass das Trampolin stärker federt als ein Kissen oder dass man auf der Rutsche mit einer Filzmatte schneller ist als mit einer Badewanneneinlage. Erst wenn die Mädchen und Jungen entsprechende Erfahrungen mit diesen Kräften gemacht haben, können sie zielgerichtet ihre eigenen Ideen umsetzen.

*In den Naturwissenschaften geht es darum, Erkenntnisse zu gewinnen.*





MÖGE DIE KRAFT  
MIT DIR SEIN! 🎵



## Frühe technische Bildung

Das Ziel der technischen Allgemeinbildung sind technisch gebildete Laien, also Menschen, die Technik im Alltag nutzen, mit ihr umgehen und sie bewerten können. Technisch mündige Bürgerinnen bzw. Bürger sollten weder Berührungsängste gegenüber Technik haben noch von unkritischer Technikgläubigkeit geprägt sein.<sup>3</sup>

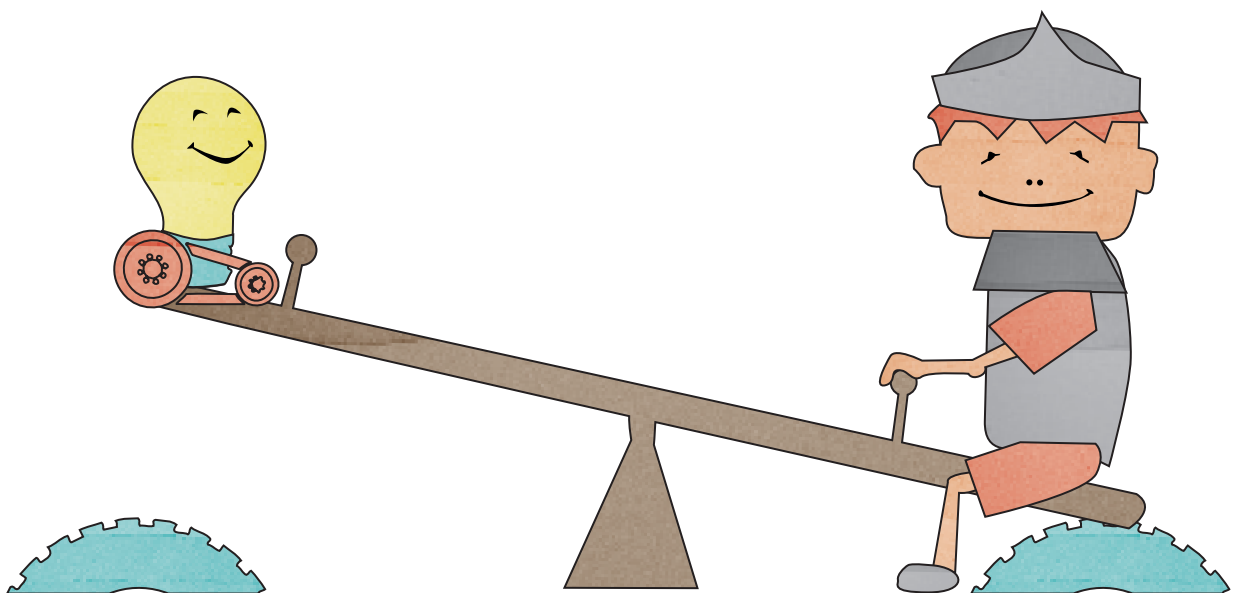
Das Angebot „Technik – Kräfte und Wirkungen“ der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ möchte zu diesem übergeordneten Ziel beitragen und Kinder im Kita- und Grundschulalter darin unterstützen, grundlegende technikbezogene Kenntnisse, Fähig- und Fertigkeiten kennen zu lernen und diese weiterzuentwickeln. Die einzelnen Lernprozesse, die dabei angestrebt werden, lassen sich vier Kategorien zuordnen.



### Denken und Vorgehen im Umgang mit technischen Sachverhalten

Zur Technik gehören viele typische Tätigkeiten und Vorgehensweisen, in denen sich die Mädchen und Jungen ausprobieren und dabei ihre Fähigkeiten altersangemessen verfeinern können. Mit den Praxisideen dieser Broschüre und den begleitenden Karten-Sets können sie eigene Produkte planen, entwickeln und konstruieren, schrittweise optimieren und vielleicht sogar in Serie fertigen. In weiteren Anregungen geht es darum, bestehende technische Lösungen systematisch zu untersuchen und herauszufinden, wie man sie bedient und verwendet. Darüber hinaus üben sich die Kinder darin, technische Sachverhalte zu beschreiben und zu beurteilen sowie zwischen verschiedenen Lösungen eine begründete Entscheidung zu treffen.

Je jünger die Mädchen und Jungen sind, desto spielerischer und kleinschrittiger sollten die ersten Begegnungen mit diesen techniktypischen Tätigkeiten und Vorgehensweisen sein. Das Untersuchen und Analysieren von technischen Geräten kann z. B. zunächst einfach durch Ausprobieren erfolgen. Wie benutzt man es? Wofür eignet es sich, wofür nicht? Was muss man eventuell beachten, damit die Benutzung am besten klappt? Bereits solche einfachen Fragen bieten viel Raum für technische Erkundungen und geben Anlass zu weiteren individuellen und altersangemessenen Fragestellungen.



## Technisches Wissen

Der Bereich „Technisches Wissen“ besitzt vier Komponenten: Die Kinder entwickeln ein (Meta-)Verständnis dafür, was Technik eigentlich ist, sie lernen grundlegende Wirkprinzipien und darauf basierende technische Mechanismen kennen und erwerben Wissen über Materialeigenschaften sowie über Werkzeuge und Geräte.

In der vorliegenden Broschüre stehen die ersten beiden Komponenten im Vordergrund: die grundlegenden Wirkprinzipien und ein erstes Verständnis dafür, dass Technik mehr ist als nur die Geräte und Maschinen, die uns umgeben.

Die Mädchen und Jungen erkunden die Kräfte, denen wir im Alltag ständig begegnen, z. B. Reibung, Hebelkraft oder Trägheit. Sie nutzen sie für ihre eigenen Zwecke und entdecken sie in den Funktionsmechanismen von Alltagsgeräten. Sowohl für jüngere als auch für ältere Kinder ist die eigene Körpererfahrung ein guter Einstieg in dieses Themenfeld: Wir alle spüren die Wirkungen dieser Kräfte tagtäglich am eigenen Leib, und die Mädchen und Jungen erleben sie ganz besonders beim Spielen und Toben, z. B., wenn sie rutschen, wippen, hopsen, schaukeln oder rennen.

Zum Verständnis von Technik gehört die Erkenntnis, dass es zu einem gegebenen Problem viele mögliche Lösungen gibt und es von der speziellen Situation abhängt, welche besser oder schlechter geeignet ist. Das können die Kinder beispielsweise erfahren, wenn sie verschiedene Produkte vergleichen, die den gleichen Zweck haben, oder ihre eigenen Ideen zu einer bestimmten Problemstellung entwickeln und prüfen, ob und wie ihr Vorgehen das Problem lösen kann. Die Bewertung, ob eine Lösung besser oder schlechter ist, erfolgt immer auch nach ganz persönlichen Kriterien. Selbst sehr junge Mädchen und Jungen haben häufig einen Favoriten, wenn sie unter mehreren Produkten mit dem gleichen Zweck wählen dürfen, z. B. unter verschiedenen Scheren. Ein erster Schritt zum systematischen Bewerten und Vergleichen kann darin bestehen, die Kinder aufzufordern, ihre Vorlieben und Abneigungen dazu in Worte zu fassen und für die anderen nachvollziehbar zu beschreiben.

Zum (Meta-)Verständnis von Technik gehört ebenfalls Wissen darüber, wie Technik entsteht. Technische Produkte sind nicht von Natur aus da, sie werden von Menschen hergestellt. Auch technische Handlungen sind nicht angeboren, sie werden entwickelt, verfeinert und können erlernt werden. Die Mädchen und Jungen sollten zudem auch der Frage nachgehen, was eigentlich typische Merkmale und Tätigkeiten eines technischen Berufs sind, z. B.: Welche Werkzeuge braucht eine Schusterin oder ein Schuster? Was wird alles in einer Autowerkstatt gemacht? Wie arbeitet die Müllabfuhr? Ein Besuch in einem Handwerksbetrieb kann sehr aufschlussreich sein und die Kinder zu weiteren Fragen über Technik anregen.

Jüngere Mädchen und Jungen haben i. d. R. viel Freude daran, die von ihnen bei diesen Exkursionen entdeckten Tätigkeiten und Merkmale im Spiel nachzuahmen, etwa im Sandkasten Bauarbeiterin oder Bauarbeiter zu spielen und dabei nicht nur Schaufel und Spielzeugbagger zu verwenden, sondern vielleicht auch ein selbst gebasteltes Absperrband um ihre „Baustelle“ zu spannen oder Handschuhe anzuziehen. Das kann dann z. B. Anlass für eine gemeinsame Diskussion in der Kindergruppe sein, warum solche Hilfsmittel wichtig sind, obwohl sie nicht unmittelbar zum eigentlichen Bau beitragen. Je erfahrener die Mädchen und Jungen sind, desto mehr Inspiration können sie aus solchen Besuchen für ihr eigenes technisches Handeln gewinnen.

Vielleicht fällt ihnen auf, wie akkurat eine Uhrmacherin oder ein Uhrmacher die Arbeitsflächen aufteilt: die Werkzeuge sorgfältig sortiert auf der einen Hälfte und ein freier, sauberer Platz zum Arbeiten auf der anderen Hälfte des Tisches. Wie wäre es, das für die eigenen Vorhaben genauso zu machen?





## Motivationale und emotionale Aspekte im Umgang mit Technik

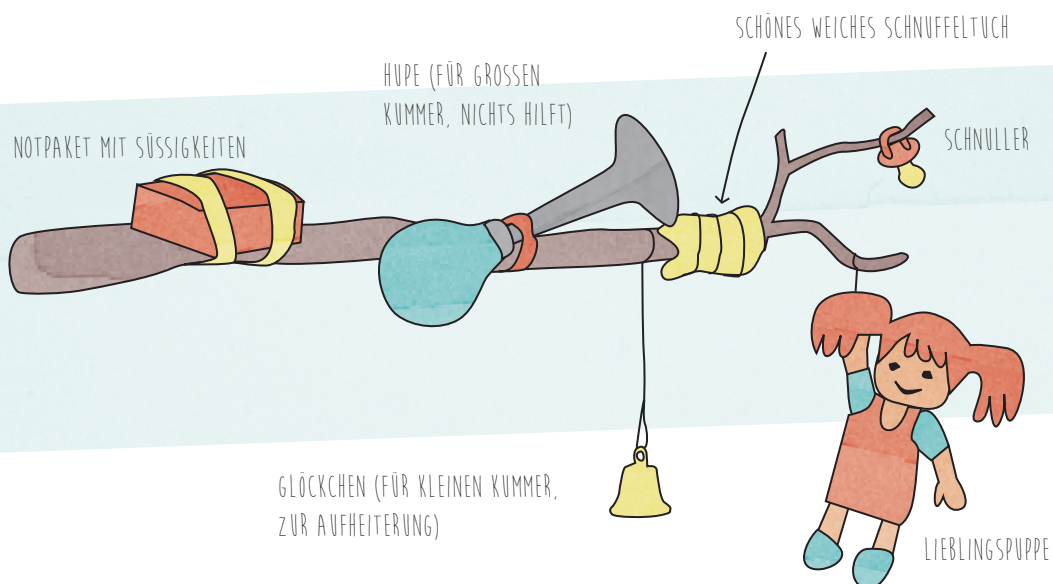
Die meisten Kinder im Kita- und Grundschulalter sind technischen Fragestellungen gegenüber sehr aufgeschlossen und bringen bereits eine hohe Motivation mit, ihre Ideen zu verwirklichen oder eigene Produkte herzustellen. Diese positive Grundeinstellung ist eine wunderbare Voraussetzung für eine offene und sachliche Haltung gegenüber Technik, die für technisch mündige Bürgerinnen und Bürger angestrebt wird. Die Anregungen und methodischen Hinweise in dieser Broschüre sollen daher auch auf dieser Ebene Lernprozesse unterstützen. Angestrebt wird, dass die Mädchen und Jungen realistisch beurteilen können, welche technischen Herausforderungen sie selbst bereits erfolgreich meistern können. Unter den Arbeitsweisen, Materialien und Werkzeugen, die sie kennen und die ihnen zur Verfügung stehen, sollten sie eine sinnvolle Auswahl treffen können, um ihr (technisches) Handlungsziel zu erreichen.

Darüber hinaus sollten die Kinder mit zunehmendem Alter die Bedeutung technischer Tätigkeiten und Berufe für die Gesellschaft kennen lernen. All diese Fähigkeiten tragen dazu bei, dass ihr individuelles Interesse an Technik durch die eigene Könnenserfahrung geprägt wird und nicht durch gesellschaftliche Vorurteile oder Stereotype.

## Technische Kreativität

Technische Kreationen erfordern von ihren Schöpferinnen und Schöpfern Kreativität. Dabei steht hier nicht eine mitgebrachte Begabung im Vordergrund, sondern das sichtbare und beobachtbare (kreative) Verhalten der Mädchen und Jungen während der Denk- und Arbeitsprozesse sowie die Lösungen, zu denen sie dabei gelangen. Deshalb spielt hierbei z. B. nicht nur der Einfallsreichtum der endgültigen Lösung eine Rolle, sondern auch die Ausdauer der Kinder, während sie ihre Ideen ausprobieren, verbessern oder für neue, andere Lösungsansätze verwerfen, bis sie selbst mit ihren Ergebnissen zufrieden sind. Hier sollen mit Hilfe der Praxisideen und methodischen Hinweise für Sie als pädagogische Begleitung Lernprozesse angestoßen werden, bei denen die Mädchen und Jungen ihre technischen Problemlösefähigkeiten weiterentwickeln.

### KLEINE-GESCHWISTER-TRÖSTE-MASCHINE<sup>4</sup>



# Technik in den Bildungs- und Rahmenlehrplänen

In den Bildungsplänen der Kitas finden sich vielfältige Aspekte der technischen Bildung. Häufig aufgeführt werden dabei: die Wirkungen von Kräften zu erkennen und erfahren sowie Werkzeuge und Werkstoffe kennen zu lernen und mit ihnen umzugehen. Auch das Trainieren der Feinmotorik und Auge-Hand-Koordination sowie die Erkundung der Technik im Alltag werden in den Bildungsplänen genannt. Ein weiterer wichtiger Aspekt der technischen Bildung, der in nahezu allen Bildungsplänen der Bundesländer auftaucht, ist die gegenseitige Beeinflussung von Umwelt und Technik.

Neben dem technischen Wissen werden auch technische Denk- und Handlungsweisen in den Bildungsplänen erwähnt. Genannt werden z. B. Bauen und Konstruieren, das Durchführen technischer Experimente, die Analyse technischer Geräte, das Bilden und Prüfen von Hypothesen sowie Beobachten, Vergleichen, Bewerten, Reparieren und Herstellen.

Weiterhin tauchen motivationale Aspekte in den Bildungsplänen auf: Die Kinder sollen Selbstwirksamkeit erfahren, Freude am Gelingen haben und lernen, dass es einen Unterschied für die Gesellschaft macht, wenn sie sich mit der sie umgebenden Technik beschäftigen. Neben ihrer Kreativität, Ausdauer und Sorgfalt soll außerdem ihre Sozialkompetenz durch gemeinsames Arbeiten, Teilen und gegenseitige Rücksichtnahme gefördert werden.

## *In den Bildungsplänen*

Ein bundesweit etabliertes Schulfach zu Technik gibt es nicht und die technikbezogenen Vorgaben der Curricula unterscheiden sich stark von Bundesland zu Bundesland. In Bayern, Sachsen und Thüringen gibt es in der Grundschule das Fach „Werken“, das Kernbereiche der technischen Bildung abdeckt. In den meisten anderen Bundesländern, z. B. Berlin, Bremen, Hessen, Rheinland-Pfalz oder Saarland, ist es vor allem der Sachunterricht, in dem u. a. auch Technikunterricht stattfindet. In Baden-Württemberg dagegen tauchen technische Aspekte im Fächerverbund „Mensch, Natur, Kultur“ auf. Lediglich in Schleswig-Holstein ist ein Schulfach unter dem Namen „Technik“ im Grundschullehrplan zu finden. Zu erwähnen ist allerdings, dass das Schulfach „Technik“ in einigen Bundesländern vereinzelt in anderen Schulformen durchaus vorkommt, z. B. in Bayern im Gymnasium oder in Baden-Württemberg als Wahlpflichtfach in der Realschule.

## *In den Rahmenlehrplänen*

In den Rahmenlehrplänen zum Fach „Werken“ werden u. a. folgende Stichworte aufgeführt:

Wissen über technische Zusammenhänge und Vorgänge

Wissen über Materialeigenschaften und Werkzeuge

Kennenlernen von Werkstoffen und Fertigungsverfahren

Planen, Herstellen und Vergleichen

Fähigkeiten zur Untersuchung technischer Artefakte

Feinmotorische Fähigkeiten und Fertigkeiten

Wartung und Pflege

Technik im Alltag, Bauwesen, Verkehrswesen, Ver- und Entsorgung, Strom



Die Inhalte im Sachunterricht weisen jeweils regionaltypische Besonderheiten auf, jedoch hat die Gesellschaft für die Didaktik des Sachunterrichts (GDSU), der bundesweite Fachverband für dieses Schulfach, einen Perspektivrahmen<sup>5</sup> geschaffen. Als technische Inhalte werden darin z. B. die Werkzeug- und Materialkunde genannt, aber auch die technischen Handlungen Planen, Bauen, Konstruieren, Erfinden, Montieren, Demontieren, Analysieren, zeichnerisches Entwerfen und Darstellen, Experimentieren, Vergleichen und Bewerten. Dazu gehören u. a. auch, technische Zusammenhänge zu verstehen und zu erklären, wichtige Erfindungen nachzuvollziehen, ihre Bedeutung zu erfassen und in geschichtliche Zusammenhänge einzuordnen.

Darüber hinaus werden technische Themen häufig in anderen Fächern aufgegriffen, z. B. in Geschichte, Naturwissenschaften, Deutsch oder Religion. Die technischen Inhalte haben dort häufig eine motivierende Funktion, bleiben dabei jedoch weitgehend isoliert voneinander.



## Der Blick vom Kind aus – die Entwicklung der Intentionalität

Ab wann beginnen Kinder also bewusst ein Ziel zu verfolgen, Hindernisse auf dem Weg dorthin zu überwinden und eigene Strategien dafür zu entwickeln? Zwei kognitive Prozesse sind für dieses intentionale Handeln besonders hervorzuheben: das Planen und das analoge Schließen, also der Vergleich neuer Problemstellungen mit bereits bekannten. Für das analoge Schließen ist es von großer Bedeutung, über welche Konzepte die Mädchen und Jungen ab wann verfügen, d. h. welche Vorstellungen sie darüber haben, wie man Gegenstände, Ereignisse oder Eigenschaften gruppieren kann, z. B.: Alle Tassen sind zum Trinken geeignet. Nur Lebewesen können sich von selbst bewegen.

Für folgende Entwicklungsschritte gibt es empirische Belege:

- ➔ Ab etwa drei Monaten können Babys ihre eigenen Aktivitäten mit den Effekten und Reaktionen in ihrer Umgebung verknüpfen.
- ➔ Ab etwa sechs Monaten zeigen sie Lust an rhythmisch wiederholten Bewegungsabläufen („Funktionslust“).<sup>6</sup>



- Mit etwa einem Jahr können Kinder einfache Pläne machen und ausführen. Z. B. zeigt eine Studie, dass zwölf Monate alte Mädchen und Jungen einen dreistufigen Plan entwickeln und durchführen, um an ein Spielzeug zu gelangen, das außerhalb ihrer Reichweite liegt. Sie mussten dazu eine Barriere entfernen, anschließend ein Tuch zu sich heranziehen, an dem eine Schnur befestigt ist, und dann an dieser Schnur ziehen, um das daran geknotete Spielzeug zu erreichen.
- Ebenfalls um den ersten Geburtstag herum beginnen Kinder, vermehrt von bekannten Gegenständen auf neue, unbekannte Objekte zu schließen. Dabei orientieren sie sich überwiegend an der Form, aber auch an Farbe, Größe, Ort oder Bewegung der Objekte. Dabei wird häufig nicht die Gesamtheit des Objekts zum Vergleich herangezogen, sondern nur bestimmte Merkmale, z. B. „Beine“ für die Kategorie „Tiere“ und „Räder“ für die Kategorie „Fahrzeuge“. Hinzu kommt nach und nach die Fähigkeit, Gegenstände anhand ihrer Funktion zu klassifizieren, z. B., ob man mit ihnen bestimmte Geräusche erzeugen kann, sowie danach, welche Handlungen mit ihnen verknüpft sind, z. B. Trinken oder Schütteln.
- Die so genannten Basiskategorien von ein- bis zweijährigen Kindern sind ähnlich, aber nicht immer deckungsgleich mit denen der Erwachsenen. In diesem Alter bezeichnen die Mädchen und Jungen z. B. mit dem Begriff „Ball“ auch Walnüsse, Perlen oder runde Spardosen und Kerzen, d. h. eher eine Klasse von „Dingen, die rollen können“. Erst ab zwei Jahren sind sie dann in der Lage, weniger hervorstechende Merkmale, wie z. B. den Docht der Kerze oder den Schlitz der Spardose, zur Kategorisierung heranzuziehen, also die Objekte eher nach ihrer Funktion als nach ihrer äußerlichen Beschaffenheit zu gruppieren.
- Ab dem Vorschulalter werden vermehrt Kausalbeziehungen zur Konzeptbildung genutzt – viele Kinder beginnen mit vier, fünf Jahren mit den berühmten endlosen „Warum“-Fragen. Das Verständnis, warum Objekte so beschaffen sind, wie sie es sind, hilft den Mädchen und Jungen neue Begriffsklassen zu bilden und zu behalten. Es gibt Hinweise darauf, dass sich bereits Babys für Kausalbeziehungen interessieren und ihr Wissen darüber zur Bildung ihrer Konzepte beiträgt.<sup>7</sup>



In Bezug auf das intentionale Handeln ist es eine interessante Beobachtung, dass viele Kinder nicht in der Lage sind, ihr Vorgehen zu planen und strategisch zu handeln, selbst in Situationen, in denen Planung für die Problemlösung vorteilhaft wäre. Drei Faktoren dürften besonders dazu beitragen, warum ihnen das Planen schwerfällt (vgl. Siegler, R. et al., 2008).

