





**Vorwort**..... Seite 04

**Einführung**..... Seite 06

Zur Arbeit mit der Broschüre

Kief & Kazi stellen sich vor

Verankerung nachhaltiger Bildungsprozesse – Anregungen zum Einstieg am Beispiel der Themen „Energie“ und „Umwelt“

**Energieformen und Energiequellen**..... Seite 12

Energie – Fähigkeit, „etwas zu tun“

**Energieumwandlung**..... Seite 16

Energie – ein Verwandlungstalent

Sonnenenergie-Kraftwerk

Was die Sonne alles kann – Die wiederaufladbare LED-Leuchte

Der Tontopf-Kühlschrank

**Wo Sie Energie investieren sollten ...**..... Seite 30

Tipps, Literatur, Links & Downloads

# Liebe Leserinnen und Leser,

zu den wichtigsten politischen Leitbildern des 21. Jahrhunderts zählt Nachhaltigkeit. Dieser große Begriff bezieht sich sowohl auf den „Vertrag zwischen den Generationen“, der zukünftigen Generationen dieselben Chancen auf ein erfülltes Leben ermöglichen soll wie uns, als auch auf die Chancengleichheit der Menschen aller Länder. Das heißt, gleichzeitig müssen die Chancen auf ein würdiges Leben für die heute lebenden Menschen auf der Erde fairer verteilt werden.<sup>1</sup> Die Auseinandersetzung mit nachhaltigen Themen basiert grundsätzlich auf der Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte. Dabei bedingen sich die drei Aspekte gegenseitig und sind zum Erreichen nachhaltiger Prozesse gleich wichtig.

Die Generalversammlung der Vereinten Nationen rief im Dezember 2002 für die Jahre 2005 bis 2014 die Weltdekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (BNE) aus. Deren Ziel war und ist es, „allen Menschen Bildungschancen zu eröffnen, die es ihnen ermöglichen, sich Wissen und Werte anzueignen sowie Verhaltensweisen und Lebensstile zu erlernen, die für eine lebenswerte Zukunft und eine positive gesellschaftliche Veränderung im Sinne der Nachhaltigkeit erforderlich sind.“<sup>2</sup>

Die Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) und die Deutsche UNESCO-Kommission unterstützen die Ziele der Weltdekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“. Sie empfehlen Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule weiter zu stärken und zu verankern.<sup>3</sup> Der von der KMK und dem Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) entwickelte Orientierungsrahmen Globale Entwicklung „hilft dabei, Bildung für nachhaltige Entwicklung mit globaler Perspektive fest in Schule und Unterricht zu verankern“<sup>4</sup> und fordert auf, das Erlernete mit konkretem Handeln zu verbinden.

BNE möchte Kinder, Jugendliche und Erwachsene für nachhaltiges Denken und Handeln sensibilisieren. Es geht darum, Ideen für die Zukunft zu entwickeln und dabei abzuschätzen, wie sich das eigene Handeln auf Menschen in anderen Regionen dieser Erde, auf künftige Generationen im Allgemeinen oder im eigenen Umfeld auswirkt. „Dies gilt speziell für das Verständnis der Komplexität des Zusammenhangs zwischen Globalisierung, wirtschaftlicher Entwicklung, Konsum, Umweltbelastungen, Bevölkerungsentwicklung, Gesundheit und sozialen Verhältnissen. Mit BNE wird eine ganzheitliche, interdisziplinäre Vision von Bildung und Erziehung

formuliert, die dazu dient, Wissen und Handlungsmöglichkeiten zu vermitteln, die für eine nachhaltige Zukunft unserer Erde wichtig sind.“<sup>5</sup>