- Planen erfordert die Fähigkeit, spontane Handlungen zu unterdrücken und den Wunsch zu hemmen, sich ohne Umwege auf das angestrebte Ziel zuzubewegen. Diese Kompetenz zur „Inhibition“ entwickelt sich in wesentlichen Teilen erst ab etwa fünf Jahren.
- Kleine Kinder sind übermäßig optimistisch und überschätzen häufig ihre Fähigkeiten, etwa sich Dinge zu merken oder einem Vorbild etwas nachzumachen. Dieser übergroße Optimismus führt dann z. B. zu der Annahme, sie bräuchten keinen Plan, um an ihr Ziel zu gelangen, und lässt die Mädchen und Jungen voreilig handeln.
- Pläne führen nicht immer zum Erfolg, und auch Kinder machen früh die Erfahrung, dass sie ihr Ziel trotz eines Plans nicht erreichen. Unabhängig davon, ob der Plan schlecht überlegt oder einfach nur ungenügend ausgeführt war, sorgt diese Erkenntnis dafür, dass das Planen nicht unbedingt als attraktiv angesehen wird.

Die Fähigkeit und die Bereitschaft zu planen, wächst jedoch umso mehr, je öfter die Kinder Gelegenheit haben, mit erfahreneren „Planerinnen und Planern“ zusammenzuarbeiten und dabei zu erleben, dass das Planen in den meisten Fällen wesentlich zum Erfolg beiträgt.



**ANREGUNGEN FÜR DIE  
PÄDAGOGISCHE PRAXIS**

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Frage, wie der Zugang zu Technik für die Kinder alltagsrelevant gestaltet werden kann. Anhand unterschiedlicher Herangehensweisen werden geeignete Inhalte und Aufgabenstellungen vorgestellt, mit denen die Mädchen und Jungen techniktypische Denk- und Handlungsmuster kennen lernen und sich darin üben können.

Im darauf folgenden Abschnitt geht es um das problembasierte, entwickelnde Lernen: Die Kinder werden dabei auf unterschiedliche Arten mit Problemen konfrontiert und entwickeln eigene Ideen, wie man sie lösen könnte.

Im letzten Teil stehen die Kraft- und Bewegungsübertragung bei einer Kettenreaktion im Mittelpunkt. Hier bieten sich viele Möglichkeiten, Kräfte und ihre Wirkungen gezielt einzusetzen, um ein bestimmtes Ergebnis zu erreichen.

## Methoden der Technikbildung

Bei den vier technikdidaktischen Methoden, die hier vorgestellt werden, handelt es sich um die Analyseaufgabe, das technische Experiment, die Herstellungsaufgabe und das Erfinden. Jede dieser Methoden nähert sich einem technischen Problem und seinen möglichen Lösungen auf andere Weise und ist mit typischen Fragestellungen verknüpft.

### TIPP

Auf den Methodenkarten aus dem Karten-Set für pädagogische Fach- und Lehrkräfte „Technik – Kräfte und Wirkungen“ wird für jede dieser didaktischen Methoden ein ausführliches Praxisbeispiel anhand des Produkts „Katapult“ vorgestellt.



## Die Analyseaufgabe

### Wozu eine Analyse?

Bei der Analyse geht es darum, die Funktionsweise eines technischen Objekts oder eines technischen Prozesses genau zu untersuchen und nachzuvollziehen.

Der Anlass für eine Analyse kann reine Neugier sein bzw. der Wunsch, zu verstehen, warum dieses Objekt genau das macht, was es tun soll. Meistens soll eine Analyse aber eine konkretere Fragestellung beantworten, z. B., wie man das Objekt nachbauen könnte, wie man es repariert, wenn es seinen Zweck nicht mehr ordnungsgemäß erfüllt, oder dazu dienen, um sich zwischen verschiedenen Produkten zu entscheiden, die zwar den gleichen Zweck erfüllen, aber unterschiedlich gebaut sind.

Bei einer Analyseaufgabe lernen die Kinder, Funktionen und Wirkungsweisen nachzuvollziehen und zu beschreiben, einzelne Bauteile zu identifizieren und zu benennen, und sie üben sich darin, Vermutungen über die Aufgaben und das Zusammenspiel dieser Bauteile anzustellen und zu überprüfen.

Die Mädchen und Jungen gehen bei einer Analyse sehr konkreten und zunächst kleinschrittigen Fragen nach, die sie durch Ausprobieren und Untersuchen des Geräts, durch Beobachten seiner Wirkung und eventuell auch durch Auseinandernehmen beantworten können. Z. B.:

### Kinder und Erwachsene erkunden gemeinsam, wie Geräte funktionieren und benutzt werden.

- Aus welchen Einzelteilen besteht das Gerät?
- Wie sind die Einzelteile miteinander verbunden?
- Welche dieser Teile sind fest, welche beweglich?
- Welche Aufgabe hat das einzelne Bauteil? Hält es etwas fest? Setzt es ein anderes Bauteil in Bewegung? Stoppt es eine Bewegung?
- Wenn das Bauteil beweglich ist, wie kommt es in den Ursprungszustand zurück, so dass man das Gerät danach erneut einsetzen kann?
- Welche Merkmale des Bauteils sind wichtig? Ist es z. B. nötig, dass es steif oder flexibel ist, rund oder kantig, Rillen oder Bohrungen hat?
- Könnte man ein Bauteil auch weglassen, ohne dass die Funktion beeinträchtigt wird?
- Was muss man selbst tun, um das Gerät zu benutzen, was löst die anfängliche Bewegung aus?

Wenn bei einer Analyse unterschiedliche Produkte verglichen werden, die den gleichen Zweck erfüllen, ergeben sich neue Fragen, z. B., welche Bauteile bei allen Ausführungen vorhanden sind, ob sie ähnlich oder unterschiedlich beschaffen sind und welche Vor- oder Nachteile die verschiedenen Bauarten haben. Fahrradklingeln etwa haben üblicherweise einen Hebel, den man mit dem Daumen betätigt. Wie dieser Hebel in der Klingel befestigt ist, ob er groß oder klein ist, ob er einen Gummibelag besitzt oder nicht und was er im Inneren der Klingel auslöst, kann ganz unterschiedlich sein.

Daran schließt sich auch unmittelbar die Frage der Bewertung an: Was gefällt den Kindern an dem Gegenstand, was nicht? Welche Bauart finden sie am praktischsten, am schönsten, am besten und wie begründen sie ihre Entscheidung?





## Gemüseschäler-Analyse

Gemüseschäler gibt es mit festen oder beweglichen Klingen, diese können seitlich oder gerade angebracht sein. Manche Schäler schneiden mehrere schmale Streifen gleichzeitig oder sogar Spiralen, z. B. als Dekoration für Salate oder Rohkostteller.

### Los geht's: Ausprobieren

Die Mädchen und Jungen betrachten die verschiedenen Gemüseschäler, sie nehmen sie in die Hand und probieren aus, wie man sie benutzt. Dabei können sie sich gern gegenseitig Tipps geben und einander zeigen, wie sie beim Schälen vorgehen:

- ➔ Wie hält man den Gemüseschäler? Wie das Gemüse?
- ➔ Was muss man tun? Ziehen? Drücken? Drehen?
- ➔ Was passiert? Was entsteht? Lange Streifen? Kurze Schnipsel?
- ➔ Reicht ein Schälvorgang oder muss man mehrfach darüber gehen?
- ➔ Welche Schwierigkeiten treten auf? Können die Kinder Lösungen dafür finden?

### So geht es weiter: Untersuchen

Jetzt werden die Schäler genauer unter die Lupe genommen. Dabei werden auch die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der verschiedenen Ausführungen verglichen:

- ➔ Welche Teile sind fest? Welche sind beweglich?
- ➔ Wie sind die Teile miteinander verbunden?
- ➔ Haben alle Ausführungen ähnliche Einzelteile? Welche braucht man unbedingt, welche könnte man auch weglassen?
- ➔ Welche Einzelteile führen wohl zu besonderen Effekten, z. B. Spiralen?

Je nach Alter und Vorerfahrung der Mädchen und Jungen können Sie dabei auch entsprechende Begriffe für die Einzelteile anbieten, z. B. Klinge, Schneide, Griff, Gelenk, Niete, Schraube, Dorn. Dabei lohnt sich auch ein Vergleich mit einem einfachen Gemüsemesser. Womit können die Kinder z. B. eine Karotte besser schälen? Was genau ist einfacher, was schwieriger? An welchen Einzelteilen mag das liegen?

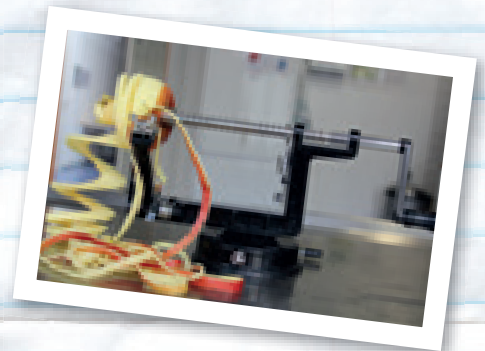
Spannend zu entdecken ist es auch, welcher Schäler für welche Art von Gemüse geeignet ist. Einige schälen nur harte Gemüsesorten gut, etwa Kartoffeln oder Äpfel. Weiches Gemüse, z. B. Tomaten, werden dabei jedoch nur zermatscht. Woran mag das liegen? Gibt es einen Schäler, der das besser kann? Falls ja, was ist am Aufbau dieses Schälers anders?

### Ergebnis: Das haben wir herausgefunden!

Gestalten Sie mit den Mädchen und Jungen eine kleine Gemüseschäler-Ausstellung. Die Kinder fertigen zu jeder Schäler-Variante einen Übersichtszettel an, auf dem z. B. die Einzelteile aufgeführt sind, Tipps, wie man ihn benutzt, und was ihnen an dem Modell besonders gefällt oder was sie stört. Neben den jeweiligen Schäler legen sie vielleicht noch die Gemüsesorten, die sich damit gut bearbeiten lassen. So können auch die Eltern und die Mädchen und Jungen anderer Gruppen Ihrer Einrichtung von der Analyse profitieren. Vielleicht steht gerade die Anschaffung eines neuen Gemüseschälers an? Jetzt sind die Kinder bestens darauf vorbereitet, eine begründete Auswahl zu treffen, denn sie kennen nun die Besonderheiten und Vor- bzw. Nachteile der verschiedenen Modelle.

### Material:

Lassen Sie jedes Kind von zu Hause einen Gemüseschäler mitbringen, außerdem je ein Stück Obst oder Gemüse.





### Weitere Ideen für Analysen

Für Analysen eignen sich zahlreiche mechanische Alltagsgeräte, die man in der Federtasche, in der Küche oder im Werkzeugkasten findet. Viele davon gibt es in speziellen Ausführungen für Links- und Rechtshänderinnen bzw. -händer. Welche kennen die Mädchen und Jungen? Wie unterscheidet sich die Links- von der Rechtshänderversion in ihrer Bauweise? Woran spürt man die Unterschiede in der Benutzung? Darüber hinaus erweisen sich die Alltagsgeräte bei genauerer Untersuchung als überraschend komplex, obwohl sie auf den ersten Blick ganz simpel erscheinen. Hier ein paar Beispiele:

Kugelschreiber mit Druck- oder Drehmechanismus. Spannend zu analysieren sind auch Kugelschreiber mit mehreren farbigen Mienen, bei denen durch den Druckmechanismus eine bestimmte Mine ausgewählt werden kann.<sup>8</sup>



Verschlüsse von Trinkflaschen. Viele Flaschen haben raffinierte Verschlüsse, bei denen der Deckel nicht nur abgeschraubt werden kann, sondern sich durch Ziehen oder Drehen eine kleinere Öffnung zum Trinken regeln lässt. Wie genau funktioniert das? Was für Bauteile sind daran beteiligt? Welche Lösung ist besonders praktisch und welche ist auslaufsicher? Wer braucht oder bevorzugt welche Art von Verschluss – Sportlerinnen und Sportler, sehr kleine Kinder, Reisende?

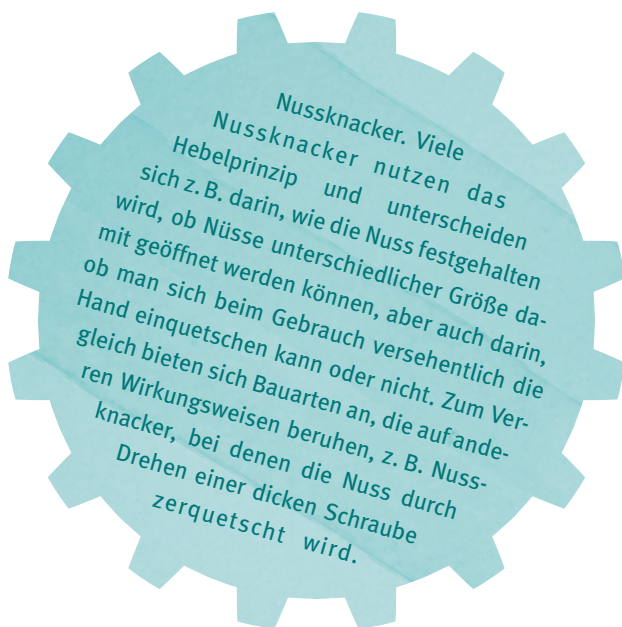


Anspitzer für Bunt- und Bleistifte oder Wachsmaler. Anspitzer gibt es in zahlreichen Ausführungen, z. B. mit oder ohne Auffangbehälter für die Späne, mit Kurbel oder sogar Motor, für ganz dünne oder ganz dicke Stifte.



Zangen unterschiedlichster Art. Warum sind einige Zangen so groß und andere winzig klein? Wie sind ihre Spitzen beschaffen – glatt oder geriffelt, breit oder spitz, gerade oder gebogen – und wofür sind sie wohl jeweils am besten geeignet? Manche Zangen kehren nach der Benutzung von allein in ihre Ausgangsstellung zurück, andere nicht, woran liegt das?





## Das technische Experiment

Ein technisches Experiment soll als Entscheidungshilfe dienen und Antworten auf Fragen liefern, die man für das weitere Vorgehen benötigt. Sucht man beispielsweise nach einer Lösung, um einen wackeligen Turm aus verschiedenen Kartons, Metalldosen und Holzstäben zu stabilisieren, dann könnte die Frage für ein Experiment lauten: „Welcher Klebefilm hält auf all diesen Materialien am besten?“

Bei einem technischen Experiment kommt es vor allem auf das systematische Vorgehen an. Die Fähigkeit und auch die Motivation der Kinder, sich ausschließlich auf ein einzelnes Detail eines technischen Produkts oder Verfahrens zu konzentrieren, entwickelt sich erst mit zunehmendem Alter und wachsender Erfahrung mit technischen Sachverhalten.

Je präziser die Frage formuliert ist, desto leichter lässt sich das Experiment durchführen und desto eindeutiger werden die Ergebnisse ausfallen. So wird ein Experiment zur Frage „Wie verbinde ich Holz und Metall am besten?“ viel aufwendiger sein und deutlich komplexere Antworten liefern, wenn neben Klebefilm auch Verbindungen mit Flüssigkleber, Nägeln, Schrauben, Gummibändern oder Schnüren untersucht werden sollen.

Damit ein Experiment möglichst klare Ergebnisse liefern kann, sollte außerdem nur ein einziger Parameter geändert werden. Im oben genannten Beispiel sollte also nur der Klebstoff ausgetauscht werden, nicht aber die verwendeten Holzleisten, Styroporstücke oder andere Elemente des Turms. Wenn man wissen möchte, wie diese Teile zur Stabilität beitragen, muss man weitere Experimente durchführen, bei denen dann nur die Holzleisten oder nur die Styroporstücke ersetzt werden.

Bei einem technischen Experiment üben sich die Mädchen und Jungen also darin, Fragen zu präzisieren, ganz genau zu beobachten, ihre Beobachtungen auszuwerten und darauf begründete Entscheidungen für ihre technischen Vorhaben zu treffen.

Das technische Experiment ist auch gut geeignet, um Kreativität und Schöpferium zu fördern, denn häufig entstehen bei der intensiven Auseinandersetzung mit einem Teilproblem Ideen für neue Lösungen, die vorher gar nicht bedacht wurden. Das technische Experiment erinnert in der Herangehensweise stark an das Vorgehen bei naturwissenschaftlichen Fragestellungen (vgl. Methode Forschungskreis<sup>9</sup>). Während dort das Ziel ist, Erkenntnisse zu einem bestimmten Phänomen zu gewinnen, hat die Durchführung des technischen Experiments einen anwendungsbezogenen Zweck.

### Wozu ein technisches Experiment?



### Technische Experimente am Knopfjojo

Ein so genanntes Porotiti oder Knopfjojo ist ein einfaches Spielzeug, das schnell gebaut werden kann: Durch einen Knopf wird ein langer Faden gefädelt und zur Schlaufe geknotet. Die Fadenschlaufe wird an beiden Enden festgehalten, mehrfach verdreht und dann abwechselnd auseinandergezogen und wieder gelockert. Dabei beginnt der Knopf, sich schnell um die eigene Achse zu drehen, manchmal sirtt und brummt er dabei. (Anstelle des Knopfs kann man auch eine Pappscheibe mit zwei Löchern in der Mitte verwenden.)

#### Los geht's: Das Knopfjojo und seine Bauteile kennen lernen

Bereiten Sie vor dem technischen Experiment ein oder mehrere Knopfjojos vor, und machen Sie sich selbst damit vertraut, wie man es in Gang setzt. So können Sie den Kindern bei Bedarf Tipps und Hilfestellungen geben.

Lassen Sie die Mädchen und Jungen dann die Knopfjojos ausprobieren und auch eigene bauen – mit den Knöpfen geht das sehr schnell. Wenn die Kinder herausgefunden haben, wie man damit spielt, fragen Sie sie, welche Ausführung ihrer Meinung nach am besten funktioniert. Woran mag das liegen? Am Abstand der Löcher? An der Größe des Knopfs oder der Pappscheibe? An der Länge des Fadens? Selbstverständlich möchten alle ihr perfektes Knopfjojo bauen, darum wird jetzt systematisch untersucht, wie der Knopf bzw. die Scheibe und die Fadenschlaufe dafür beschaffen sein müssen.

Für dieses Experiment eignet sich die Pappscheibe; die Mädchen und Jungen konzentrieren sich dabei zunächst auf den Abstand der beiden Löcher in der Scheibe. Alle anderen Parameter, also die Größe der Scheibe sowie die Länge und die Beschaffenheit des Fadens, bleiben dabei unverändert. Jedes Kind schneidet sich eine Pappscheibe mit einem Durchmesser von etwa acht Zentimetern zu. In jede Pappscheibe werden zwei Löcher gebohrt, aber jeweils mit unterschiedlichen Abständen von ganz nah beieinander bis ganz weit voneinander entfernt. Jetzt werden durch alle Scheiben die Fäden gefädelt und genau geprüft, welcher Lochabstand zu den besten Ergebnissen beim Spielen führt.

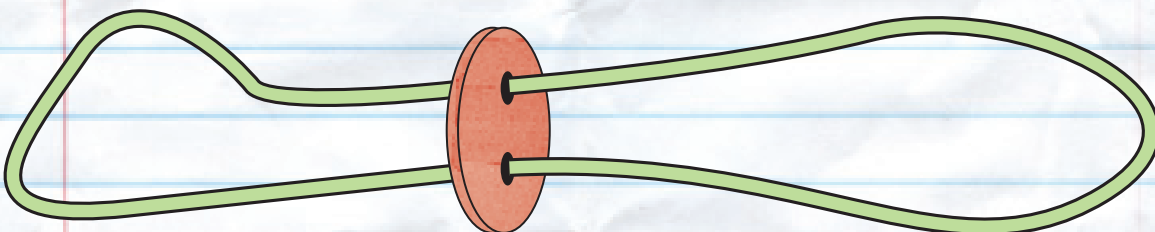
#### Ergebnis: Der perfekte Lochabstand und das nächste technische Experiment

Gibt es einen klaren Sieger unter den Scheiben mit unterschiedlichen Lochabständen? Dann wird dieser Wert notiert und alle folgenden Modelle werden entsprechend gebaut.

Wenn die Mädchen und Jungen ihr Knopfjojo noch weiter verbessern möchten, wird im Anschluss ein anderer Parameter geändert. Sie können z. B. untersuchen, ob eine größere oder eine kleinere Scheibe sich besser drehen lässt, ob es mit einem elastischen Band, wie Hutgummi oder Gummilitze, schneller läuft oder ob vielleicht eine drei- oder viereckige Scheibe noch stabiler dreht. Wichtig ist dabei, dass stets nur eine Größe gleichzeitig geändert wird, nur so kann das technische Experiment eine möglichst eindeutige Antwort auf die Frage nach dem perfekten Detail geben.

#### Material:

Feste Pappe, Scheren, Nagel, Dorn oder Handbohrer, eventuell einen Locher, Knöpfe in unterschiedlichen Formen und Größen, Fäden und Schnüre





## Weitere Ideen für technische Experimente

Wann immer bei einem technischen Vorhaben eine Entscheidung zwischen verschiedenen Lösungsmöglichkeiten getroffen werden muss oder eine Antwort auf eine Teilfrage zu einer Konstruktion gesucht wird, ist das ein Anlass für ein technisches Experiment. Auf dem Karten-Set für pädagogische Fach- und Lehrkräfte und dem Karten-Set für Kinder im Grundschulalter zum Thema „Technik – Kräfte und Wirkungen“ finden sich zahlreiche Beispiele dafür. Hier eine kleine Auswahl:

Auf der Karte „Federkraft – gespannt, gedreht, gezwirbelt“ werden Gummibänder für Schleudern verwendet. Die Mädchen und Jungen können technische Experimente dazu durchführen, welche Art von Gummibändern am besten geeignet ist, um Papiergeschosse möglichst weit zu schießen. Sie können aber auch untersuchen, ob es eine besonders gute Methode gibt, die Gummibänder mit den Fingern zu halten, z. B. einfach oder mehrfach gewickelt bzw. auf raffinierte Arten geknotet.



Mit der Karte „Reibung – Widerstand erlaubt“ untersuchen die Mädchen und Jungen, wie sie verschiedene Gegenstände, z. B. Schuhe oder Bücher, mit glatten, rauen bzw. strukturierten Unterlagen auf einer schiefen Ebene besser ins Rutschen bringen können. Anstelle der Unterlagen können sie auch die Neigung der schiefen Ebene oder das Gewicht der Gegenstände in den Mittelpunkt ihrer Experimente stellen und erkunden, unter welchen Bedingungen die Objekte am besten rutschen.

Auf der Karte „Hebelkraft – lang und kurz“ werden mehrere Praxisideen für einfache Hebelkonstruktionen vorgestellt. Die Kinder können hierzu zahlreiche Experimente entwickeln, indem sie präzise Fragen zu ihrem jeweiligen Vorhaben formulieren, beispielsweise: „Wie hoch muss der Bauklötzchen (um dann vielleicht ein Möbelrollbrett da runter zu schieben)?“ „Wie lang muss der Hebel der Wurfmaschine sein, damit das Flugobjekt mindestens einen Meter hoch fliegt?“



Auf den Entdeckungskarten für Kinder finden sich ebenfalls Impulse für technische Experimente. Die Mädchen und Jungen erhalten Anregungen, zu untersuchen, unter welchen Bedingungen Passagierinnen und Passagiere in einem Auto am weitesten fortgeschleudert werden („Vollbremsung“), wie Wurfarmlängen sowie Lage und Höhe der Auflagepunkte sich auf die Schussweite auswirken („Gummibärchen-Katapult“) oder wie und wo sie Gewichte anbringen können, damit eine Wackelklammer stabil balanciert („Wackelklammer“).

## Die Herstellungsaufgabe

### Wozu eine Herstellungsaufgabe?

Bei einer Herstellungs- oder Fertigungsaufgabe wird ein Produkt erzeugt, von dem bereits bekannt ist, wie es konstruiert werden soll. Den Kindern muss also entweder ein Modell vorliegen, an dem sie den Aufbau nachvollziehen können, oder eine Schritt-für-Schritt-Anleitung, nach der sie arbeiten können.

Wollen die Mädchen und Jungen eigene Produkte anfertigen, liegen die Herausforderungen der Herstellungsaufgabe vor allem in der Planung und Durchführung des Produktionsprozesses. Die Kinder sollten sich vor Beginn im Klaren darüber sein, welche Teilschritte nötig sind und ob dabei eine bestimmte Reihenfolge eingehalten werden muss.



Eine Möglichkeit ist es, die Mädchen und Jungen anzuregen, jeden Teilschritt auf einem Blatt Papier aufzulisten – entweder durch eine Skizze, ein Foto oder eine kurze Beschreibung – und sie die Blätter so lange hin und her schieben zu lassen, bis sie sich gemeinsam und mit Begründung ihrer Meinung auf die Reihenfolge der Teilschritte geeinigt haben. Dabei hängt es sowohl vom Alter der Kinder als auch von der Komplexität des Produkts ab, das hergestellt werden soll, ob sie sich die Teilschritte und ihre Reihenfolge eigenständig erarbeiten können oder ob die begleitenden Pädagoginnen und Pädagogen dabei stärker unterstützen müssen.

Für eine Herstellungsaufgabe eignen sich sämtliche Produkte, die die Mädchen und Jungen ihrem Alter entsprechend und mit den ihnen zur Verfügung stehenden Materialien und Werkzeugen bauen können. Ganz gleich, ob das Produkt ein einfaches Papierschiff, ein aufwendiges Vogelfutterhäuschen aus Holz oder ein vorgefertigter Bausatz mit detaillierter Anleitung ist: Worauf es ankommt, ist, dass die Kinder die Gelegenheit haben, vorab die Teilschritte der Herstellung zu identifizieren, dass sie maßgeblich an der Planung und Organisation des gesamten Prozesses beteiligt sind und dass sie anhand einfach überprüfbarer Kriterien selbst beurteilen können, ob das fertige Produkt „gut“ geworden ist.

Wenn alle Produkte fertiggestellt sind, erfolgt die Abnahme. Dabei wird jedes Produkt präsentiert und bewundert, es wird geprüft, ob es den Qualitätsansprüchen genügt, und vielleicht wird sogar ein kleines Richtfest zu Ehren der Herstellerinnen und Hersteller gefeiert. Auch der Fertigungsprozess selbst muss rückblickend kritisch bewertet werden. Was ist dabei gut gelaufen, was hätte man besser anders organisiert? Diese Reflexion hilft den Mädchen und Jungen, zukünftige Herstellungsaufgaben noch besser zu planen und zu organisieren.



## Papierdekorationen herstellen

Mit Klapp- und Faltschnitten aus Papier lassen sich hübsche Dekorationen mit interessanten Symmetrien herstellen. Die Aufgabe kann sehr einfach oder etwas komplexer gestaltet werden, ist also für alle Altersstufen gut geeignet.

### Los geht's: Was soll hergestellt werden?

Die Kinder machen sich zunächst mit dem Produkt vertraut, das sie anfertigen sollen. Wenn Sie ein Modell vorbereitet haben, z. B. eine Papiergirlande, dann sollten die Mädchen und Jungen sie nicht nur betrachten, sondern auch anfassen, falten und genau untersuchen dürfen.

Soll nach einer Anleitung gearbeitet werden, dann lassen Sie die Kinder gemeinsam klären, wie diese zu verstehen ist. Sind sich alle einig, wie die Arbeitshinweise und Symbole gemeint sind und was am Ende entsteht?

Nun sollten weitere Punkte besprochen werden. Wie viele Produkte sollen die Mädchen und Jungen insgesamt herstellen? Müssen diese eine Mindest- oder Höchstgröße haben, z. B., um in ein bestimmtes Fenster zu passen? Müssen sie weitere Eigenschaften haben, z. B. aufrecht stehen können?

### So geht's weiter: Wie gehen wir vor und was brauchen wir?

Jetzt wird die Herstellung vorbereitet und geplant. Welches Papier benötigen wir und wie viel? Wie sehen die einzelnen Arbeitsschritte im Detail aus? Bei welchem Arbeitsschritt brauchen wir eine Schere, wann ein Falzbein und wann den Kleber? Reicht eine Schere für alle oder kommt es dann zu einem Stau? Wie teilen wir die Arbeit auf, macht z. B. jede bzw. jeder eines der Produkte oder arbeiten wir wie am Fließband? Wie legen wir dann am geschicktesten die Scheren, Falzbeine und Kleber bereit, damit alles möglichst zügig und störungsfrei läuft?

Je jünger die Kinder sind, desto einfacher und kürzer sollte diese Phase ausfallen. Vielleicht reicht da schon die Frage, ob dickes oder dünnes Papier benötigt wird. Je mehr Erfahrungen die Mädchen und Jungen bereits mitbringen, desto besser können sie vorab einschätzen, worauf es bei der Herstellung ankommt, und größere Teile der Planung selbstständig übernehmen.

Wenn über alle Fragen zur Herstellung Einigkeit herrscht, dann kann es losgehen. Die Kinder stellen ihre Papierprodukte her. Klappt dabei alles wie geplant? Erweisen sich einige Entscheidungen als unpraktisch? Wurde etwas Wichtiges vergessen? Notieren Sie sich solche Punkte, um sie im Anschluss noch einmal zu besprechen.

### Ergebnis: Haben wir es gut gemacht?

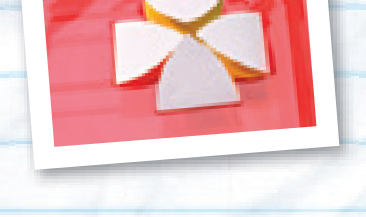
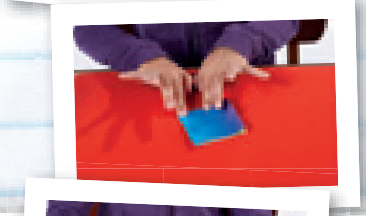
Nun werden die fertigen Papierdekorationen präsentiert und bewundert! Die Mädchen und Jungen testen auch, ob sie so geworden sind wie gewünscht, z. B., ob sie gut in das dafür vorgesehene Fenster passen.

Je nach Alter und Erfahrung der Kinder wird auch der Herstellungsprozess im Rückblick bewertet. Was hat prima funktioniert? Was könnte man nächstes Mal besser machen? Vielleicht wäre es z. B. hilfreich gewesen, an jeden Tisch einen Papierkorb zu stellen, um hinterher weniger Arbeit mit dem Aufräumen zu haben? Was hat die Mädchen und Jungen noch beim Fertigungsprozess gestört oder behindert und welche Lösungsvorschläge hätten sie dafür?

Zum Schluss wird der Gruppenraum natürlich mit den ganzen schönen Dekorationen geschmückt, damit sich alle an ihren erfolgreich hergestellten Produkten erfreuen können.

### Material:

Papier in unterschiedlichen Formaten und Farben, Scheren, Klebefilm und eventuell weitere Hilfsmittel, z. B. Falzbein und Hefter, ein Modell oder eine Anleitung, z. B. aus einem Buch





### Weitere Ideen für Herstellungsaufgaben

Die Entdeckungskarten für pädagogische Fach- und Lehrkräfte sowie das Karten-Set für Kinder im Grundschulalter zum Thema „Technik – Kräfte und Wirkungen“ enthalten viele Anregungen, die auch für Herstellungsaufgaben geeignet sind. Hier ein paar Beispiele:

Auf der Karte „Federkraft – gespannt, gedreht, gezwirbelt“ wird ein Karussell mit Gummimotor vorgestellt. Die Herstellung lässt sich auch gut als Serienfertigung durchführen. Als Qualitätskriterium könnte z. B. gefordert werden, dass der „Rotor“ sich mindestens dreimal um den Becher dreht, ohne zu stocken, und dass man es dreimal nacheinander benutzen kann, ohne nachjustieren.



Auf der Karte „Schwerkraft – alles im Gleichgewicht“ bauen die Kinder Mobiles. In welcher Reihenfolge müssen sie vorgehen und die einzelnen Gegenstände an das Mobile hängen bzw. die jeweiligen Ebenen einbauen? Hier ist es sinnvoll, sich im Voraus die einzelnen Teilschritte des Bauprozesses zu überlegen.



Auf der Entdeckungskarte für Kinder „Dreh dich, Teller, dreh dich“ finden die Mädchen und Jungen eine Bauanleitung für einen Drehteller mit Kugellager. Qualitätskriterium könnte hier sein, dass der Teller sich mindestens zehn Runden drehen kann.



Auf der Entdeckungskarte für Kinder „Die beste Waage der Welt“ findet sich eine Bauanleitung für eine einfache Waage mit Messskala. Als Prüfkriterium für eine „gute“ Waage könnte gefordert werden, dass man damit das Gewicht von einer bis zu zehn Murmeln messen kann, ohne dass das Gummiband reißt oder die Waage umkippt, und dass die Skala dabei so genau ist, dass man den Unterschied von einer Murmel daran ablesen kann.



## Die Konstruktionsaufgabe

Wenn es für ein bestimmtes Problem noch keine technische Lösung gibt, dann erfordert das eine Erfindung. Um eine völlig neue Erfindung zu entwickeln oder bereits bestehende Lösungen für andere Zwecke zu variieren, bietet sich eine so genannte Konstruktionsaufgabe an.

*Wozu eine Erfindung/  
Konstruktionsaufgabe?*

Bei einer Konstruktionsaufgabe werden vor allem die Kreativität und das technische Schöpfer-tum der Kinder gefördert sowie das Anwenden von Wissen und Erfahrungen in neuen Situationen.

Etwas zu erfinden und zu konstruieren ist eine typisch technische Handlung. Gleichzeitig ist es aber auch eine große Herausforderung, eine Konstruktionsaufgabe so zu formulieren, dass die Mädchen und Jungen eigenständig Ideen entwickeln und umsetzen können und dabei in absehbarer Zeit sowie mit vertretbarem Aufwand zum Erfolg kommen. Gut geeignet sind daher Teilkonstruktionen, wie etwa eine Verlängerung für den Hebel eines Wasserhahns, damit er sich leichter bedienen lässt. Auch ein Bauvorhaben, bei dem auf bekannte Lösungen zurückgegriffen werden darf, kann ein guter Einstieg sein und den Kindern den Weg zur eigenen Konstruktion erleichtern. Ein ausführliches Beispiel dafür wird auf der Methoden-karte „Entwickelt euer eigenes Katapult“ vorgestellt.

Zu Beginn jeder Konstruktion muss der Zweck genau geklärt werden: Welches Objekt soll entwickelt werden und welche Eigenschaften muss es haben? Wenn z. B. der Bedarf darin besteht, einen Bach zu überqueren, dann macht es einen großen Unterschied, ob nur ab und zu ein paar gelenkige Mädchen und Jungen hinüber möchten, die zur Not (und mit Freude) auch über eine Reihe passend angeordneter großer Steine hüpfen können, oder ob regel-mäßig viele Personen, eventuell auch mit Gehhilfen bzw. Gepäck, sicher und trocken auf die andere Seite gelangen möchten. Dann wären die Steine keine gute Lösung, eine stabile Brücke würde den Zweck besser erfüllen.

Wenn der Bedarf geklärt ist, müssen Ideen gesammelt werden: Welche Lösungen sind denkbar? Können die Kinder sie mit dem Material und Werkzeug umsetzen, das ihnen zur Verfügung steht? Im Anschluss an die Ideenfindung bauen die Mädchen und Jungen ihre ersten Modelle und Prototypen. Dafür sollte den Kindern ausgiebig Zeit zur Verfügung stehen, denn bei der praktischen Umsetzung tauchen i. d. R. unerwartete Hindernisse und Schwierigkeiten auf.

Wenn die Modelle und Prototypen fertiggestellt sind, werden sie präsentiert und natürlich getestet. Die Kinder prüfen nun ganz genau, ob und wie gut ihre Konstruktionen alle Anforderungen erfüllen. Dabei sollte unbedingt auch besprochen werden, wie sie auf ihre Ideen gekommen sind, worin die größten Schwierigkeiten bei der Umsetzung bestanden und wie sie die auftretenden Probleme gelöst haben.

Zum Abschluss werden die Ergebnisse und der Konstruktionsprozess dokumentiert, z. B. durch Skizzen oder Fotos. Die Dokumentation sollte so gestaltet sein, dass auch Unbeteiligte sie in den wesentlichen Aspekten nachvollziehen und die Konstruktion im Prinzip nachbauen könnten.



### **Materialien:**

Besenstiele, lange Stöcke, Lineale oder schmale Holzleisten, Objekte, die als „Greifer“ geeignet sein könnten, z. B. ein Teesieb mit Griff, eine Schöpfkelle, ein Haken, ein Pappbecher, Gestaltungsmaterial für selbst gebaute Greifer und Verbindungen, z. B. Trinkhalm mit Knick, Draht, Gemüsenetze, Deckel von Marmeladengläsern, Knete, Plastiktüten, Holzspieße, Streichholzschachteln, Gummibänder, Schnüre, Klebeband

### **Einen Greifarm konstruieren**

Sicher gibt es auch in Ihrer Einrichtung einen Schrank, ein Sofa oder ein anderes Möbelstück, unter dem gern kleine Objekte, wie z. B. Murmeln oder Spielzeugautos, verschwinden und von dort nur sehr schwer wieder hervorgeholt werden können. Lassen Sie die Mädchen und Jungen einen Greifarm konstruieren, der genau dafür bestens geeignet ist.

### **Los geht's: Was wollen wir erreichen?**

Die Kinder klären zunächst, wofür ihr Greifarm gebraucht wird und welche Eigenschaften er daher haben muss. Um welches Möbelstück genau geht es? Wenn z. B. die Höhe über dem Boden sehr niedrig ist, darf der Greifer nicht zu groß sein. Und welche Objekte müssen am häufigsten „geangelt“ werden? Für runde, kullernde Murmeln braucht man bestimmt einen anderen Greifer als für flache Papierschnipsel. Diskutieren Sie gemeinsam mit den Mädchen und Jungen, welche Anforderungen der Greifarm erfüllen soll. Selbstverständlich können die Kinder auch mehrere Greifarme für unterschiedliche Einsatzzwecke erfinden.

### **So geht's weiter: Ideen sammeln und Modelle bauen**

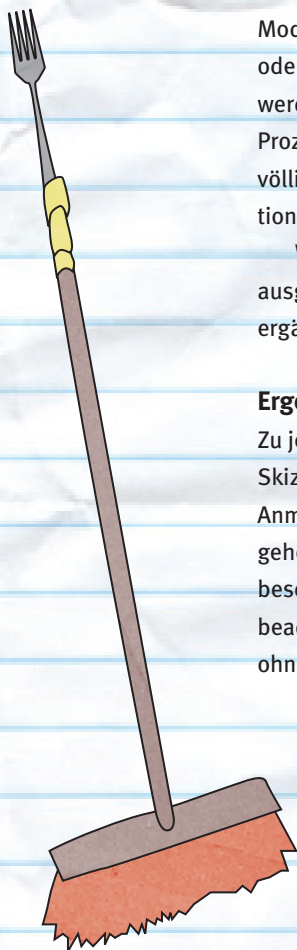
Die Mädchen und Jungen entwickeln jetzt ihre eigenen Ideen. Einige lassen sich vom Materialangebot inspirieren, andere machen vielleicht eine kleine Skizze, viele legen einfach los und probieren aus, während ihre Idee nach und nach eine konkretere Gestalt annimmt. Dabei wird i. d. R. viel diskutiert, vermutet oder gefragt und es müssen zahlreiche große und kleine Hindernisse überwunden werden. Wie lässt sich z. B. ein Haken aus einem Trinkhalm stabilisieren, damit er die Murmel auch erfolgreich ziehen kann? Für Papierschnipsel ist vielleicht doppelseitiges Klebeband am Ende des Besenstiels völlig ausreichend, aber was macht man, wenn es nach jedem Einsatz voller Fussel ist und danach nicht mehr klebt?

Für diese Phase sollte den Kindern ausgiebig Zeit zur Verfügung stehen. Bis sie mit ihren Modellen zufrieden sind, müssen die Mädchen und Jungen sie sicherlich mehrfach ändern oder um bestimmte Teile ergänzen. Dabei entstehen neue Ideen und ursprüngliche Vorhaben werden verworfen oder an ganz anderer Stelle eingesetzt, als zunächst gedacht. Dieser Prozess ist auch für die Lernbegleitung sehr spannend, besonders wenn das fertige Modell völlig anders aussieht als der erste Plan. Wie kam es dazu? Welche Erfahrungen im Konstruktionsprozess haben die Kinder veranlasst, ihr Vorgehen zu ändern?

Wenn die Mädchen und Jungen mit ihren Greifarmen zufrieden sind, werden diese ausgiebig getestet. Erfüllen sie alle Anforderungen? Was könnte man noch verbessern oder ergänzen, wenn man mehr Zeit oder Material hätte?

### **Ergebnis: Mein Greifarm – so wird er gebaut**

Zu jedem Greifarm erstellen die Kinder eine Dokumentation, z. B. in Form eines Posters mit Skizzen oder Fotografien, die die kleinen Konstrukteurinnen und Konstrukteure durch kurze Anmerkungen, Symbole, Pfeile oder Nummerierungen ergänzen können. Welche Einzelteile gehören zum Greifarm und wie werden sie miteinander verbunden? Was ist beim Bau besonders knifflig? Gibt es eine bestimmte Reihenfolge des Zusammenbauens, die man beachten sollte? Ideal wäre es, wenn jede bzw. jeder anhand dieses Posters den Greifarm ohne Weiteres nachbauen könnte.



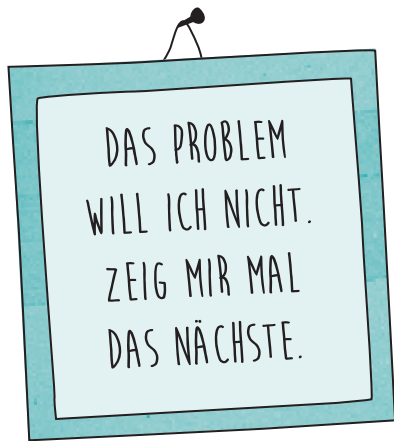


### Weitere Ideen für Konstruktionsaufgaben

Bei Erfindungen kann es um ein eng eingegrenztes Problem gehen, z. B. eine Möglichkeit, den Mülleimer zu öffnen, obwohl man keine Hand frei hat, aber auch um einen eher offenen Wunsch, etwa einen geschützten Rückzugsort für mich und meine Freundinnen und Freunde. Natürlich kann auch jedes andere Problem, das die Kinder beschäftigt, zum Inhalt der Technikbildung werden, z. B.: „Was kann ich erfinden, damit sich mein Haustier nicht langweilt, wenn es allein zu Hause ist?“ „Wie kann ich verhindern, dass ich auf dem glatten Holzfußboden immer ausrutsche?“

Ausgehend von dem Bedarf oder Wunsch, den die Mädchen und Jungen erfüllen möchten, werden Ideen entwickelt und Produkte geplant. Für den Wunsch nach einem geschützten Raum könnten die Kinder z. B. einen Riegel für die Tür entwerfen oder eine Alarmanlage aus Schnüren und Glöckchen entwickeln. Genauso wäre aber auch ein Baumhaus denkbar, bei dem man die Leiter einzieht, wenn man oben ist. Der folgende Abschnitt zum problembasierten, entwickelnden Lernen enthält zahlreiche weitere Impulse, aus denen sich Konstruktionsaufgaben ergeben können.