Der Lernbereich Globale Entwicklung (Orientierungsrahmen Globale Entwicklung) zählt zu den wesentlichen Bestandteilen der BNE und ist durch das Leitbild nachhaltiger Entwicklung mit anderen Lernbereichen der BNE eng verbunden. Die inhaltliche Auseinandersetzung in diesem Bereich hat zum Ziel, Kindern und Jugendlichen eine zukunftsorientierte Orientierung hinsichtlich einer zunehmend globalisierten Welt und damit verbundenen Fragen zu ermöglichen, die individuell im Rahmen lebenslangen Lernens weiter ausgebaut werden können. Entscheidend dabei sind grundlegende Kompetenzen für eine entsprechende Gestaltung des eigenen persönlichen und beruflichen Lebens, für die Mitwirkung in der eigenen Gesellschaft und die Mitverantwortung im globalen Rahmen.<sup>6</sup>

Bildungsprozesse und Visionen wie diese Teil der eigenen Arbeit und des eigenen Handelns werden zu lassen, haben sich zwei engagierte Partner vorgenommen und nehmen diese Herausforderung auch gemeinsam an: IBM Deutschland GmbH und tjfbg gGmbH.

Die Wahrnehmung gesellschaftlichen Engagements als Unternehmen ist für IBM von zentraler Bedeutung. Der Beitrag durch gemeinsame Projekte, in denen die Partner ihre wechselseitigen Stärken einbringen, steht im Vordergrund. Service und Software sind heute die wesentlichen Geschäftsfelder und so werden nicht einfach nur finanzielle Mittel und Technologien zur Verfügung gestellt, sondern speziell auch das Wissen und Know-how der eigenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für gemeinnützige Zwecke in die Arbeit eingebracht.

Im Zuge dieses ehrenamtlichen Engagements arbeiten und lernen viele IBMerinnen und IBMer mit Schülerinnen und Schülern, Lehrerinnen und Lehrern, Erzieherinnen und Erziehern an Schulen, in Jugendorganisationen, in Vereinen oder auch der Jugendhilfe gemeinsam. Als Angehörige eines Technologieunternehmens widmen sie sich vorwiegend spannenden naturwissenschaftlichen und technischen Themen.<sup>7</sup>

Das praxisnahe Erleben von Naturwissenschaft und Technik mit sozialpädagogischen Anliegen zu verbinden, ist das Ziel der Arbeit und des Engagements der tjfbg gGmbH. Sowohl in außerschulischen Bildungsangeboten für Kinder und Jugendliche als auch im Rahmen der Arbeit an Schulen widmen sich alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter diesem Anspruch und sind auch in der Aus- und Fortbildung aktiv.

IBM Deutschland GmbH und die tjfbg gGmbH arbeiten schon seit Jahren eng zusammen. Diese Publikation ist ein weiterer Schritt in der Zusammenarbeit und auf dem spannenden Weg, die Naturwissenschaften und die Technik in der Kinder- und Jugendarbeit intensiver zu integrieren und „nachhaltig“ (im doppelten Sinne) zu verankern. Die hier vorliegende kleine Broschüre widmet sich thematisch der Energie. Dieses Themenfeld hat im Rahmen weltweiter nachhaltiger Gestaltungsprozesse eine große Bedeutung. Die Sicherstellung einer zuverlässigen, bezahlbaren und umweltverträglichen Energieversorgung ist eine der größten Herausforderungen unseres Jahrhunderts. Somit möchte diese Publikation den Versuch unternehmen, das Thema „Energie“ nicht nur naturwissenschaftlich zu betrachten, sondern im Kontext nachhaltiger Entwicklungsprozesse.

Die Komplexität nachhaltiger Bildungsprozesse erfordert eine Thematisierung in möglichst vielen Fächern, interdisziplinären und partizipativen Arbeits- und Organisationsformen sowie außerschulischen Kooperationen und Orten. Sie, liebe Leserinnen und Leser, dazu zu ermutigen und Ihnen einige Anregungen zur Umsetzung mit auf den Weg zu geben, ist ein Anliegen dieser Broschüre.