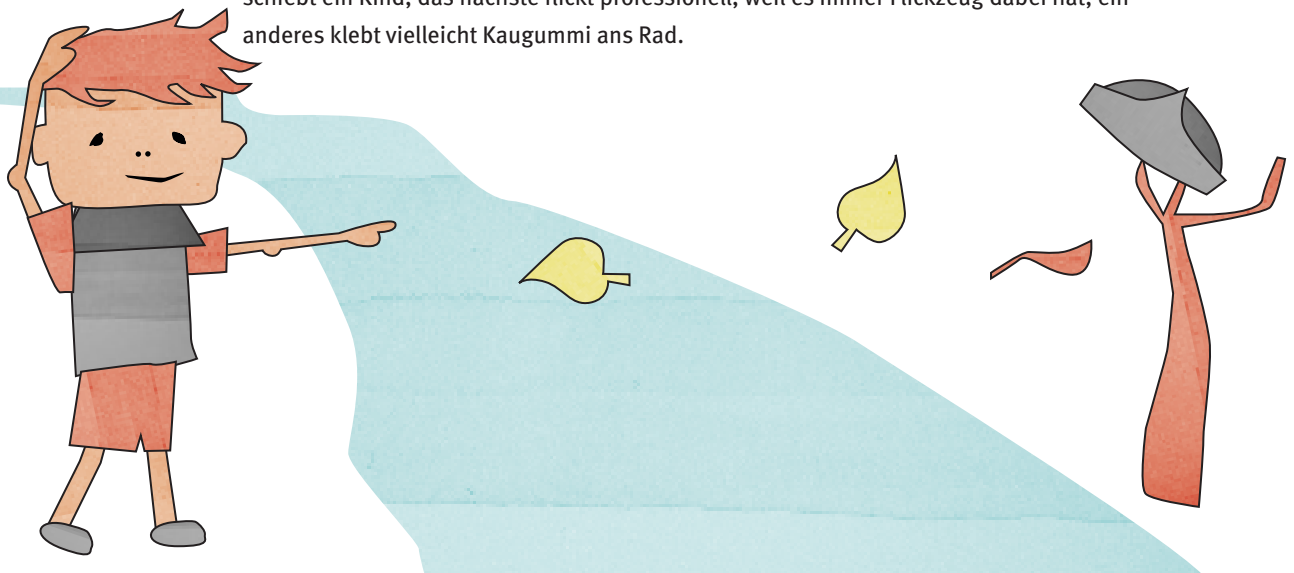


## Probleme lösen

Die Kinder werden unterschiedliche Sachverhalte spannend finden. Wie präsentiert man ihnen also am besten ein Problem, an dessen Lösung sich alle gern beteiligen möchten? In diesem Abschnitt werden mögliche Einstiege in das problembasierte Lernen vorgestellt und durch methodische Hinweise ergänzt. Die Vorschläge wurden von der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ im Rahmen der Entwicklung von „Forscherzeiten“<sup>10</sup> ausführlich erprobt und haben sich als gut geeignet erwiesen, um die Kinder zu inspirieren, ihre eigenen Ideen zu entwickeln und umzusetzen.

### Probleme aus der kindlichen Lebenswirklichkeit

Wir stehen ständig vor Problemen. Und ständig lösen wir sie – jede bzw. jeder auf individuelle Weise und mit den eigenen Möglichkeiten. Bei einem Fahrradplattenschieber schiebt ein Kind, das nächste flickt professionell, weil es immer Flickzeug dabei hat, ein anderes klebt vielleicht Kaugummi ans Rad.



#### **Ausgewählte Probleme anbieten**

Eine einfache und schnelle Möglichkeit, die Kinder mit einem Problem zu konfrontieren, ist es, ein von Ihnen ausgewähltes zu präsentieren, und sie aufzufordern, es zu lösen. Achten Sie in diesem Fall darauf, dass die Mädchen und Jungen individuell entscheiden dürfen, welchem Aspekt des Problems sie ihre besondere Aufmerksamkeit widmen möchten. Sollen die Kinder z. B. eine Alarmanlage für ihr Zimmer entwickeln, dann interessiert sich vielleicht eines besonders dafür, wie diese „scharf gestellt“ werden kann, wenn man selbst gar nicht im Zimmer ist. Ein anderes möchte sich eventuell lieber damit befassen, die Alarmanlage so zu gestalten, dass der unbefugte Eindringling nicht merkt, dass er entdeckt wurde. Geben Sie den Mädchen und Jungen also die Gelegenheit, das allgemeine Problem zu „ihrem persönlichen“ zu machen.

#### **Probleme der Kinder erfragen**

Eine weitere Option besteht darin, die Kinder nach möglichen Problemen zu fragen. Viele Mädchen und Jungen haben bereits Ideen, die sie umsetzen wollen, andere Kinder müssen erst dafür sensibilisiert werden. Gibt es Dinge, die sie schon immer mal erfinden wollten? Etwas, von dem es toll wäre, wenn man es hätte? Und wie könnte es aussehen?

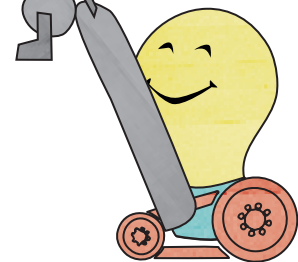
Es ist bei solchen Überlegungen gar nicht so wichtig, dass man die Erfindungen real bauen kann. Lassen Sie die Mädchen und Jungen ihre Ideen aufmalen und sich von ihnen die Wirkungsweise erklären.

Sind die Erfindungen erst einmal gezeichnet und ihre Eigenschaften gedanklich und auch im Gespräch formuliert, dann können Modelle davon gebaut werden.

Hohe Anforderungen an die Lernbegleitung stellt es, ein aktuelles Problem durch die Beobachtung des Kinds oder aus gemeinsamen Gesprächen zu thematisieren. Solch eine Problementwicklung ist jedoch äußerst bedeutsam, denn sie entspringt der realen Lebenswelt der Mädchen und Jungen. Die Kinder erfahren viel Selbstbestätigung, wenn sie echte Lösungen für echte Probleme entwickeln und präsentieren können.

### Aktuelle Probleme der Kinder aufgreifen

Ein Sicherheitssystem für Oma: Im Rahmen der niederländischen Initiative „Techniek & ik“<sup>411</sup> berichtet ein Junge von seiner Oma, die allein lebt und ein paar Tage zuvor aus ihrem Sessel gestürzt war. Da sie nicht allein aufstehen konnte, konnte sie auch über das Telefon keine Hilfe rufen. Sie hat mehrere Stunden verletzt auf dem Boden gelegen, bis zufällig jemand aus ihrer Familie vorbeikam. Alle Kinder der Klasse sind sehr vom Schicksal der Oma berührt. Sie überlegen sich Lösungen, damit sich so eine Situation nicht wiederholt. Die Ideen sind vielfältig: Man könnte auf dem Boden und an der Wand ein Netz aus Schnüren spannen, an dem sich die Großmutter hochziehen könnte. Man könnte diese Schnüre ebenfalls dazu verwenden, dass sie eine elektronische Anlage auslösen, die dann wiederum ein Hilfesignal an die Familie schickt. Man könnte auch eine allseitige Stützvorrichtung am Sessel anbringen, damit man nicht hinausstürzen kann. Die Mädchen und Jungen entwickeln, planen, diskutieren, zeichnen und bauen Modelle. Als die Oma aus dem Krankenhaus entlassen wird, besucht sie die Klasse ihres Enkels und lässt sich die Problemlösungen der Kinder präsentieren. Besonders bedeutsam war diese Aufgabe für die Mädchen und Jungen deshalb, weil hier ein Problem ihrer ganz realen Lebenswelt Anlass für eine Konstruktion bot.



Beispiele für Probleme aus der Lebenswelt der Kinder können sein:



Das Fahrrad geht auf dem Weg zur Schule kaputt, und man kommt zu spät, wenn man zu Fuß geht.



Man kipelt gern mit dem Stuhl, darf es aber nicht, weil dieser umkippen könnte.



Man hat den Wohnungsschlüssel vergessen, niemand ist zu Hause und man kommt nicht hinein.



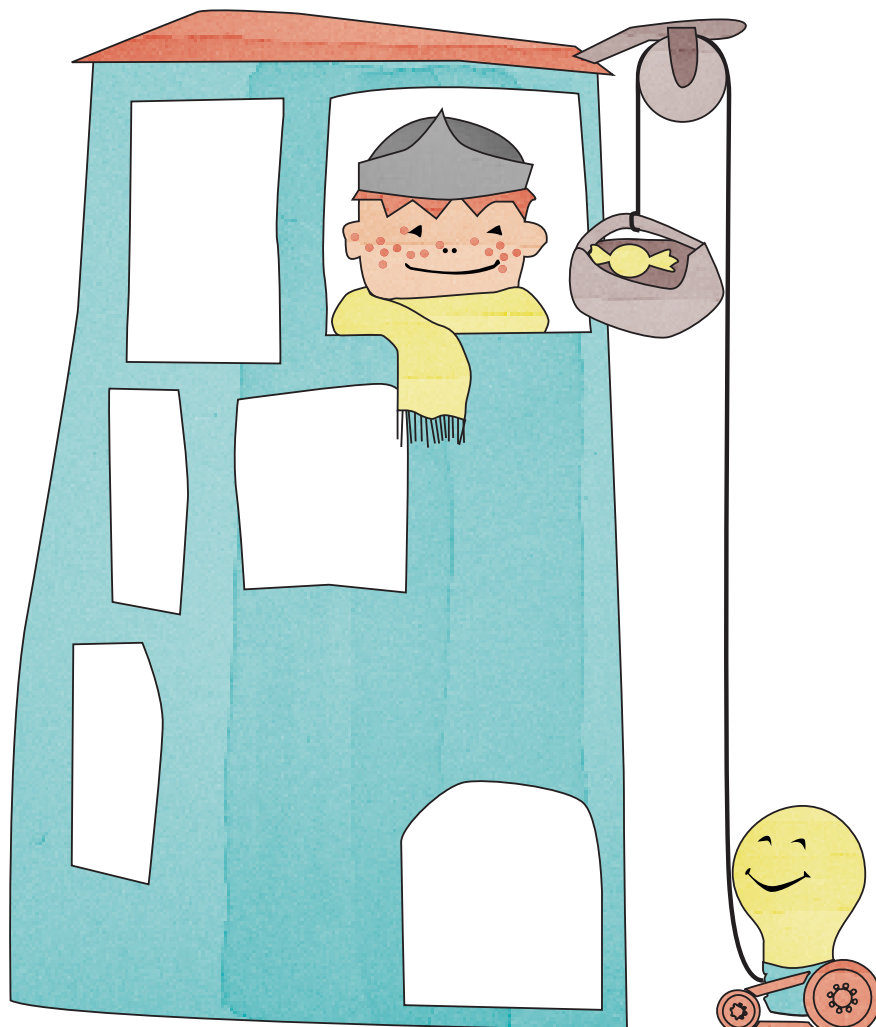
Eine Freundin oder ein Freund soll mit zum Fußballspiel kommen, kann aber wegen einer Verletzung nicht laufen.

## Probleme aus realistischen und fiktiven Situationen

Eine andere Möglichkeit ist es, eine Problemsituation nur kurz anzureißen, z. B. durch eine knappe Beschreibung oder einen Cartoon. Diese Probleme können realistisch oder fiktiv sein. Es kommt nur darauf an, dass sie schnell erfasst werden können, ohne dass man ein komplexes System aus Rand- und Nebenbedingungen berücksichtigen muss, wie es bei den oben genannten Beispielen aus der Lebenswirklichkeit der Mädchen und Jungen der Fall ist. Auf diese Art Lösungen zu entwickeln macht viel Spaß und ist inspirierend, denn die Ideen müssen sich nicht in der realen Welt beweisen.

Vorschläge für diese Art der Problemstellung finden Sie in dem Cartoon auf dieser Seite und in der folgenden Liste:

- Zwischen zwei Häusern in fünf Metern Entfernung wollen sich zwei Kinder verständigen, dürfen oder können aber das normale Telefon nicht benutzen. Was können sie tun? (Bechertelefon, Seilzug für Postverkehr ...)
- Rapunzel hat sich die Haare abgeschnitten. Wie kommt sie hinunter zum Prinzen oder er zu ihr herauf?
- Der Königstochter ist der goldene Ball beim Spielen in den Brunnen gefallen, aber es ist kein Frosch da. Wie kann sie den Ball wieder herausbekommen?
- Unten ist der Brunnen, auf dem Berg wachsen die Pflanzen. Wie bekommen wir das Wasser aus dem Brunnen auf den Berg?
- Eine große, schwere Kiste muss von einem kleinen Elefanten ins Haus gebracht werden. Könnt ihr etwas erfinden, das dem Elefanten beim Transport der Kiste hilft?





## Probleme aus einer Fantasiegeschichte

Neben Impulsen aus der realen Welt können auch Geschichten erzählt werden, die Problemstellungen enthalten. Das bietet den Mädchen und Jungen die Möglichkeit, aus einer Vielzahl von Problemen eines auszusuchen, das sie interessiert. Die Lösungen können – genau wie die Geschichte selbst – fiktiv sein. Dadurch kann auch Lernenden mit wenig praktischer Erfahrung oder (vermeintlich) geringem technischem Geschick die Angst genommen werden, der Aufgabe vielleicht nicht gewachsen zu sein.

### Welche Bedingungen sollte eine Problemgeschichte erfüllen?

Damit die Kinder sich die Situation gut vorstellen können, muss die Geschichte sehr plastisch sein. Sie sollte möglichst komplex geschildert werden, damit eine große Anzahl an Problemen zur Diskussion steht. Außerdem sollten die Probleme zu konkretem praktischem Tun anregen.

Das Thema der Geschichte kann gern fernab von der Lebenswirklichkeit der Mädchen und Jungen verortet werden. Das hat sogar große Vorteile, denn aus Kindersicht betrachtet, gibt es für alle Probleme, die auf dieser Welt bestehen, bereits technische Lösungen. Durch eine Geschichte, die mit vollkommen unrealistischen Bedingungen gespickt sein kann, erhalten die Mädchen und Jungen die Möglichkeit, an ihre eigene Lebens- und Erfahrungswelt anzuknüpfen und Lösungen zu entwickeln, die auf der Erde gar nicht mehr gefunden werden müssen. Geschichten für problemlösende Ansätze sind deshalb in der Literatur häufig im Weltall oder der Traumwelt von Kindern verankert. In einer Weltraum- oder Traumgeschichte kann man sich Bedingungen ausdenken, die es hier auf der Erde nicht gibt, z. B. Schwerelosigkeit, kosmische Strahlen, die die Übertragung von Funkwellen verhindern, luftleerer Raum, in dem keine Geräusche übertragen werden. Eine spannende Herausforderung sind auch Bedingungen, die so dramatisch sind, dass man unbedingt Lösungen finden muss, um dort lebensfähig und glücklich sein zu können – z. B. ein Ort, an dem man nach zwei Minuten immer alles vergisst oder an dem so laute Geräusche ertönen, dass man nichts anderes mehr hört und sich weder konzentrieren noch unterhalten kann, oder an dem lebensnotwendige Dinge nur unter Wasser zu finden sind und vieles andere mehr.

Auf der folgenden Seite finden Sie eine Fantasiegeschichte über fremde Planeten, die die Mädchen und Jungen mit einer Fülle an Problemen konfrontiert.



## Fantasiegeschichte – Erfinderinnen und Erfinder gesucht!

„Tim, Tim“, aufgeregt läuft Juli ihrem Freund entgegen.

„Was ist los? Du bist ja ganz außer Atem!“, sagt Tim.

„Ja, ich muss dir was sagen. Die Weltraumforscher brauchen uns!“, sprudelt es aus Juli heraus.

„Was? Das kann ich mir nicht vorstellen. Wozu sollen die uns denn brauchen? Und woher kennen die uns überhaupt?“, fragt Tim.

Juli setzt sich erst einmal hin und erklärt dann alles ganz genau.

„Also: Die Weltraumforscher aus allen Ländern suchen doch schon eine ganze Weile nach neuen Planeten, auf denen wir Menschen leben könnten. Ein Professor hat jetzt eine gute Idee gehabt. Er will Kinder fragen, welche Dinge sie für einen neuen Planeten erfinden würden.“

Tim schaut ein wenig skeptisch und sagt: „Aber Juli, was sollen wir denn schon erfinden? Wir wissen doch gar nichts.“

„Doch“, ruft Juli, „tun wir. Der Professor sagt, dass Kinder total gute Ideen haben. Solche, auf die die Erwachsenen gar nicht mehr kommen. Und deshalb können alle Kinder mitmachen. Wir und alle Kinder auf der Welt.“

„Wirklich?“, fragt Tim. Aber dann denkt er nach und sagt: „Naja, die Weltraumforscher versuchen ja schon lange, Planeten zu finden, auf denen wir Menschen vielleicht leben könnten. Diese Planeten müssen Sauerstoff in der Luft haben, damit wir atmen können, es muss Wasser geben und es darf nicht zu warm und nicht zu kalt sein. Alles andere ist nicht so wichtig. Wie genau so ein Planet aussieht, wissen sie aber nicht.“

„Ja genau“, meint Juli. „Aber sie haben Ideen, wie es dort sein könnte. Es könnte z. B. nur ganz wenig Erdanziehungskraft geben. Alles, was man hochwirft, bleibt dann ganz lange in der Luft. Es könnten dort Pflanzen wachsen mit Blättern, die wie Sprungfedern aussehen und auch so funktionieren. Es könnte nur Berge geben – der Planet sieht aus wie ein Igelball. Alle Berge sind so glatt, dass man immer ausrutscht, wenn man hochklettern will. Könnte alles sein. Wie so ein Planet genau aussieht, weiß kein Mensch. Weil es aber auf jeden Fall ganz anders sein wird als bei uns auf der Erde, kann sich einfach jedes Kind ausdenken, wie der Planet aussieht und was es für das Leben dort erfinden würde. Und wenn dann irgendwann ein Planet entdeckt ist, dann haben sich schon Tausende Kinder Gedanken gemacht, was man so erfinden könnte, wie die Erfindungen aussehen und vielleicht sogar, wie sie funktionieren.“

Auf Tims Gesicht breitet sich ein Lächeln aus: „Das klingt ziemlich gut. Und logisch. Ich finde, wir arbeiten mit allen Kindern zusammen, die dazu Lust haben.“

Juli fragt nun auch euch: „Also: Wer hilft uns?“. Ihr könnt

- euch verrückte Planeten ausdenken und ihnen Namen geben,
- Lösungen für Probleme erfinden, die es auf dem Planeten gibt, und sie bauen. Tim hat Juli z. B. gefragt:

→ „Wie kann man Ball spielen, wenn die Bälle immer ganz weit wegfliegen?“

→ „Wie kann ich meine Freundinnen und Freunde besuchen, wenn wir alle auf unterschiedlichen Bergen wohnen?“

→ „Wie kommt man auf die Berge rauf, wenn man immer abrutscht?“

→ „Wie sehen Häuser, Fußballfelder oder Straßen auf einem Planeten aus, auf dem es nur Berge gibt?“

„Wir sind gespannt, was ihr erfindet. Stellt Bilder von euren Planeten und Erfindungen doch auf unserer Kinder-Website ein.“

Eure Juli und euer Tim



[www.meine-forscherwelt.de/#werkstatt](http://www.meine-forscherwelt.de/#werkstatt)

### Vorstellen der Geschichte:

Lesen Sie die Geschichte vor. Was wollen die Mädchen und Jungen anschließend tun?



„Für meinen Planeten erfinde ich eine Rakete mit Warp-Antrieb, damit ich innerhalb eines Tags auf die Erde zu meiner Familie fliegen kann. Außerdem gibt es eine Wasserpressmaschine. Mit der kann man Wasser und Nährstoffe für ein Jahr in eine kleine Tablette pressen. Das ist wichtig, weil man sonst auf dem Planeten nichts zu Essen hat. Es gibt außerdem einen Wasserfänger, der Wasser von anderen Planeten einfängt, und eine Haltestelle für Raumschiffe. Zur Energieerzeugung erfinde ich einen Solargürtel, der den Planeten umspannt. Dann haben wir immer Sonnenenergie, weil der Planet sich auch, wie die Erde, um die Sonne dreht.“



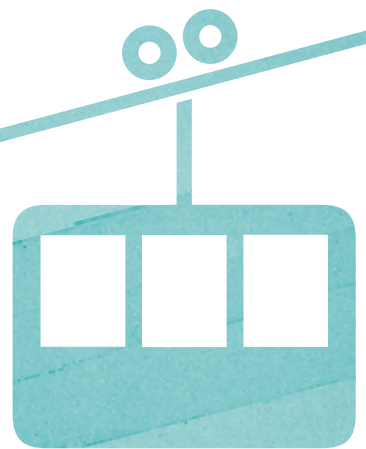
→ Mögliche Bauprojekte: Rakete, Presse, Solargürtel, der sich drehen kann, z. B. als Modell

„Ich habe mir einen Doppelplaneten ausgedacht. Man kommt von einem zum anderen durch die Vulkane. Da gibt es Knöpfe dran. Drückt man einen, wird man auf einen anderen Planeten geschleudert. Da landet man auf einem Trampolin ganz weich. Die Kleeblätter sind voller Energie – man kann sie als Batterien benutzen. Es gibt außerdem Spielplätze auf dem Planeten. Außerdem muss man nie einen Ball mitnehmen, weil in den Flüssen immer welche liegen.“



→ Mögliche Bauprojekte: Katapulte, die etwas wegschießen, Knopfauflöser für Katapulte, Landetrampolin, Spielgeräte im Modell

„Mein Planet hat runde Häuser, weil die modern sind. Die Stromleitungen sind in den Wolken, weil die nicht schön aussehen. Es gibt Knöpfe, da kann man die Stromleitungen runterfahren lassen, um sie zu reparieren. Es gibt eine Schule. Von jedem Haus geht eine Bahn zur Schule. Außerdem hat mein Planet eine Winter- und eine Sommerseite. Je nachdem ob man gerade Winter oder Sommer haben will, kann man einfach die Wohnorte wechseln. Zwischen dem Winter- und dem Sommerhaus gibt es eine Bahn, damit auch Kinder alleine fahren können. Außerdem gibt es Mischtiere im Zoo. Aber die Tiere dürfen überall frei rumlaufen und gehen nur in den Zoo, wenn sie es wollen. Für den Müll gibt es Roboter, die ihn schrotten und daraus neue Häuser bauen.“



→ Mögliche Bauprojekte: Bahnen (z. B. als Seilbahnen), Masten und Stromleitungen über einer großen Fläche, Müllroboter, Presse



## Tipps und Impulse zum weiteren Umgang mit den Erfindungen der Kinder

### 1. Den Bedarf besprechen:

Was kann die Erfindung?

Welches „Problem“ löst sie?



Leander mag einfach gern seine Rakete bauen. Die braucht er, um seine Eltern zu besuchen. Das geht zwar nicht in echt, aber er will trotzdem eine coole Rakete bauen – sozusagen als Modell.



Simon möchte gern das Landetrampolin bauen. Nach einem weiten Flug soll man weich landen und nicht so weit wegspringen.



Leticia möchte gern die Verbindungsbahnen bauen – denn sie möchte schnell zwischen dem Winter- und dem Sommerhaus wechseln können.

### 2. Den Bedarf konkretisieren:

Welche Eigenschaften brauchen die Erfindungen?

Sind sie praktisch?

Oder was wäre noch praktischer?



Leanders Rakete ist schon optimal ausgedacht, genau wie das Landetrampolin von Simon. Sie wollen ihre Modelle jetzt gleich bauen.



Leticias Lernbegleiterin gefällt die Idee mit der Verbindung zwischen den Häusern sehr gut, meint jedoch, dass sie es nicht praktisch fände, wenn überall Bahnen entlangführen, weil dann alles voll davon sei. Daraufhin verlegt Leticia ihre Bahnen kurzerhand in die Luft.



### 3. Ideen zur Umsetzung sammeln:

Wie könnte man diese Erfindung im Modell bauen?

Welche Materialien braucht man?

Wie sieht sie genau aus?

Können die Kinder ihre Idee aufzeichnen?



Leander bespricht mit seinem Freund, wie genau seine Rakete aussehen soll.

Aus welchem Material soll das Modell sein? Welche Form muss das Modell haben, um gut fliegen zu können? Und um zu entscheiden, wie groß sie sein und wie sie innen aussehen soll: Wie lange sind wie viele Leute unterwegs? Braucht man also Schlafmöglichkeiten oder Nahrung für die Reise? Sie zeichnen ihre Rakete auf.



Simon hat keine Idee, wie er ein Trampolin bauen kann. Sein Lernbegleiter zeigt ihm eine Zeichnung. Er findet sie gut und sucht gleich die Materialien dafür aus dem Schrank.






Wie genau soll Leticias Bahn aussehen? Wie viele Leute muss sie transportieren? Wie sieht die Konstruktion aus und aus welchem Material soll sie sein? Leticia schreibt sich eine Liste, was sie alles braucht.

#### 4. Die Kinder weiter in ihrem Bauprozess begleiten:

Diese Phase kann je nach Ausdauer und Interesse der Mädchen und Jungen sehr lange dauern und mehrere „Optimierungsschleifen“ enthalten. Sind die Kinder zufrieden mit ihrem Modell? Kann es alles, was es können soll? Womit haben die Mädchen und Jungen Schwierigkeiten? Besprechen Sie die Herausforderungen doch auf einer Forscherkonferenz.



-  Leander und sein Freund haben jeder ein Papiermodell ihrer Rakete gebaut. Leanders Rakete hat vier Plätze – für jedes Familienmitglied einen. Die Reise dauert nur einen Tag. Die Sessel zum Sitzen sind sehr bequem, er hat sie aus Watte gefertigt. Auf Nachfrage der Lernbegleitung will er an diesem Modell nicht weiterarbeiten, sondern erstens die Raketen fliegen lassen und zweitens ein Raketenmodell aus Holz bauen. Nur das Außenmodell, nicht die Plätze innen ...
-  Simons Trampolin ist fertig. Er findet es so gut, dass er eine Weile mit diesem Modell spielt. Dann überlegt er, dass er dieses Modell größer bauen will. Auf Nachfrage seines Lernbegleiters begründet er die Idee damit, dass sein Männchen dann weniger wegspringt. Gemeinsam überlegen sie, wie man dies ermöglichen könnte. Simon will zwei Ideen im Vergleich testen: größer und genauso groß, aber mit lockerer gespanntem Ballon ...
-  Leticia hat ein Problem mit ihrer Seilbahn aus Holz. Die Ständer kippen immer um. Auf einer kleinen Konferenz mit drei anderen Kindern überlegen alle gemeinsam, wie die Ständer stabilisiert werden könnten ...



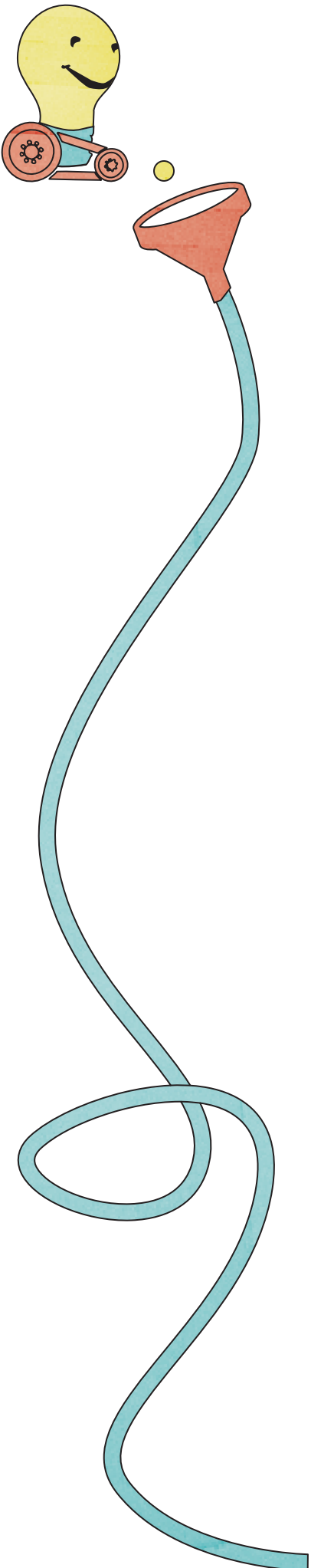
#### 5. Ein Erfinderfest feiern:

Was haben die Mädchen und Jungen erfunden? Welches Problem lösen sie damit? Und welchen Tipp haben die Kinder für diejenigen, die auch so etwas bauen wollen?

#### 6. Die Planeten und die Erfindungen dokumentieren:

Haben die Mädchen und Jungen Lust, ihre ausgedachten Planeten oder ihre Erfindungen auf der Kinder-Website<sup>12</sup> zu präsentieren? Das wäre großartig. Die Kinder können zusätzlich Notizen anbringen oder durch kleine Symbole vermerken, worauf es bei einzelnen Komponenten oder Konstruktionsschritten besonders ankommt. So können alle die wesentlichen Aspekte der Erfindungen nachvollziehen und sie vielleicht sogar nachbauen.





# Kettenreaktion

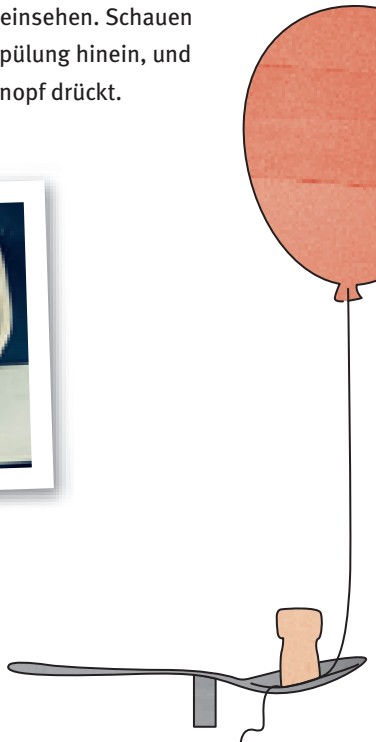
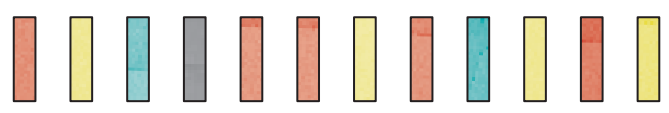
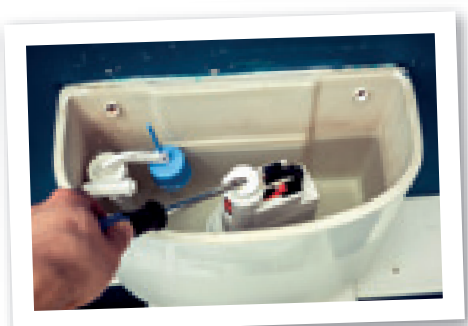
Eine Kettenreaktion ist immer wieder spannend zu beobachten: Einmal angestupst, rollt die Murmel los und stößt einen Bauklotz um, der wiederum bringt eine Reihe aufgestellter Dominosteine Stück für Stück zu Fall, bis der letzte Stein eine Gabel hochschnellen lässt und diese eine zweite Murmel ins Rollen bringt. Immer weiter geht die Bewegung, um die Kurve, hoch und runter, auf Schienen, mit Seilen, mal hüpfend, mal kreisend, bis am Ende mit großem Showeffekt ein Luftballon platzt, ein Lichtschalter angeht oder aus einem Farbtöpfchen Kleckse auf weißes Papier spritzen.

Eine solche Anlage für eine Kettenreaktion selbst zu bauen erfordert sehr viel Geschick und Ausdauer. Selbst viele Erwachsene stoßen dabei an ihre Grenzen. Die meisten Kinder haben aber unheimlich viel Spaß dabei, Ideen zu entwickeln und sich Wirkungsketten zu überlegen. Oft reicht es ihnen schon, eine einfache Dominoreihe aufzustellen oder zwei verschiedene Bewegungselemente miteinander zu verknüpfen.

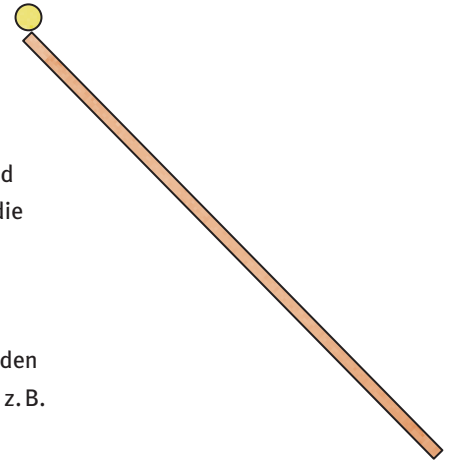
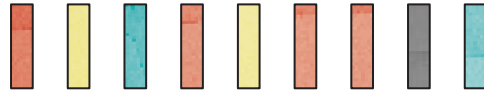
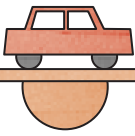
## Wo finden wir Kettenreaktionen?

Kinder kennen das Prinzip der Kettenreaktion von vielen anderen Spielen, z. B. von Kugelbahnen, bei denen eine bzw. mehrere Murmeln durch unterschiedliche Röhren, Schrägen oder Schläuche rollen, in Bechern aufgefangen werden, Glöckchen zum Klingeln bringen oder Stufen hinunterhopsen. Im Internet findet man zahlreiche Videos zu aufwendigen Kettenreaktionen, an denen auch Flüssigkeiten, Kerzen und viele ungewöhnliche Komponenten beteiligt sind; einige Links sind auf Seite 62 aufgeführt.

Kettenreaktionen sind aber nicht nur ein lustiger Zeitvertreib. Tatsächlich bestehen viele technische Geräte aus mehreren Einzelsystemen, die gemeinsam eine Art Kettenreaktion bilden: Die Kräfte und Bewegungen werden darin von einem Element auf das nächste übertragen, bis am Ende die gewünschte Wirkung erzielt wird. Die Toilettenspülung z. B. besteht aus einem Hebel im Spülkasten, der bewegt wird, sobald man den Knopf für die Spülung drückt. Der Hebel zieht dabei an einer Kette im Inneren des Spülkastens, an der ein Stöpsel hängt, der wiederum einen Abfluss öffnet, durch den das Wasser aus dem Spülkasten in die Toilette fließt. Lassen wir den Knopf der Toilettenspülung los, senkt sich der Hebel im Spülkasten wieder, die Kette geht nach unten, der Stöpsel legt sich wieder auf den Abfluss und verschließt ihn. Einige Spülkästen kann man öffnen und hineinschauen. Schauen Sie doch mit den Mädchen und Jungen gegebenenfalls in eine Toilettenspülung hinein, und untersuchen Sie gemeinsam, was sich bewegt, wenn man auf den Spülknopf drückt.







## Eine Kettenreaktion selbst bauen

Bauen Sie mit den Kindern ihre eigene Kettenreaktionsanlage. Fangen Sie klein an und nehmen Sie sich nicht zu viel vor. Wenn Sie in kleinen Schritten vorgehen, gewinnen die Mädchen und Jungen nach und nach an Erfahrung damit und werden ihre Anlage um passende und funktionsfähige Elemente erweitern können.

Schauen Sie sich mit den Kindern eine Kettenreaktion an, z. B. das Bild auf der folgenden Doppelseite, und versuchen Sie, gemeinsam herauszufinden, was dort alles passiert, z. B. mit folgenden Fragen:

- Wo könnte der Anfang sein? Wo das Ende?
- Was passiert wohl, wenn man hier drückt/schiebt/zieht?
- Was könnte wohl durch den blauen Trichter oben fließen oder rieseln?
- Welche Aufgabe mögen die Löffel haben? Und welche Bewegung könnten sie machen?
- Wollen wir Teile davon nachbauen?
- Welche Ideen habt ihr selbst? Und welche Materialien brauchen wir dafür?

Sammeln Sie dann gemeinsam Ideen, was am Ziel Ihrer eigenen Kettenreaktion passieren soll. Soll ein Lichtschalter betätigt werden oder ein Stein in eine Schüssel mit Farbe fallen, aus der dann ein darunterliegendes Blatt Papier mit farbigen Spritzern versehen wird? Oder soll ein Glöckchen klingeln bzw. ein Ballon zerplatzen? Legen Sie sich gemeinsam auf ein Ziel fest.

Überlegen Sie nun zusammen, mit welchem Mechanismus man das Ziel erreichen könnte. Z. B. kann ein Spielzeugauto eine Schräge hinunterfahren und dabei ein Glöckchen anstoßen. Oder eine spitze Nadel, die am Spielzeugauto befestigt ist, lässt einen Ballon zerplatzen. Sicherlich haben die Kinder sehr viele Ideen. Notieren Sie die Vorschläge der Mädchen und Jungen. Auch wenn es nur ein Ende der Kettenreaktion gibt, können die anderen Ideen sicherlich an verschiedenen Zwischenschritten eingebaut werden.

Lassen Sie die Kinder nun nach und nach weitere Elemente der Kettenreaktion anbauen. Wie muss die Schräge stehen, damit das Spielzeugauto genau auf das Glöckchen trifft? Und wie könnte man das Spielzeugauto in Fahrt bringen? Dazu eignet sich vielleicht eine Reihe Dominosteine, die nacheinander umkippen und zum Schluss das Spielzeugauto in Bewegung setzen. Ganz wichtig dabei: Testen Sie nach jedem neuen Anbau! Klappt es mit Sicherheit? Lässt es sich wiederholen?

Eine der größten Herausforderungen beim Bau einer solchen Kettenreaktion ist es, auszuhalten, dass ständig etwas schiefgeht. Mal rollt das Spielzeugauto neben das Glöckchen, mal fallen nicht alle Dominosteine wie geplant um und manchmal bleibt auch einfach irgend etwas hängen oder bricht zusammen. Immer wieder muss die Anlage neu aufgebaut werden. Erfahrungsgemäß sind hierbei sehr viel Geduld und Fingerspitzengefühl nötig und sicherlich haben nicht alle Mädchen und Jungen dieselbe Ausdauer. Viele Kinder spornt dies aber an, es doch noch einmal zu versuchen, denn beim nächsten Mal wird es ganz bestimmt funktionieren!

Die Mädchen und Jungen können sich auch in Gruppen aufteilen und jeweils verschiedene Aspekte der Gesamtanlage bearbeiten. Einige können z. B. an einer Idee für den Start auf einem anderen Tisch weitertüfteln. Wenn sie damit zufrieden sind, können sie ihren Teil in die Kettenreaktionsanlage einbauen. Andere Kinder können über eine Schwachstelle grübeln und ausprobieren, wie man sie stabiler oder zuverlässiger gestalten könnte. Und weitere Mädchen und Jungen können z. B. Material zum Bauen suchen oder ihre Ideen auf Skizzen zeichnen. Lassen Sie die Kinder selbst entscheiden, wann ihre Anlage fertig ist, auch wenn es sich dabei nur um eine Reihe Dominosteine handelt, die nacheinander umfallen.

**Was soll das Ende der Kettenreaktion sein?**

**Nach jedem Anbau testen: Funktioniert es?**

**Nicht aufgeben: Beim nächsten Versuch klappt es bestimmt!**



### Material, um Strecken zu überwinden:

Murmeln, Holzkugeln, verschieden-große Bälle (z. B. Tennisbälle, Fußball), Pappröhren, Waschmaschinen-schläuche, Schienen von Murmelbahnen, Bretter, Holzleisten oder Lineale, Holzisenbahnschienen und Holzisenbahnen, Dominosteine

**Ideen für besondere Effekte:**  
Glöckchen wird angestoßen;  
Murmel kullert über ein Xylofon;  
Eisenbahnwagen stoßen sich an  
ihren Magneten ab/an; Schnur  
wird gezogen oder gespannt und  
zieht etwas mit sich oder öffnet  
eine Schleife



### Materialvorschläge

Im Prinzip lässt sich fast alles verwenden: Bauklötze, Pappröhren, Spielzeug, Spielfiguren, Besteck, Büromaterial, leere Verpackungen und Behälter, „Müll“ etc. Wichtig sind Elemente, mit denen man Strecken überwinden, Richtungsänderungen durchführen und Übergänge von einem Abschnitt zum nächsten gestalten kann. Darüber hinaus benötigt man Material für Podeste sowie Halterungen und Befestigungen. Besonders schön sind außerdem Elemente, die spezielle Effekte, wie z. B. Geräusche, erzeugen oder ein spektakuläres Ende ermöglichen.

### Ideen für Übergänge von einem Element zum nächsten:

Murmeln stößt Dominostein an; kleiner Dominostein stößt größeren Bauklotz um, der mehr Wucht hat und mit seinem schweren Gewicht auf eine Gabel oder einen Löffel fällt; Kugel oder Spielzeugauto schiebt schweres Gewicht von einem Podest herunter und fällt auf eine Klammer, die sich daraufhin öffnet; zwei miteinander verbundene Löffel funktionieren als Hebel und lassen eine Kugel los, sobald eine andere Kugel auf die gegenüberliegende Seite des Hebels fällt

### Material für Richtungsänderungen:

Papp- oder Plastikbecher, eventuell mit Einschnitten, Dominosteine in Kurven stellen, kurvige Holzisenbahnschienen



**Material für Podeste, Halterungen, Befestigungen:**  
Bauklötze, Dosen, Eisenbahnschienen, Gummibänder, Schnüre, Legosteine, Klebeband, Holzspieße, zusammengerolltes Papier, Knete



# Tipps, Tricks und Erste Hilfe



## Alles ist wackelig und instabil, bei der kleinsten Bewegung kippt alles um

Bessere Stabilität erreicht man, wenn die Tische auf einem geraden Untergrund stehen, oder man baut gleich auf dem Boden. Für die einzelnen Elemente gilt: unten breite Aufstellflächen schaffen und in der Höhe schmaler bauen. Setzen Sie außerdem stabile Materialien ein, z. B. Pappbecher anstelle eines Plastikbechers, festes Holz anstelle von biegsamem Plastik. Knete ist auch sehr hilfreich, man kann damit Dinge am Wegrutschen hindern oder sehr wackelige Verbindungen in den Lücken „ausstopfen“.

## Im Prinzip klappt der Übergang, aber die Kraft der Bewegung reicht nicht aus

Bauen Sie Kugelführungen bzw. Rampen steiler, so werden Kugeln oder Spielzeugautos darauf schneller. Nehmen Sie schwerere Auslöser, z. B. einen Tennisball anstelle eines Tischtennisballs oder einen Bauklotz anstelle eines Dominosteins. Bei Hebeln kann man längere „Kraftarme“ verwenden oder den Auflagepunkt erhöhen, um eine größere Wirkung zu erzielen.

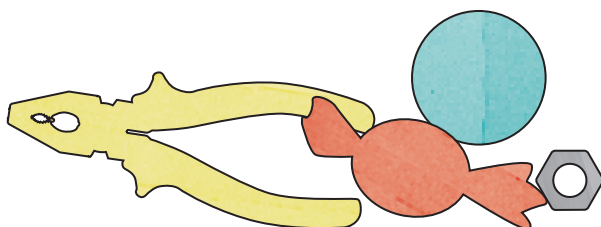
## Warum funktioniert es nicht?