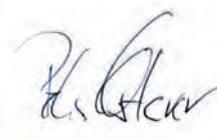
Anhand konkreter Beispiele und Anregungen werden vielfältigste Elemente beschrieben, wie Sie mit Kindern der 2. - 6. Klassen in das komplexe Thema „Energie“ auch im Kontext von Nachhaltigkeit einsteigen können. Diese Publikation kann natürlich nur einen sehr kleinen methodischen und inhaltlichen Teil dessen abbilden, was sich im Rahmen nachhaltiger Bildungsprozesse an Einstiegs-, Gestaltungs-, Auseinandersetzungs- und Entwicklungsmöglichkeiten ergeben kann. Sie haben hier verschiedenste Optionen in Ihrem Alltag, was Initiativen und Prozesse sehr individuell und einzigartig verlaufen lässt. Konkrete Rezepte und Vorgaben möchte diese Broschüre deshalb nicht unterbreiten. Sie soll unmittelbare und einfache Umsetzung genauso befördern, wie Ihnen Anregung sein, kreativ eigene Ideen zu entwickeln und umzusetzen.

Wir hoffen, Sie mit dieser Publikation und darüber hinaus als Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner darin bestärken zu können, sich auf die vielgestaltigen Aspekte des Themas „Energie“ einzulassen und sich gleichzeitig dem Konzept einer Bildung für nachhaltige Entwicklung zu nähern.

Dabei wünschen wir den Kindern, Ihnen und Ihrer Einrichtung viel Freude beim Ausprobieren.



Thomas Hänsgen  
Geschäftsführer  
Technische Jugendfreizeit- und  
Bildungsgesellschaft (tjfbg) gGmbH



Peter Kusterer  
Leiter  
Corporate Citizenship & Corporate Affairs  
IBM Deutschland GmbH

<sup>1</sup> vgl. <http://www.bne-portal.de/was-ist-bne/grundlagen/nachhaltigkeitsbegriff/> (abgerufen am 30.06.2014)

<sup>2</sup> [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2007/2007\\_06\\_15\\_Bildung\\_f\\_nachh\\_Entwicklung.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2007/2007_06_15_Bildung_f_nachh_Entwicklung.pdf), S.1 (abgerufen am 27.06.2014)

<sup>3</sup> Empfehlung der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) und der Deutschen UNESCO-Kommission (DUK) vom 15.06.2007 zur „Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule“

<sup>4</sup> <http://www.engagement-global.de/global-entwicklung.html> (abgerufen am 23.09.2014)

<sup>5</sup> [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2007/2007\\_06\\_15\\_Bildung\\_f\\_nachh\\_Entwicklung.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2007/2007_06_15_Bildung_f_nachh_Entwicklung.pdf), S.1 (abgerufen am 27.06.2014)

<sup>6</sup> vgl. [http://www.globaleslernen.de/sites/globaleslernen.de/files/files/pages/or\\_lernbereich\\_ge\\_arbeitsdokument\\_14\\_6\\_.pdf](http://www.globaleslernen.de/sites/globaleslernen.de/files/files/pages/or_lernbereich_ge_arbeitsdokument_14_6_.pdf), S. 71 (abgerufen am 27.10.2014)

<sup>7</sup> vgl. <https://www.ibm.com/connections/blogs/Engagement/> (abgerufen am 16.10.2014)