Gerade hat es zweimal hintereinander geklappt, jetzt geht es schon wieder nicht. Manchmal ist es schwer, herauszufinden, woran genau es hakt. Gehen Sie mit den Mädchen und Jungen den Durchgang mehrmals aufmerksam durch. Wackelt etwas? Stört etwas? Vielleicht berufen Sie eine Krisensitzung ein und laden noch weitere Kinder oder auch die Eltern dazu ein. Bringen Sie einen Aushang am Schwarzen Brett Ihrer Einrichtung ein: „Wer möchte vorbeikommen und sich unser Problem mit der Kettenreaktion ansehen – Lösungsvorschläge willkommen!“ Die Kettenreaktion ist ein schöner Anlass, um mit anderen Mädchen und Jungen, aber auch Erwachsenen gemeinsam zu diskutieren und Vermutungen sowie Ideen auszutauschen. Sie können auch an die Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ schreiben, z. B. über die Kinder-Website [www.meine-forscherwelt.de](http://www.meine-forscherwelt.de). Dort finden Sie einen „Treffpunkt“, an dem Kinder ihre Fragen loswerden können. Wir freuen uns über alle Beiträge, nicht nur zur Kettenreaktion!



## Die Kinder sind kurz vor dem Aufgeben

Wenn der Bau nicht so gelingt, wie die Mädchen und Jungen es sich wünschen, kann das ganz schön frustrierend sein. Es ist gut, möglichst viele äußere Störfaktoren auszuschließen. Manchmal können die Mechanismen ausgelöst oder gestört werden, nur weil jemand vorbeiläuft und dadurch ein Luftzug entsteht oder der Boden vibriert. Achten Sie vor allem auch darauf, dass die Kinder ihr Vorhaben nicht zu groß planen. Man braucht erfahrungsgemäß schon ziemlich viel Zeit und Konzentration, um auch nur zwei oder drei Elemente erfolgreich zu kombinieren. Einfache Kombinationen sind für den Einstieg wunderbar geeignet und mit etwas Übung schnell wieder einsatzbereit, z. B. Dominoreihen, die umkippen und vielleicht um eine Ecke verlaufen. Raffinierte Effekte lassen sich am besten dann zusätzlich einbringen, wenn die Grundkonstruktion zuverlässig funktioniert.





# Welche Erfahrungen machen die Kinder dabei?

## Was passiert dann?

Beim Bau einer Kettenreaktion und beim Beobachten ihres Ablaufs setzen sich die Mädchen und Jungen mit kausalen Zusammenhängen auseinander: „Was passiert, wenn ...?“ Die Kinder erfahren, dass sie im Voraus denken und planen müssen, damit die Anlage wie gewünscht funktioniert. Wie können sie erreichen, dass genau das Gewünschte passiert? Welche Ursache erzeugt welche Wirkung? Für diese Überlegungen brauchen sie viel Konzentration und vorausschauendes Denken – das muss jeder Mensch zunächst lernen und trainieren.

## Erfahrungen und Wissen anwenden

Möchte man eine Kettenreaktion bauen, dann braucht man Ideen. Was soll passieren? Was soll sich bewegen? Können Geräusche dabei entstehen? Soll es schön aussehen? Je mehr wir schon selbst gebaut und ausprobiert oder bei anderen abgesehen haben, desto mehr Ideen entwickeln wir auch selbst. Deshalb ist es hilfreich, wenn die Mädchen und Jungen sich vorher bereits damit beschäftigt haben, wie man gewisse Kräfte nutzen kann, um bestimmte Wirkungen zu erzielen. „Mit einer Wippe kann ich eine Seite hochheben, wenn die Kugel auf die andere Seite drauffällt“ – dieser Vorschlag könnte von einem Kind stammen, das sich erst kürzlich mit der Hebelwirkung beschäftigt hat. „Du musst auf die andere Seite mehr Gewicht hängen, damit es ausgeglichen ist“ – diese Aussage könnte von einem Kind stammen, das sich gerade erst mit dem Thema „Gleichgewicht“ auseinandergesetzt hat. Wenn Sie mit den Mädchen und Jungen bereits Entdeckungen zum Thema „Kräfte und Wirkungen“ gemacht haben, dann sind die Planung und der Bau einer Kettenreaktion eine gute Ergänzung zur Anwendung der neu gemachten Erfahrungen.

## Genau beschreiben

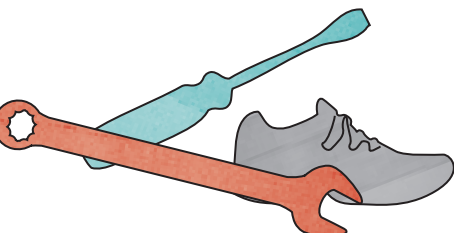
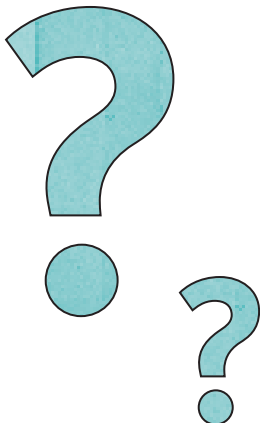
Beim gemeinsamen Bau und beim Beobachten der Kettenreaktion werden die Mädchen und Jungen viel miteinander sprechen. Die Kinder können dabei ihren Wortschatz erweitern, indem sie z. B. unterschiedliche Verben der Bewegung erlernen: fallen, kippen, hüpfen, rollen, rutschen, gleiten. Das Gleiche trifft auf die verschiedenen Objekte zu, die eingesetzt werden, bzw. die Funktion, die sie in der Kettenreaktion haben sollen, z. B. Rampe, Hebel, Schiene, Führung. Und nicht zuletzt erfordert die Beschreibung der kausalen Zusammenhänge sehr komplexe Satzkonstruktionen, wie z. B.: „Wenn die Eisenbahnlok die schräge Rampe entlangrollt, dann stößt sie den Baustein um und dann fallen alle anderen Steine um und der letzte Stein fällt auf den Holzspatel und der geht hoch und lässt den Luftballon frei und der steigt dann nach oben.“

## „Lasst uns das zusammen machen.“

Eine Kettenreaktion zu bauen macht vor allem als Gemeinschaftsprojekt viel Spaß. Wer tut was? Wie organisieren wir uns? Wie einigen wir uns bei unterschiedlichen Wünschen und Ideen? Die Mädchen und Jungen üben sich hier im Eingehen von Kompromissen und Treffen von Absprachen. Aufgaben können auch nach speziellen Fähigkeiten verteilt werden: Wer kann besonders stabil in die Höhe bauen? Wer hat gute Ideen für Kugelbahnen? Wer hat ruhige Hände und kann Dominosteine aufstellen? Wer hat schöne Deko-Ideen? So können alle miteinbezogen werden und ihre individuellen Fähigkeiten einbringen.

## Feinmotorik und Geduld trainieren

Wenn man möchte, dass bei einer großen Anlage mit einer Kettenreaktion alles reibungslos funktioniert, muss jedes einzelne Bauteil exakt an seinem Platz sitzen. Denn steht z. B. ein Dominostein ein wenig zu weit links, wird er vielleicht nicht vom davorstehenden Stein getroffen und kann den gesamten Bewegungsablauf stoppen. Oder die Murmel rollt zu schnell, fliegt aus der Bahn und kann ihre Bewegung deshalb nicht wie vorgesehen weitergeben. Beim Bau einer Kettenreaktion ist daher sehr viel Geduld und Fingerspitzengefühl nötig. Wenn etwas schiefgeht, muss es umgebaut werden, unter Umständen mehrere Male. Die Kinder müssen herausfinden, welche Einzelteile sie wie und wo genau einbauen müssen, damit ihre Kettenreaktion reibungslos abläuft.







# LERNEN MIT DEM TRINKHALM

Ein Beitrag von Dr. Hermann Krekeler

# Wie man den Gesetzen der Mechanik auf die Schliche kommt

## Über den Autor

Dr. Hermann Krekeler (Jahrgang 1951) ist Journalist und Erziehungswissenschaftler. Er hat viele Jahre als Redakteur für verschiedene Zeitschriften gearbeitet. Außerdem ist er Autor von Sach-, Schul- und Kinderbüchern und leitet Schulungen für pädagogische Fachkräfte und Eltern.

Seit 2011 findet zwischen Herrn Dr. Krekeler und der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ ein kontinuierlicher und intensiver Austausch statt, dessen Ergebnisse sich in spannenden Beiträgen für verschiedene Themenbroschüren wiederfinden.



*„Balancieren Sie den Trinkhalm auf einem Finger“, fordere ich die zwölf Teilnehmerinnen des Technik-Workshops auf. Die bunten Trinkhalme sind etwa 75 Zentimeter lang und neonfarben. Auf den Partyinseln trinken Touristen damit Sangria aus üppigen Plastikeimern. Was man sonst noch damit anfangen kann, werde ich mit den zwölf Erzieherinnen dieses Kurses in den folgenden Stunden ausprobieren. Los geht's!*

## „Balancieren Sie den Trinkhalm auf einem Finger“

Die meisten verstehen die Aufforderung so, dass sie den Trinkhalm senkrecht auf ihren Zeigefinger stellen und versuchen, mittels mehr oder weniger hektischen Bewegungen mit Arm und Körper zu verhindern, dass er umkippt. Tut er aber trotzdem – in den meisten Fällen schon nach wenigen Sekunden. Neuer Versuch – und aufpassen, dass man sich nicht gegenseitig umrennt. Niemand schafft mehr als zehn Sekunden!

Einige der Teilnehmerinnen machen etwas ganz anderes. Die haben entweder die Aufforderung anders verstanden oder sie haben keine Lust auf hektische Bewegungsspiele. Sie legen den Trinkhalm einfach waagrecht auf den Zeigefinger, schieben ein bisschen hin und her, bis er brav liegen bleibt, und das war's dann.

Jetzt verteile ich an alle Wäscheklammern. Wir probieren wieder die erste Variante mit dem aufrecht stehenden Trinkhalm. „Bringen Sie die Klammer irgendwo am Trinkhalm an – geht es mit der Wäscheklammer einfacher?“ Zehn lebhaft Minuten später ziehen wir Bilanz: Was sagen die Teilnehmerinnen zur Klammer? Das Balancieren geht einfacher:

- ➔ Wenn die Klammer unten ist (ein bis zwei Teilnehmerinnen).
- ➔ Wenn die Klammer in der Mitte ist (ein bis zwei Teilnehmerinnen).
- ➔ Wenn die Klammer oben ist (acht bis zehn Teilnehmerinnen).

Und einige stellen überhaupt keinen Unterschied fest.



### Präkonzepte zum Balancieren:

- Balancieren kann man besser, wenn das Gewicht unten ist. Das entspricht der Erfahrung, dass Dinge einen besseren Stand haben, wenn ihr Schwerpunkt möglichst tief liegt. Kopflastiges fällt leicht um. Niemand stellt einen Weihnachtsbaum auf die Spitze.
- Balancieren kann man besser, wenn das Gewicht in der Mitte ist. Daraus spricht die Erfahrung, dass die Mitte oft etwas mit Gleichgewicht und Balance zu tun hat.
- Balancieren kann man besser, wenn die Klammer oben ist. Das vermutet nur jemand, die oder der schon Erfahrungen im Balancieren von leichten und schweren Gegenständen hat und z. B. getestet hat, wie man einen Besen erfolgreich balanciert – mit der Bürste nach oben oder unten?



### Am besten gleich selbst ausprobieren!

Je mehr Zeit zum Probieren da ist, desto deutlicher wird, dass es wirklich am einfachsten geht, wenn die Klammer oben auf dem Trinkhalm sitzt. Diese Erfahrung entspricht genau den strengen Gesetzen der Mechanik, mit denen in der Physik die Bewegungen von Körpern beschrieben werden – seien sie riesig wie die Erde oder winzig wie ein Sandkorn.

Soweit die Theorie. In der Praxis hilft uns das allerdings noch nicht viel, weil die Gesetze der Mechanik so abstrakt und alltagsfern formuliert sind, dass wir sie in unseren Balancierversuchen nicht umstandslos wiederfinden. Umgekehrt würden wir unsere Erfahrungen mit den Trinkhalmen ja auch nicht umstandslos in der Formelsprache physikalischer Gesetze ausdrücken können. Müssen wir zum Glück ja auch nicht.

Trotzdem geben uns die folgenden Versuche viele Gelegenheiten, die Auswirkungen der Gesetze zu erkunden und zu nutzen. Dabei geht es vor allem um Schwerkraft, Trägheit, Reibung und Hebelwirkung.

### Die Allmacht der Schwerkraft

Ich frage die Teilnehmerinnen: „Was sagt Ihnen eigentlich, wohin Sie die Hand bewegen müssen, damit der Trinkhalm nicht umfällt? Nein, das ist nicht nur Ihr Gefühl. Sie beobachten, wohin sich der Trinkhalm neigt und folgen ihm genau in diese Richtung – bis er stehen bleibt. Und wenn er wieder die Richtung ändert, dann gleich hinterher. Die Spitze des Halms ist Ihr Kompass: Er zeigt exakt an, wo es langgeht. Keine Magie, keine Intuition, bloß ein bisschen Mechanik.“

Mechanik? Welche Kräfte sind hier denn beteiligt? Vor allem ist es die Schwerkraft. Sie wirkt auf alles und jede bzw. jeden und zwar immer in Richtung Erdmittelpunkt. Und genau dahin würde sich der Trinkhalm nämlich aufmachen, wäre nicht Ihr Finger (oder der Fußboden) im Weg.

Solange der Trinkhalm senkrecht auf Ihrem Finger steht, ist alles gut. Was aber, wenn er sich zur Seite neigt, sei es auch nur ein kleines Stück? Alarm! Jetzt kann die Schwerkraft wieder zugreifen und alles aus dem Gleichgewicht bringen. Sofern Sie jetzt nicht sofort etwas unternehmen, kippt der Trinkhalm immer schneller zu Seite. Warum? Weil der Angriffspunkt der Schwerkraft nicht länger direkt über Ihrem Finger liegt, sondern seitlich davon und der Trinkhalm somit freie Bahn hat Richtung Boden.“

**Die Schwerkraft wirkt auf alles und jede bzw. jeden in Richtung Erdmittelpunkt.**



## Der gewichtige Schwerpunkt

Dieser Punkt, in dem die Schwerkraft angreift, heißt treffend „Schwerpunkt“ und befindet sich bei einem Trinkhalm genau in dessen Mitte. Um zu verhindern, dass der Trinkhalm umfällt, müssen wir ihn immer direkt unter seinem Schwerpunkt unterstützen. Der „Kompass“ an seiner Spitze weist uns dabei den Weg.

Bleibt die Frage, wie uns eine Wäscheklammer bei all diesen Manövern dienlich sein kann. Auf den ersten Blick bietet ihr Gewicht der Schwerkraft ja einen zusätzlichen Angriffspunkt und sie verlagert insgesamt den Schwerpunkt ein Stück nach oben – in Richtung bedenklicher Kopflastigkeit.

„Was vermuten Sie, was bewirkt die Klammer?“, frage ich die Teilnehmerinnen. Ihre Antworten lassen eine gewisse Ratlosigkeit erkennen. Ich kann heraushören, dass ihnen bestimmte sachbezogene Vorkenntnisse und Erfahrungen fehlen. Vielleicht sind wir nach den nächsten beiden Versuchen klüger.

## Die endlose Schrecksekunde

Der erste Versuch heißt „Schrecksekunde“ und hat – auf den ersten Blick – mit unserer Frage wenig zu tun. Warten wir es ab. Praktischerweise können wir für diesen Reaktionstest gleich unsere Trinkhalme mit Klammer benutzen.

Und so geht’s: Jede sucht sich eine Mitspielerin. Eine von beiden hält das Ende mit der Wäscheklammer so über die Hand der anderen, dass sie frei zwischen Daumen und Zeigefinger hängt. Plötzlich wird der Trinkhalm losgelassen. Die andere muss schnell zugreifen, um den Trinkhalm möglichst früh zu erwischen. Wenn wir vorher eine Skala – nummerierte Striche im Abstand von drei Zentimetern – angebracht haben, lassen sich die Reaktionszeiten besser miteinander vergleichen.

„Ups!“ Fast allen geht es ähnlich: Beim ersten Versuch haben sie das Gefühl, irgendwie geschlafen zu haben. Aber beim zweiten und dritten Versuch werden die Reaktionszeiten auch nicht besser. Sie sind nun einmal erstaunlich lang: Bis die Hand auf das reagiert, was das Auge wahrnimmt, vergehen eine bis drei Zehntelsekunden.



## Lang oder kurz?

Vorweg stelle ich eine Frage: „Was lässt sich (ohne Wäscheklammer) leichter balancieren: ein kurzer normaler Trinkhalm oder eines unserer langen Sangria-Exemplare?“

Bevor wir es ausprobieren, lasse ich die Teilnehmerinnen vermuten. Etwa die Hälfte ist davon überzeugt, dass es mit einem kurzen Trinkhalm – oder auch mit einem Bleistift – leichter geht. Wahrscheinlich liegt dieser Vermutung die Erfahrung zugrunde, dass kleine, leichte Dinge besser zu handhaben sind als große, schwere. Das stimmt ja in vielen Fällen auch, nicht aber in diesem.

*Der Wäscheklammer-Kompass an der Spitze weist uns den Weg.*

*Ups, da hab ich wohl geschlafen!*

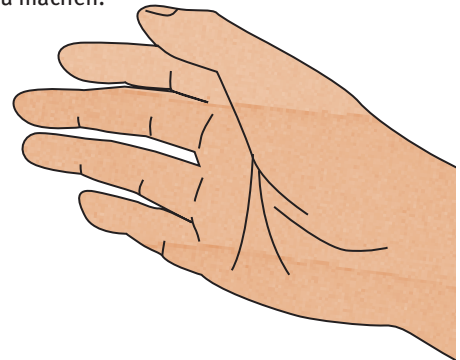
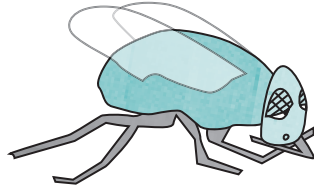
*Unser Tastsinn ist übrigens deutlich schneller als das Auge: Wir befestigen einen Papierstreifen an der Klammer und wiederholen den Versuch. Diesmal schließen wir die Augen und verlassen uns ganz auf unser Gefühl. Sobald wir den Papierstreifen an Daumen und Zeigefinger spüren, greifen wir zu.*



## Wir reagieren zu langsam

Ich kann getrost einen Preis aussetzen: Zehn Euro bekommt, wer es länger als fünf Sekunden schafft. Schnell haben sich alle davon überzeugt, dass das ziemlich aussichtslos ist, auch wenn wir das eben Gelernte beherzigen und versuchen, den Trinkhalm immer direkt unter dem Schwerpunkt zu unterstützen. Bevor wir uns versehen, liegt er schon auf dem Tisch. Wir reagieren einfach zu langsam! Da ist nichts zu machen.

Übrigens, die Reaktionszeit einer Fliege ist zehnmal kürzer als bei uns Menschen. Sie sieht den Halm quasi in Zeitlupe kippen und könnte in aller Ruhe Gegenmaßnahmen ergreifen. Deshalb ist es auch so schwer, mit der Hand eine Fliege zu erwischen.



## Die beharrliche Trägheit

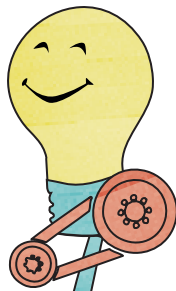
Auf unsere Reaktionszeit haben wir keinen Einfluss. Aber anders als die Fliege können wir uns von einer Wäscheklammer helfen lassen – und der Trägheit.

Die Trägheit ist ein ähnlich universelles Phänomen wie die Schwerkraft, wobei dieser Begriff in der Physik ausnahmsweise eine ganz ähnliche Bedeutung hat wie in unserer Alltagssprache. Trägheit bezeichnet das Beharrungsvermögen von Körpern – gemeint sind hier ausschließlich physikalische Körper – also das Bestreben, ihren gegenwärtigen Bewegungszustand beizubehalten.

**Ruhende** Körper haben das Bestreben, an ihrem Ort zu verharren, und **bewegte** Körper das Bestreben, Geschwindigkeit und Richtung ihrer Bewegung beizubehalten. Dabei gilt: Je größer die Masse eines Körpers ist, desto mehr Kraft muss man aufwenden, um seine Trägheit zu überwinden. Eine Bowlingkugel lässt sich schwerer von der Stelle bewegen als ein Tischtennisball und auch schwerer stoppen, wenn sie erst einmal in Fahrt ist.

Das war jetzt eine Menge Physik, und es hat in der Tat seit der Antike viele Jahrhunderte gedauert, bis Newton diese Gesetzmäßigkeiten so klar formulieren konnte. Was davon ist nun für unsere Balancierkunststücke von Bedeutung?

*Ich will so bleiben,  
wie ich bin!*



## Ein Gedankenexperiment

Vorweg noch ein weiterer Versuch. Den führen wir aber nicht leibhaftig aus, sondern nur in Gedanken: Wir sind im Chinesischen Nationalcircus und beobachten zwei Artisten. Der Kräftigere von beiden balanciert auf der Schulter eine fünf Meter lange Stange. Der Leichtere klettert behände daran hoch und turnt dann in fünf Metern Höhe seine Kunststücke am Ende der Stange.