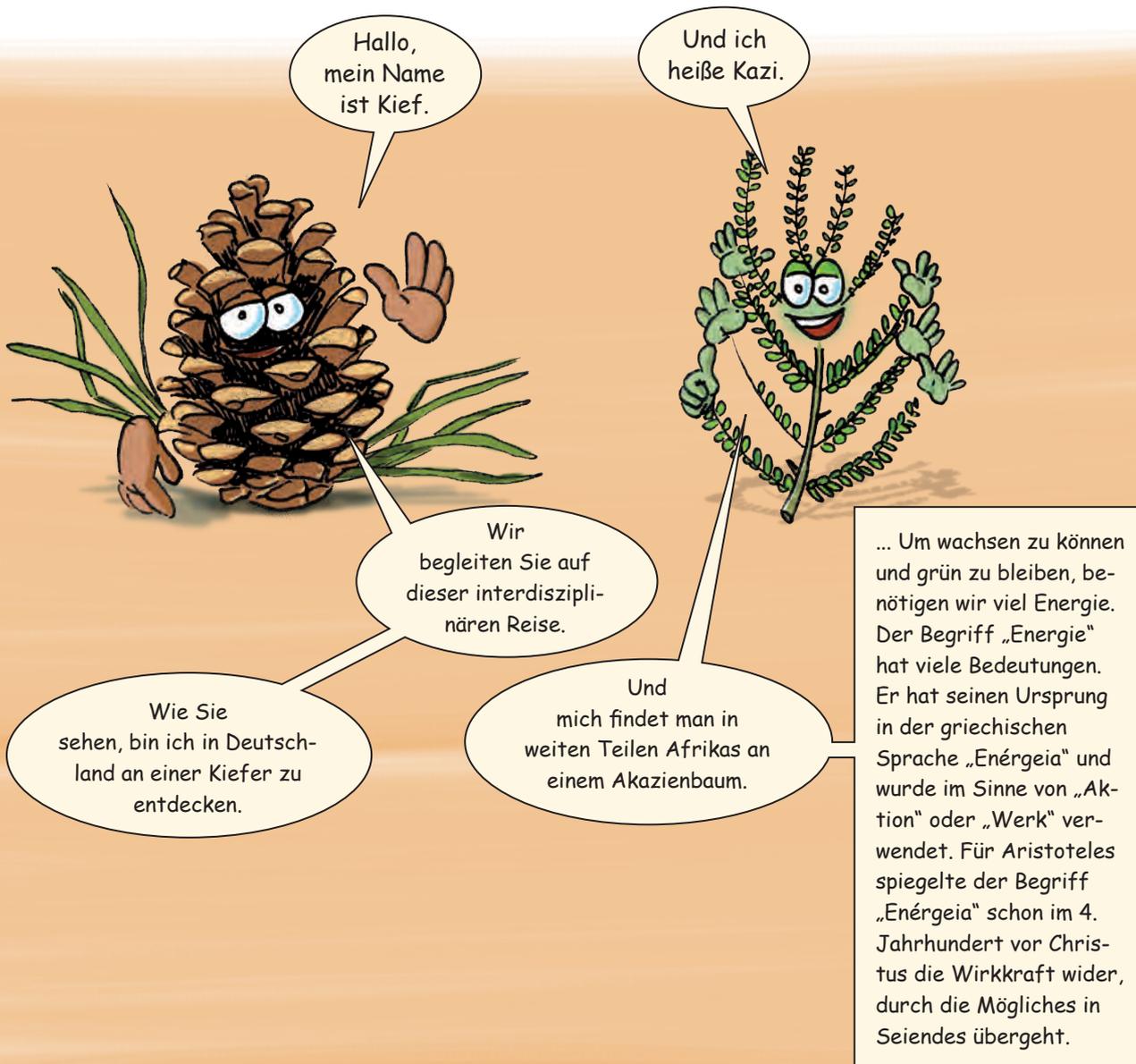
# Zur Arbeit mit der Broschüre

In unserer pädagogischen Arbeit mit Kindern werden wir oft gefragt, ob das Thema „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“, etwa am Beispiel von Energie und Umwelt gerade in den ersten Schuljahren nicht zu schwierig sei. Wir denken nicht. Energie begegnet Kinder in ihrem Alltag. Sie essen jeden Tag, bewegen sich, sitzen in warmen Räumen oder nutzen Geräte, die mit Strom betrieben werden – um nur einige Beispiele zu nennen.

Wichtig ist uns, in der thematischen Auseinandersetzung mit der Energie, ihren Nutzen für unser Leben im Fokus zu haben. Wozu benötigen wir Energie? Wir verwenden sie beispielsweise als Licht- oder Antriebsquelle. Daran können sich wiederum Aspekte der gerechten Verteilung und Fragen zum bewussten Umgang anschließen, um auch Elemente einer Bildung für nachhaltige Entwicklung zum Tragen kommen zu lassen.