„Wetten, dass Sie das auch können“, behaupte ich. „Nicht die Kunststücke oben, aber Sie könnten die Stange unten balancieren – sofern Sie den entsprechenden Körperbau hätten. Denn Sie wissen ja jetzt, was zu tun ist: Sie müssen sich nur so bewegen, dass Sie immer direkt unter Ihrer Kollegin stehen. Sobald sich die Stange ein kleines Stück zur Seite neigt, gehen Sie ein kleines Stück in diese Richtung und so weiter. Sehen Sie, es ist ganz einfach. Und schauen Sie genau hin, dann sehen Sie auch, warum das so einfach ist: Die Stange bewegt sich ganz langsam, wie in Zeitlupe – nicht so hektisch wie unser kurzer Trinkhalm. Sie haben alle Zeit der Welt, ihr zu folgen. Denn sie folgt brav dem Trägheitsprinzip, das ja besagt: je größer die Masse, desto größer das Beharrungsvermögen, desto schwerfälliger bewegt sich ein Körper. Die Länge der Stange hat dazu noch den Vorteil: An ihrem Ende sind die Bewegungen viel größer und für uns leichter zu erkennen als bei einer kurzen Stange mit gleichem Gewicht.“

*Die Stange folgt dem  
Trägheitsprinzip und  
bewegt sich in Zeitlupe.*



## Rätsel gelöst

Jetzt haben wir alles beisammen, um zu verstehen, was es mit der Wäscheklammer an der Trinkhalm spitze auf sich hat:

- Die Schwerkraft lässt den Halm kippen, sobald er nicht mehr direkt unter seinem Schwerpunkt unterstützt wird.
- Die Trägheit des Gewichts an der Spitze und die Länge des Trinkhalms verlangsamen seine Bewegungen.
- So können wir trotz unserer relativ langen Reaktionszeit ausreichend früh agieren und das Umkippen verhindern.

## Der liegende Trinkhalm

Kehren wir noch einmal zurück zum Anfang, zu den Abwechlerinnen, die sich erst gar nicht auf den abenteuerlichen Versuch eingelassen haben, einen Trinkhalm senkrecht zu balancieren. Sie haben ihn stattdessen waagrecht auf den Zeigefinger gelegt und nach kurzem Ausbalancieren schauen sie nun entspannt den Kolleginnen bei ihren hektischen Aktionen zu.

Was genau haben sie gemacht? Im Wesentlichen das Gleiche wie die anderen: Sie haben den Halm mit dem Finger direkt unter seinem Schwerpunkt unterstützt. Nur zappelt der Schwerpunkt bei ihnen nicht in luftiger Höhe (37,5 Zentimeter) herum, sondern verharrt knapp oberhalb (drei Millimeter) des Fingers. Kein Kunststück!

„Wie haben Sie denn diesen fabelhaften Punkt gefunden?“, frage ich die ganze Gruppe. „Das ist nicht schwer, man guckt, wo etwa die Mitte ist, schiebt dann noch ein bisschen – bis sich der Trinkhalm nicht mehr bewegt.“ „Können Sie das auch mit geschlossenen Augen?“, frage ich. Das dauert zwar ein bisschen länger, ist aber grundsätzlich kein Problem: Sobald man sieht oder spürt, dass sich der Halm auf einer Seite senkt, muss man den Finger in eben diese Richtung schieben. Ganz ähnlich wie bei dem senkrechten Halm. Nur gemächlicher.

## Ein Trinkhalm als Balkenwaage

Wir merken uns den Schwerpunkt und hängen den Trinkhalm genau an dieser Stelle an einem Faden auf. Jetzt haben wir so etwas wie eine Waage, eine Balkenwaage, wie sie korrekt heißt. Hängt der Balken – der Trinkhalm – genau horizontal, zeigt dies an, dass auf beide Seiten die gleiche Gewichtskraft wirkt (so drückt es die Fachsprache aus). Befestigen wir nun auf einer Seite eine Wäscheklammer, dann senkt sich dieser Arm. Um den Trinkhalm wieder ins Gleichgewicht zu bringen, müssen wir auf der anderen Seite ebenfalls eine Wäscheklammer anbringen. Das überrascht niemanden.

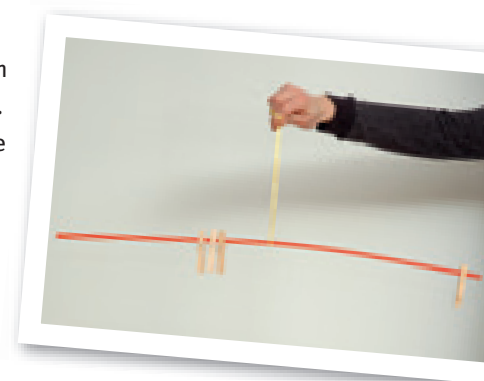
Nicht ganz so selbstverständlich ist dagegen für viele – Kinder wie Erwachsene –, dass es keineswegs egal ist, an welcher Stelle wir die zweite Klammer am freien Arm befestigen. Wir merken sofort: Je weiter wir mit ihr Richtung Mitte rücken, desto mehr hebt sich der Arm wieder.

Nächste Aufgabe: „Am Ende des einen Arms befestigen wir eine Klammer. Können Sie am anderen Arm zwei Klammern so befestigen, dass sich wieder ein Gleichgewicht einstellt? Wo müssen die Klammern dafür hin?“ Eine Fangfrage, denn es gibt unzählige viele Lösungen, die aber eines gemeinsam haben: Je weiter außen die erste Klammer angebracht ist, desto näher muss die zweite Klammer zum Aufhängpunkt sein.

Hier wirken die Hebelgesetze. Ihnen verdanken wir übrigens auch das Wippe-Phänomen: Ein schwächtiges Kerlchen kann seinen schwergewichtigen Freund oben verhungern lassen, wenn es nur weit genug nach außen rückt.



**Und jetzt mit geschlossenen Augen**

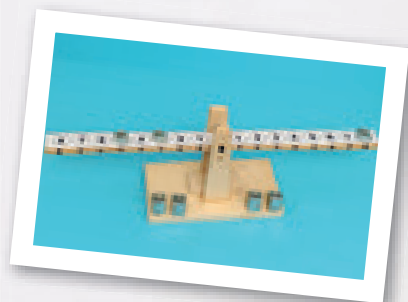


**Wo müssen die Gewichte hin?**

## Rechnen mit der Waage

Ich frage mich oft, warum dieses vielseitige Gerät nicht in jeder Grundschulklasse steht. Viele Lehrerinnen und Lehrer haben es noch nie gesehen, sie staunen ungläubig, wenn ich es ihnen vorführe und zum Ausprobieren überlasse.

Es heißt Rechenwaage und verdient diesen Namen auch. Zumindest was das Addieren und Multiplizieren anbelangt. Auf beiden Armen dieser Balkenwaage sind in gleichen Abständen die Zahlen von 1 bis 8 angebracht. Außerdem brauchen wir noch ca. 30 identische Unterlegscheiben.



### Und so wird gerechnet:

Auf einen Arm der Waage legen wir z. B. auf die Positionen 3 und 4 je eine Unterlegscheibe. Die Waage kippt sich ins Gleichgewicht, wenn wir nun auf dem anderen Arm eine Scheibe auf die Position 7 legen.

Bei der Aufgabe  $2 \times 3 + 4$  (linker Arm: auf Position 3 zwei Scheiben und auf Position 4 eine Scheibe) könnten wir z. B. mit zwei Scheiben auf Position 5 die Waage ins Gleichgewicht bringen.

Die Waage ist eine großartige Anwendung des Hebelgesetzes, das schon seit der Antike bekannt ist. In seiner einfachsten Form wird es gern so formuliert:

Last x Lastarm = Kraft x Kraftarm. Die Bezeichnungen gehen auf eine häufige technische Anwendung zurück, bei der eine (große) Last mit Hilfe eines (langen) Hebels bewegt wird. Bei unserer Waage spielt diese Bezeichnung keine Rolle, wohl aber die Aussage, die wir jetzt umgangssprachlich mal so formulieren: Gleichgewicht herrscht dann, wenn das Produkt aus Strecke (Entfernung vom Drehpunkt) und Gewicht auf beiden Seiten gleich ist. Beispiel: Auf einer Seite steht ein Gewicht von 2 Kilogramm 30 Zentimeter vom Drehpunkt entfernt ( $2 \times 30$ ), so könnte auf der anderen Seite ein Gewicht von nur 1 Kilogramm bei 60 Zentimetern die Waage ins Gleichgewicht bringen ( $1 \times 60$ ).

Ich kann mir keine bessere Veranschaulichung und Anwendung des Hebelgesetzes als Rechenhilfe vorstellen!

## Magie oder Mechanik?

„Weil Sie alle so geduldig geschoben haben, zeige ich Ihnen jetzt noch einen verblüffenden Versuch, mit dem Sie jederzeit Kinder und Erwachsene zum Staunen bringen können. Die Kinder wiederum werden damit ihre Eltern und andere Erwachsene beeindrucken.“

Los geht's: Legen Sie den Trinkhalm (oder einen langen Stab, z. B. einen Besenstiel) auf Ihre ausgestreckten Zeigefinger und schieben Sie die Finger langsam aufeinander zu. Wetten, die Finger treffen sich genau in der Mitte – im Schwerpunkt, wie wir ihn jetzt fachkundig nennen. Wiederholen Sie den Versuch ein paarmal, um auszuschließen, dass es bloß Zufall war. Zwar rutschen die Finger jedes Mal ein bisschen anders und fast nie gleichzeitig, aber immer mit dem gleichen Resultat.

„Wie lässt sich das erklären?“, frage ich. Fast alle ersten Vermutungen sind weit von der Lösung des Rätsels entfernt und lauten ungefähr: „Irgendwie steuern wir intuitiv, wie wir die Hände bewegen müssen.“ Mal sehen, ob da was dran ist: „Schließen Sie die Augen vor dem nächsten Versuch, dann können wir überprüfen, ob unser Sehsinn beteiligt ist.“

Ist er nicht. Es geht genauso mit geschlossenen Augen. „Dann muss es der Tastsinn sein.“ Ehe wir das überprüfen, noch schnell ein lustiger Test zu zweit: Die Partnerinnen stehen nebeneinander. Eine nimmt ihren rechten, die andere ihren linken Zeigefinger und wir wiederholen den Versuch. Auch das funktioniert!

Nur langsam dämmert die Erkenntnis: Das hat nichts mit unserer Wahrnehmung und unserer Steuerung zu tun.



**Irgendwie steuern wir das –  
oder doch nicht?**

Aber noch immer bezweifeln viele, dass das Ganze auch ohne eigene Steuerungsmöglichkeit funktioniert. Wir legen also den Trinkhalm oben auf die Rückenlehnen zweier Stühle und schieben diese dann aufeinander zu. Geradezu gespenstisch sieht es aus, wenn wir nur einen Stuhl bewegen und den anderen an seinem Platz lassen. Unglaublich: Am Ende balanciert der Trinkhalm auf der schmalen Stelle, an der die beiden Lehnen aneinanderstoßen.

## Die Reibung ist immer dabei

Jetzt wird es höchste Zeit, der Sache auf den Grund zu gehen! Erstaunlich ist, dass uns alle Kräfte und Phänomene, die hier zusammenwirken, bestens aus dem Alltag vertraut sind. Trotzdem gelingt es uns nicht gleich, das Puzzle zusammenzusetzen. Legen wir los:

- Alle haben schon die Erfahrung gemacht, dass sich ein schwerer Koffer schwerer über den Boden ziehen oder schieben lässt als ein leichter. Schuld daran sind die Reibungskräfte, die zwischen Kofferboden und Untergrund wirken. Je schwerer der Koffer ist, desto größer ist der Widerstand, den wir überwinden müssen. (Außerdem spielt noch eine Rolle, wie glatt Fußboden und Kofferboden sind.)
- Dieser direkte Zusammenhang von Gewichtskraft und Reibungskräften macht uns bei unseren Trinkhalmversuchen zur Trickkünstlerin bzw. zum Trickkünstler.
- Wer genau hinsieht, stellt fest, dass der Trinkhalm immer abwechselnd auf einem Finger aufliegt, während der andere Finger unter dem Trinkhalm Richtung Mitte gleiten kann. Bis beide Finger dort zusammentreffen, tauschen sie mehrfach die Rollen.
- Da, wo der Halm anfangs aufliegt, ist offensichtlich die Haftreibung größer. Das ändert sich aber, wenn über dem gleitenden Finger das Gewicht größer wird, während er näher zur Mitte rutscht. Mit zunehmendem Gewicht wird jedoch auch die Gleitreibung größer, die er überwinden muss. Genau wie bei unserem Koffer.
- Andererseits: Je mehr Gewicht der eine Finger tragen muss, desto leichter wird das Gewicht über dem anderen Finger. Das bedeutet, dass dort die Reibung abnimmt und der Finger gleiten kann. Auf der anderen Seite bleibt er so lange liegen.
- Jetzt wiederholt sich das Spiel auf der „leichten“ Seite, bis dort Gewicht und Reibung wieder so groß werden, dass sich das Ganze umkehrt. Und so weiter, hin und her, bis zum Happy End.

Zugegeben, ganz einfach ist das nicht zu verstehen, vor allem dann, wenn man nicht auch theoretisch mit der Wirkungsweise von Kräften vertraut ist. Das gilt natürlich im besonderen Maß für Kinder, trotzdem ist es eine interessante und lohnende Erfahrung. Viele weitere Versuche lassen sich daran anschließen, die geeignet sind, um Kinder mit einem soliden Erfahrungsschatz zum Thema „Kräfte und Wirkungen“ zu versorgen.

## Zu guter Letzt

Die Wirkungsweise mechanischer Kräfte ist uns eigentlich aus dem Alltag bestens vertraut. Wir nutzen sie mit großer Selbstverständlichkeit, schon allein deshalb, weil sie uns auf Schritt und Tritt begegnen. Jede Türklinke, jeder Nussknacker bedient sich der Hebelgesetze, jede Salatschleuder der Fliehkraft. Aber selten machen wir uns die Mühe, sie systematisch zu untersuchen. Für sich gesehen, hat jeder einzelne Versuch mit den Trinkhalmen keine Beweiskraft und führt auch nicht zur Entdeckung der Gesetze der Mechanik. Aber jeder Versuch bereichert den Erfahrungsschatz von Kindern und Erwachsenen und kann dazu beitragen, die schwer verständlichen Gesetze mit eigenen Sinnen zu erkunden.



*Je schwerer, desto mehr Reibung*

*Die Finger tauschen abwechselnd die Rollen.*





## Können Fische ertrinken?

### Wie unsere Alltagserfahrung dem Verständnis formaler Naturgesetze im Wege steht

Für das Buch „Kinder antworten auf Kinderfragen“ habe ich Vorschulkindern u. a. die Frage gestellt: „Können Fische ertrinken?“ Eine der schönsten Antworten lautete: „Nein, sie können nicht ertrinken, weil sie sich auf dem Meeresboden ausruhen, wenn sie nicht mehr schwimmen können.“ Diese Erklärung ist nicht nur amüsant, sie wirft auch ein Licht auf ganz grundsätzliche Probleme bei der Vermittlung naturwissenschaftlicher Themen. Auf einige möchte ich im Folgenden eingehen:

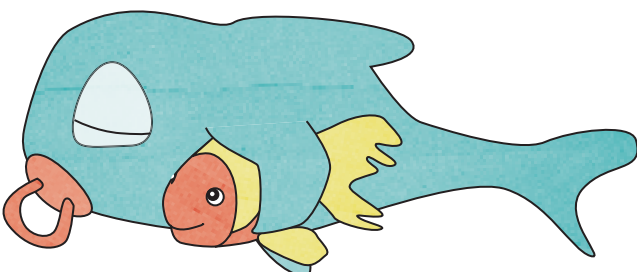
- In der Fachsprache der Physik haben umgangssprachliche Begriffe und Ausdrücke oft eine völlig andere Bedeutung (z. B. „Beschleunigung“).
- Für Kinder ist der Bezugspunkt bei der Deutung von Phänomenen ihrer physikalischen Umwelt oft der eigene Körper mit seinen lebendigen Qualitäten (z. B. „Schwimmen“).
- Naturgesetze gelten i. d. R. nur unter idealen Bedingungen, wie wir sie in der Praxis nur selten vorfinden. Dort sind so gut wie immer störende Randbedingungen wirksam, die es erschweren, die Gesetzmäßigkeiten aus den beobachteten Phänomenen abzuleiten. Beispielsweise gelten die Fallgesetze eigentlich nur im luftleeren Raum.

„Schwimmen“ bedeutet für ein Kind etwas anderes als für eine Naturwissenschaftlerin oder einen Naturwissenschaftler. Für die Wissenschaft ist Schwimmen das vom Auftrieb abhängige Verhalten eines unbelebten Körpers in einer Flüssigkeit. Ein Kind verbindet dagegen damit die Aktivität eines Lebewesens, zu der auch eigene Anstrengung gehört. In obiger Kinderantwort ist deutlich die besorgte Mutter zu hören: „Schwimm nicht zu weit hinaus, sonst wirst du müde, und dann kannst du ertrinken, weil du keine Kraft mehr hast zurückzuschwimmen.“

Vor allem in der Mechanik kann die Überschneidung mit alltagssprachlichen Begriffen mehr Verwirrung stiften als Klarheit schaffen. Wenn dort von einem „Körper“ die Rede ist, so ist dieser nur in Ausnahmefällen aus Fleisch und Blut, sondern i. d. R. ein unbelebtes Ding jedweder Gestalt.

Besonders irreführend ist in der Mechanik der Begriff „Beschleunigung“. Umgangssprachlich setzen wir ihn gleich mit „schneller werden“. Schwer zu begreifen, dass er in den Naturwissenschaften auch „Bremsen“ sowie die Richtungsänderung eines Körpers bei gleichbleibender Geschwindigkeit bezeichnet.

Auch bei „Druck“ denken Naturwissenschaftlerinnen oder Naturwissenschaftler an etwas anderes als Laien. Wird irgendwo Druck ausgeübt, ist das in der Alltagssprache z. B. der Druck auf einen Klingelknopf – eine gerichtete Kraft. Fachsprachlich ist es falsch (wenn auch gebräuchlich), zu sagen, dass der Druck in eine bestimmte Richtung wirkt. Richtiger ist es, den Druck als „allseitig wirkend“ zu beschreiben. Druck beschreibt den Zustand eines Systems.



Ob etwas „schwer“ oder „leicht“ ist, bemessen wir intuitiv an unseren Körperkräften. Und „schnell“ bzw. „langsam“ setzen wir in Beziehung zu der Geschwindigkeit, mit der wir uns fortbewegen können. Das ist alles nicht überraschend. Denn anders als mit seinem Körper und seinen Sinnen kann sich ein Kleinkind die Welt ja nicht aneignen. Die Naturwissenschaften dagegen spannen ganz andere Horizonte. Sie operieren im Mikrokosmos der Elementarteilchen genauso leidenschaftslos wie im Makrokosmos der Gestirne. Es führt kein direkter Weg von den sinnlichen Bewegungserfahrungen eines Babys zum Verständnis abstrakter Naturgesetze. Im Gegenteil – unsere Alltagserfahrung steht dem Verständnis von Naturgesetzen häufig sogar im Weg. „Die größten Wahrheiten widersprechen oft geradezu den Sinnen, ja fast immer. Die Bewegung der Erde um die Sonne – was kann dem Augenschein nach absurder sein? Und doch ist es die größte, erhabenste, folgenreichste Entdeckung, die je der Mensch gemacht hat, in meinen Augen wichtiger als die ganze Bibel.“ Soweit Goethe.

## Die ermüdete Kanonenkugel

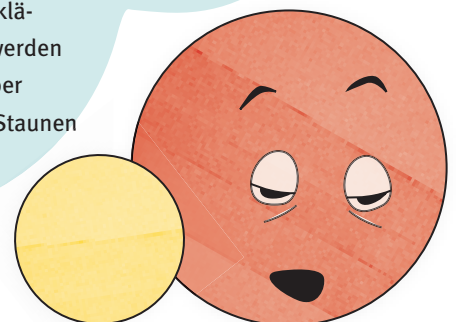
Seit der Antike haben Gelehrte darüber nachgedacht, wie Bewegungen von Körpern zustande kommen und wie sie zu erklären sind. Was passiert, wenn man einen Ball in die Luft wirft? Oder eine Kanonenkugel abschießt?

Die bis ins 18. Jahrhundert vorherrschende Deutung der Phänomene geht bereits auf Aristoteles zurück und ähnelt in erstaunlicher Weise den naiven Erklärungen von Kindern. Nach dieser Theorie nimmt man an, dass eine Bewegung nur durch eine lebendige Kraft ausgelöst und aufrechterhalten werden kann. Eine Werferin bzw. ein Werfer oder eine Kanone gibt dem Wurfgeschoss einen kräftigen Schwung mit, der es befähigt, sich in die vorgesehene Richtung zu bewegen. Durch die Anstrengung des Flugs wird dieser Schwung allerdings verbraucht und das bewegte Objekt fällt irgendwann ermüdet zu Boden. Das klingt plausibel, und es ist auch in etwa das, was wir an uns selbst und an fliegenden Bällen beobachten.

Die heute gültige Formulierung der Bewegungsgesetze dagegen stammt von Isaac Newton, und sie verlangt von uns, dass wir die physikalischen Sachverhalte so „beschreiben, wie wir sie nicht erfahren“ (Carl Friedrich von Weizsäcker). Nach Newton wird die Kanonenkugel die Richtung und Geschwindigkeit beibehalten, die ihr anfangs mitgegeben wurde, und auch nicht aufbrauchen – sofern keine bremsenden Kräfte auf sie einwirken. Sobald sie einmal der Schwerkraft der Erde entflohen ist, wird sie, ohne zu ermüden, ewig und mit unverminderter Geschwindigkeit weiterfliegen. So verlangt es das von Newton formulierte Trägheitsprinzip. In der Raumfahrttechnik wird das längst praktisch genutzt. Die Entfernung des Flugs spielt keine große Rolle mehr, wenn ein Raumschiff erst mal in den Weiten des Universums unterwegs ist. Eine weitere Kraft ist nur nötig, um schneller zu werden oder zum Landen abzubremesen.

Und nun? Steht das abstrakte Trägheitsprinzip den Alltagserfahrungen und Deutungen der Kinder unversöhnlich gegenüber? Und weil diese naiven Deutungen schließlich nicht gänzlich unbrauchbar sind – sie funktionieren ja in den meisten Fällen wunderbar –, werden sie nur ungern zugunsten abstrakter Begriffe aufgegeben.

Es gibt also keinen Grund, Kindern voreilig die fachsprachlichen Modelle aufzudrängen. Das lässt sie bestenfalls zu Schein-Kopernikanern werden, wie Wagenschein sagt<sup>12</sup>. Erst wenn Kinder im Laufe der Zeit die unbestreitbaren Vorteile naturwissenschaftlicher Erklärungsmodelle kennen lernen, werden sie sich mit ihnen anfreunden, denn erst dann werden die naturwissenschaftlichen Modelle und Fachbegriffe für sie hilfreich. Das braucht aber Geduld und vielfältige Erfahrungen mit den Phänomenen, z. B. beim Balancieren und Staunen über das Verhalten eines Trinkhalms.





**WISSENSWERTES FÜR  
INTERESSIERTE ERWACHSENE**

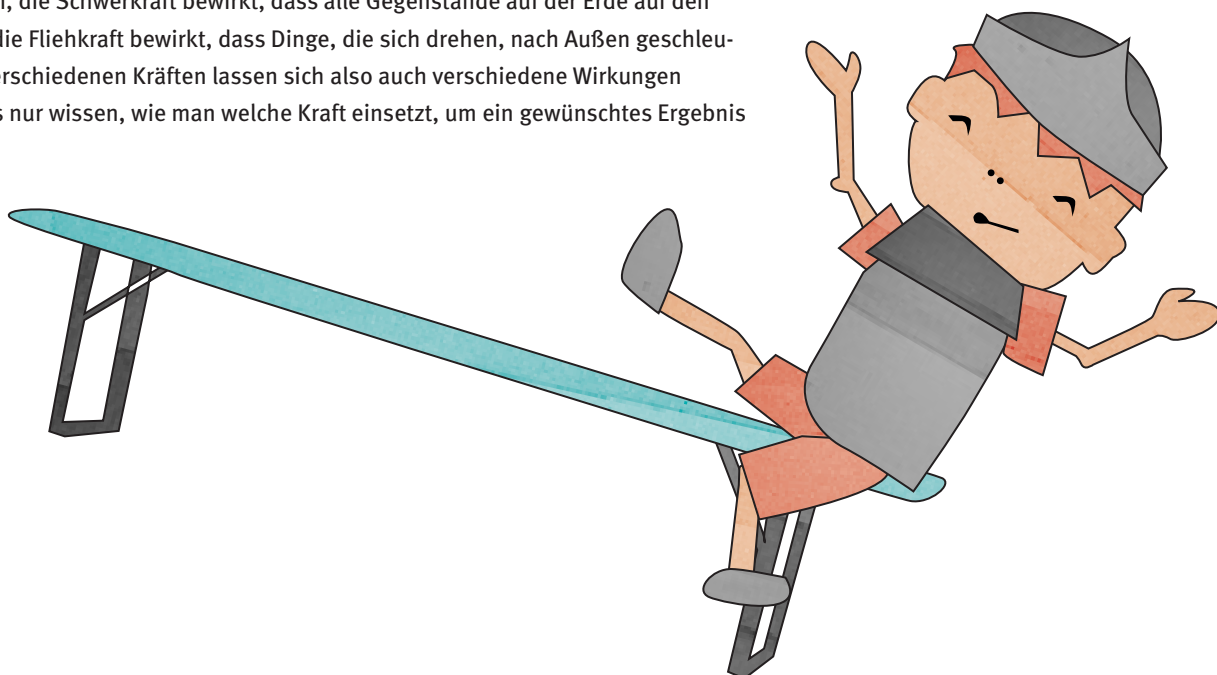
## Was ist Kraft?

Der Begriff „Kraft“ tritt in unserem Alltagswortschatz oft in unterschiedlichen Zusammenhängen auf: „Papa hat viel Kraft, er kann mich und meinen Bruder gleichzeitig hochheben.“, „Das Auto hat viel Kraft, es fährt den steilen Hang hinauf, obwohl es voll beladen ist.“, „Das kräftige Seil hält das große Boot am Steg fest.“. Physikalisch gesehen, stellt eine Kraft eine äußere Einwirkung auf einen Gegenstand dar. Der Gegenstand wird durch diese Kraft in Bewegung gesetzt oder – wenn er nicht beweglich ist – verformt. Viele verschiedene Kräfte wirken ständig auf uns und unsere Umwelt. Zum einen ist die Schwerkraft auf der Erde allgegenwärtig und zieht alles in Richtung Erdmittelpunkt. Außerdem ist die Erde für eine weitere Kraft auf uns verantwortlich: die Fliehkraft. Weil die Erde sich dreht, werden wir von dieser Kraft nach außen geschleudert. Nur merken wir davon nichts, da die Schwerkraft viel stärker wirkt als die Fliehkraft und diese sozusagen „übertrumpft“. Wenn wir also vermeintlich, ohne uns zu bewegen, still auf der Erde stehen, werden wir gleichzeitig ins Erdinnere gezogen, vom Boden aber wieder nach oben gedrückt und außerdem durch die Drehbewegung der Erde noch von ihr weggeschleudert – und wir nehmen weder das eine noch das andere wahr. Wenn uns aber jemand vom Schwimmbadrand ins Wasser schubst, spüren wir seine Kraft, die uns umwirft. Es gibt also ganz unterschiedliche Arten von Kräften. Sie können verschiedene Ursachen haben, unterschiedliche Wirkungen erzielen, sie können groß sein (z. B. ein Ferrari, der in acht Sekunden von 0 auf 100 Stundenkilometer beschleunigt), klein (z. B. das Anstupsen einer kleinen Perle) oder sich ausgleichen (z. B. beim Tauziehen, wenn keine Seite sich bewegt, weil beide Parteien gleich kräftig ziehen).



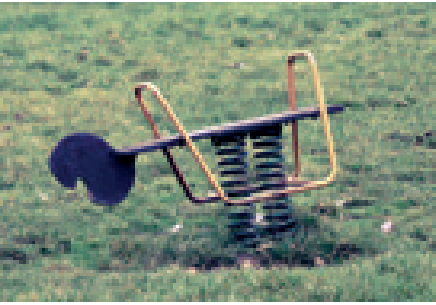
## Was ist eine Wirkung?

Das Wort „Wirkung“ kann verschiedene Bedeutungen haben, je nach dem Themengebiet, mit dem man sich gerade befasst. Generell ist eine Wirkung aber das Ergebnis einer Ursache. In unserem Fall ist damit die Veränderung gemeint, die eine Kraft verursacht, wenn sie auf etwas wirkt: Die Federkraft eines Sofapolsters z. B. bewirkt, dass das Polster leicht nachgibt, wenn wir uns darauf setzen, und wieder in seine alte Form zurückkehrt, wenn wir aufstehen. Die Hebelkraft eines Nussknackers bewirkt, dass wir relativ wenig Muskelkraft aufwenden müssen, um eine harte Nuss damit zu öffnen. Die Reibungskraft bewirkt, dass Bewegungen ins Stocken geraten, die Schwerkraft bewirkt, dass alle Gegenstände auf der Erde auf den Boden fallen, und die Fliehkraft bewirkt, dass Dinge, die sich drehen, nach Außen geschleudert werden. Mit verschiedenen Kräften lassen sich also auch verschiedene Wirkungen erzielen. Man muss nur wissen, wie man welche Kraft einsetzt, um ein gewünschtes Ergebnis zu erreichen.





## Federkraft

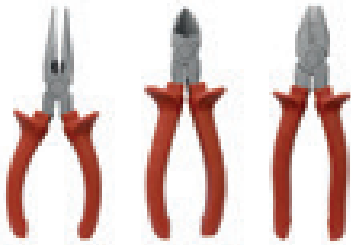


Mit der Federkraft ist die so genannte Rückstellkraft z. B. einer Metallfeder gemeint. Drückt man eine Feder ein oder zieht sie auseinander, dann wirkt eine Kraft, die die Feder wieder in ihre ursprüngliche Position zurückbringt. Wie groß die Rückstellkraft ist, hängt sehr von den spezifischen Eigenschaften der Feder ab. Das Material, die Form der Feder, aber auch die Belastungsrichtung bestimmen diese Größe, die man als Federkonstante bezeichnet. Man kann die Federkonstante einer Feder mit einem Kraftmesser ermitteln. Dabei wird die Kraft (in Newton) angezeigt, die nötig ist, um die Feder um eine gewisse Länge auseinanderzuziehen: Federkonstante

$$D = \frac{\text{Kraft } F}{\text{Auslenkung } L}$$

Federn werden immer dann eingesetzt, wenn etwas abgefedert oder gedämpft werden soll, z. B. eine Matratze, oder wenn Energie gespeichert werden soll, die später wieder abgegeben wird, z. B. beim Trampolin hüpfen oder bei einem Katapult. Weiterhin sind technische Federn nützlich, wenn Geräte oder Gegenstände verformt werden, die anschließend wieder ihre Ursprungsposition oder -form annehmen sollen, z. B. die Mine eines Druckkugelschreibers.

## Hebelkraft



„Gebt mir einen festen Punkt und ich hebe die Welt aus den Angeln.“ Diesen Satz soll Archimedes schon um 200 v. Chr. gesagt haben, als er die Hebelgesetze erforschte. Er soll verdeutlichen, dass man mit einem Hebel eine große Kraftwirkung erzielen kann, obwohl man selbst nur wenig Kraft aufwendet.

Wichtige Merkmale eines Hebels sind Kraftarm, Lastarm und der Dreh- oder Auflagepunkt. Je länger der Kraftarm ist, desto weniger Kraft müssen wir aufbringen, um die Last – das Gewicht – auf dem Lastarm anzuheben. Also: je länger der Hebel, desto weniger anstrengend wird es für uns.



## Schwerkraft



Die Schwerkraft, auch Gravitationskraft genannt, ist eine der vier so genannten Grundkräfte der Physik. Die anderen drei Grundkräfte sind übrigens die elektromagnetische Kraft, zu der die Elektrizität und der Magnetismus gehören, die so genannte schwache Kernkraft, die Atomkernzerfälle erlaubt, und die starke Kernkraft, die die Atomkerne zusammenhält.

Die Schwerkraft entsteht durch die Masse der Erde und wirkt immer anziehend. Genau genommen besitzt jede Masse, umgangssprachlich jedes Objekt, das eine Masse hat, eine Anziehungskraft – auch der Mensch. Allerdings ist diese Kraft bei kleinen Massen so gering, dass wir sie im Alltag nicht spüren. Schon die kleinere Masse des Mondes führt dazu, dass dort die Schwerkraft deutlich geringer ist als auf unserer Erde, deshalb konnten die Mondbesucher auch ohne jede Anstrengung sehr hoch hüpfen. Auf einem großen, massiven Planeten, wie z. B. dem Jupiter, würden wir Menschen mit der dreifachen Kraft auf den Boden gezogen werden wie auf unserer Erde.

Rollen, haften oder gleiten zwei Gegenstände aneinander, dann tritt ein Widerstand auf, der die Bewegung dieser beiden Gegenstände hemmt – die Reibung. Verschieben wir z. B. einen Tisch auf dem Boden, wird ein Teil der Energie, die wir dafür aufwenden, durch Reibung in Wärme umgewandelt. Diese Wärme können wir technisch nicht weiter verwenden, es geht uns also etwas nutzbare Energie verloren. Deshalb ist Reibung in vielen Fällen eher ein lästiges Problem.

Reibung ist ein Phänomen, das auf mikroskopischer Ebene stattfindet: Die Oberflächen der Tischbeine und des Bodens, die aufeinandertreffen, haben winzige Unebenheiten, an denen sich die Oberflächen ineinander verhaken. Das erste Anschieben des Tisches ist am schwersten (Haftreibung), da man diese kleinen Unebenheiten erst einmal voneinander lösen muss. Danach wird es einfacher, denn Atome an der Oberfläche fangen an zu schwingen und werden beweglicher. Durch ihre Bewegung entsteht zum einen Wärme, zum anderen wird dabei der Kontakt zwischen Tisch und Boden kurzzeitig unterbrochen, und es wird leichter, den Tisch weiterzubewegen (Gleitreibung).

Um die Reibung zu verstärken, etwa, um auf glattem Eis nicht auszurutschen, kann man z. B. die Oberflächen aufrauen. Deshalb streuen wir im Winter Sand. Andersherum kann man die glatte Oberfläche mit Profilen versehen, also Schneeketten auf Autoreifen ziehen oder Schuhe mit griffiger Sohle tragen. Um Reibung zu verringern, kann man die Oberflächen glätten oder Zwischenlagen nutzen, etwa glatte Tücher, weiche Schals, und Schmiermittel, wie z. B. Öl, Wasser oder Sand.

Alle Körper, die ein Gewicht, genauer gesagt eine Masse haben, sind träge. Das bedeutet, dass sie von sich aus für immer in dem Bewegungszustand bleiben würden, in dem sie gerade sind: Ein Körper in Ruhe fängt beispielsweise nicht von allein an, sich zu bewegen. Ein Körper in Bewegung setzt diese Bewegung fort, bis ihn etwas stoppt oder in eine andere Richtung lenkt. Für all diese Bewegungsänderungen sind zusätzliche Kräfte nötig.

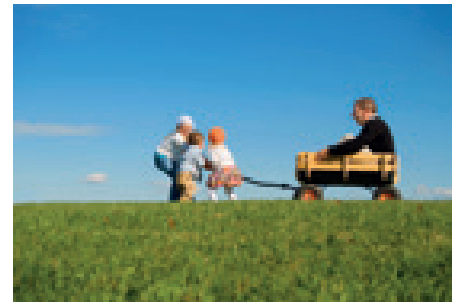
Will man z. B. einen Bollerwagen mit Kindern hinter sich herziehen, muss man zunächst dessen Trägheit überwinden, die ihn an Ort und Stelle stehen lässt. Je mehr Mädchen und Jungen im Wagen sitzen, desto träger ist er und umso schwerer ist es, ihn zu bewegen. Hat sich der Wagen dann aber erst mal in Gang gesetzt, rollt er leicht weiter. Um den Wagen wieder zum Stehen zu bringen, ist erneut ein Kraftaufwand nötig: Jetzt führt die Trägheit des Wagens dazu, dass er auch ohne weiteres Ziehen weiterrollt. (Dass er trotzdem irgendwann anhält, liegt an der Reibungskraft, die ihn nach und nach abbremst und schließlich ganz stoppt.) Allgemein gilt: Die Trägheitskraft ist umso größer, je schwerer die Dinge sind und je größer die Geschwindigkeits- oder Richtungsänderung ist.

Die Fliehkraft wird auch als Zentrifugalkraft bezeichnet. Sie kommt durch die Trägheit zustande und zwar immer dann, wenn eine Richtungsänderung stattfindet. Ein Körper, der sich in eine bestimmte Richtung bewegt, wird diese Richtung nicht ändern, solange keine weitere Kraft auf ihn einwirkt. Eine Änderung der Richtung ist also auch eine Bewegungsänderung, selbst wenn die Geschwindigkeit dabei gleich bleibt. Wenn wir also mit dem Wagen um eine Kurve oder im Kreis fahren wollen, müssen wir dafür zusätzliche Kraft aufwenden und der Wagen (und alle Fahrgäste) wird sich dieser Kurvenbewegung entgegensetzen, er „will“ eigentlich weiter geradeaus fahren. Das Resultat ist, dass der Wagen und seine Passagierinnen und Passagiere nach außen gedrückt werden, sie „fliehen“ vom Mittelpunkt der Kreisbewegung weg. Die Fliehkraft wirkt umso stärker auf einen Gegenstand oder Menschen, je schneller die Drehung ist und je weiter er vom Zentrum der Drehbewegung entfernt ist.

## Reibungskraft



## Trägheitskraft



## Fliehkraft



# Literaturverzeichnis

- **Binder, M.:** Skript zur Veranstaltung „Technische Bildung in der Grundschule“, PH Weingarten 2014.
- **Siegler, R., DeLoache, J., Eisenberg, N.:** Entwicklungspsychologie im Kindes- und Jugendalter. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2008.
- **Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.):** Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Band 7. Erscheint 2016.
- **Wagenschein, M.:** Kinder auf dem Wege zur Physik. Beltz Verlag, Weinheim 2010

# Lesetipps und Links

## Für Kinder

- **Holzwarth-Raether, U.:** Wieso? Weshalb? Warum? Technik bei uns zu Hause. Band 24. Ravensburger Buchverlag, Ravensburg 2003.
- **Toivonen, S.:** Tatu und Patu und ihre verrückten Maschinen. Thienemann Verlag, Stuttgart 2010.
- **Braun, C.:** Grundschulwissen Experimente. Fischer Duden Kinderbuch, Frankfurt/Main 2011.
- **Kersten, D.:** Die Kräfte-Werkstatt. Schau so geht das! Velber Verlag, Freiburg i. Br. 2010.
- **Köster, H.:** FantasieWerkstatt Technik. Christophorus Verlag, Freiburg i. Br. 2005.
- **Macaulay, D.:** Das neue Mammut-Buch der Technik. Tessloff Verlag, Nürnberg 1989.

## Für Erwachsene

- **Bertold, C. et al.:** Physikalische Freihandexperimente. Aulis Verlag, Freising 2012.
- **Fthenakis, W. E. et al.:** Frühe technische Bildung. Bildungsverlag EINS, Köln 2009.

## Zeitschriften

- **Kindergarten heute,** Technik – ein eigenständiger Bildungsbereich. In: Kindergarten heute, Ausgabe 10/2010.
- **Grundschule Sachunterricht,** Ausgabe 65, 1. Quartal 2015.

## Links zu Kettenreaktionen

- **KiKaninchen, Jule baut eine Kettenreaktion,** [www.youtube.com/watch?v=mZPnYThTA8E](http://www.youtube.com/watch?v=mZPnYThTA8E)
- **Kettenreaktion der Katakombe – Offene Jugendarbeit,** [www.youtube.com/watch?v=e2sXsoDnPlk](http://www.youtube.com/watch?v=e2sXsoDnPlk)
- **Kettenreaktion – Projektwoche bei der Wiener Kunstschule,** [www.youtube.com/watch?v=6OGegs1qvsK](http://www.youtube.com/watch?v=6OGegs1qvsK)

# Danksagung

In diese Broschüre sind viele Ideen und Anregungen von großen und kleinen Technikexpertinnen und -experten eingeflossen. Dafür dankt das Team der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ ganz herzlich!

Besonderer Dank gilt folgenden Einrichtungen:

- Hort der Grundschule Scharmützelsee, Berlin
- Katholische Kita St. Elisabeth, Berlin
- Katholische Kita St. Michael, Berlin
- Kita Bosestraße, Berlin
- Kita Herz Jesu, Berlin
- Kita Kastanienallee, Berlin
- Kita Reuterstraße, Berlin

Wir bedanken uns bei Leander, Simon und Leticia und allen anderen Kindern, die in der Forscherwelt Blossin tolle Ideen für das Leben auf fremden Planeten entwickelt haben.

Wir bedanken uns bei Prof. Dr. Christian Wiesmüller, PH Karlsruhe, und Dr. Martin Binder, PH Weingarten, für die fachliche und fachdidaktische Beratung und Begleitung und die wertvollen Impulse und Diskussionen zum Thema „Technik“.

Unser weiterer Dank gilt Dr. Hermann Krekeler für den inspirierenden Austausch und seinen Beitrag „Lernen mit dem Trinkhalm“, sowie für das zur Verfügung gestellte Bildmaterial.

# Impressum

© 2015 Stiftung Haus der kleinen Forscher, Berlin

**1. Auflage**

**Herausgeber:** Stiftung Haus der kleinen Forscher

**Verantwortlich:** Dr. Margret Lohmann

**Projektleitung:** Antonia Franke

**Konzeption und Redaktion:** Antonia Franke

**Redaktionelle Mitarbeit:** Ariane Ahlgrimm, Anna-Lotta Geysse, Dr. Stefanie Kademann, Dr. Hermann Krekeler

**Produktionsleitung:** Julia Hensel

**Gestaltung:** Heide Kolling, Nicolai Heymann, Lime Flavour, Berlin

**Druck:** Format Druck und Medienservice GmbH, Berlin

**Titelfoto:** Stiftung Haus der kleinen Forscher, Berlin

**Fotos:** S. 5: KOPF & KRAGEN Fotografie, Berlin; S. 6, 11, 15, 16, 24, 25, 27, 28, 30, 39, 58: Christoph Wehrer, Berlin;

S. 14, 22, 23, 24, 27, 31, 33, 37, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 61: Stiftung Haus der kleinen Forscher, Berlin;

S. 16, 20, 24, 31: Steffen Weigelt, Berlin; S. 17, 23, 26, 29, 32, 35: istockphoto: Kagenmi; S. 18: Frank Bentert, Berlin;

S. 23, 26, 29, 32: istockphoto: spxChrome; S. 24, 30: Frederik Ahlgrimm, Berlin; S. 29: Gregor Eisele, Mertingen;

S. 38: istockphoto: Picsfive; S. 40, 41: istockphoto: adamfilip; S. 42: istockphoto: LoLoStock;

S. 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55: Dr. Hermann Krekeler, Hanstedt; S. 54: istockphoto: PepitoPhotos;

S. 59: istockphoto: Ilya Andriyanov; S. 60: istockphoto: tyannar 81; S. 60: istockphoto: Murat Baysan;

S. 60: istockphoto: kozmabelatibor; S. 61: istockphoto: ssj414

**Illustration:** S. 12/13: Johanna Fritz, Stuttgart



**Stiftung Haus der kleinen Forscher**  
Rungestraße 18  
10179 Berlin

Tel 030 27 59 59 -0  
Fax 030 27 59 59 -209  
[info@haus-der-kleinen-forscher.de](mailto:info@haus-der-kleinen-forscher.de)  
[www.haus-der-kleinen-forscher.de](http://www.haus-der-kleinen-forscher.de)



Dieses Druckerzeugnis  
wurde mit dem Blauen  
Engel gekennzeichnet.