Begegnungen mit Energie können ganz vielfältig aussehen, beispielsweise in Form von Projektarbeit, in alltäglichen Situationen, in Form von konkreten Kinderfragen, in Spielen oder im gemeinsamen Forschen und Experimentieren. Wesentlich für die Kinder ist es dabei, Zeit, Raum und Materialien zu haben, um Fragen stellen sowie eigenständig untersuchen und erkunden zu können.

Kinder dabei beobachten, begleiten und unterstützen zu können, ist Aufgabe der sie umgebenden pädagogischen Fachkräfte und betreuenden Personen. Daraus können gemeinsame Projekte zu zahlreichen Themen von Ihnen und den Kindern entstehen. Entscheidend dabei ist, dass die Kinder umfassende Beteiligungschancen haben und Handlungsmöglichkeiten kennenlernen. Hierbei möchten wir Sie mit dieser Broschüre unterstützen, sowohl mit ganz praktischen Materialien und Umsetzungsideen als auch mit Tipps, wie Literatur, Links etc. zur weiterführenden Arbeit.



Der Begriff der Energie findet sich in verschiedensten Bereichen wieder, angefangen bei der Naturwissenschaft über die Technik und die Biologie bis hin zur Psychologie und Esoterik. In den Naturwissenschaften setzte sich der Begriff „Energie“ erst im späten 19. Jahrhundert durch, auch in Abgrenzung zum Begriff „Kraft“. Energie ist eine physikalische Größe, die nicht erzeugt, sondern nur von einer Form (z. B. mechanische Energie, thermische Energie, Bindungsenergie oder elektrische Energie) in eine andere umgewandelt werden kann. Bei der Umwandlung bleibt nach dem Energieerhaltungssatz der Gesamtenergiewert dabei konstant.



Wir Pflanzen brauchen Energie für unser Wachstum und weitere Stoffwechselprozesse. Um diese Energie nutzen zu können, muss sie in Form von Zucker vorhanden sein. Woher sollen wir jedoch den Zucker nehmen? Dazu nutzen wir einen genialen Vorgang: die Photosynthese. Dieses schwierige Wort stammt aus der griechischen Sprache, besteht aus zwei Begriffen „Licht“ und „Zusammensetzung“ und ist ein sehr komplexer Prozess. Photosynthese klappt nur bei Pflanzen wie uns, d. h. mit grünen Blättern und Nadeln. Alle grünen Pflanzen nehmen das Gas Kohlenstoffdioxid aus der Luft und dem Wasser im Boden auf und verarbeiten es zu Zucker. Dabei helfen ihnen das Sonnenlicht und der grüne Pflanzenfarbstoff (Chlorophyll) und setzen es zu neuen Stoffen zusammen. Als Ergebnis entstehen Sauerstoff und Zucker. Der Sauerstoff wird wieder an die Luft abgegeben und der Zucker dient uns zum Überleben.<sup>1</sup>

Zum Überleben brauchen wir Pflanzen jedoch auch überall auf der Welt eine Umgebung, d. h. Böden, Nährstoffe, Luft, Wasser, die uns unterstützt. Es muss also genug von allem da sein. Außerdem sollte alles rein und unverschmutzt sein. Um diese Bedingungen auf der Welt schaffen oder aufrechterhalten zu können, ist es wichtig, Wege zu finden, die Welt im Gleichgewicht zu halten.

Wenn man diesen Gedanken fortführt, kommen wir zu dem nächsten Begriff, den wir Ihnen erklären möchten. Das Wort „Nachhaltigkeit“ stammt von dem Verb **nachhalten** ab und bedeutet „längere Zeit anhalten“ und „bleiben“. Nachhaltigkeit wurde in diesem Verständnis zu einem Handlungsprinzip, mit dem Ressourcen genutzt werden sollen. Wenn man auf Ressourcen zurückgreift, ist es nach diesem Prinzip wichtig, die Eigenschaften der Umgebung, aus der die Ressourcen stammen, sowohl zu bewahren und zu stabilisieren als auch dafür zu sorgen, dass sich alles wieder möglichst regenerieren kann. Der Kerngedanke, der demnach im Nachhaltigkeitsbegriff verankert ist, lautet, dass Menschen nicht auf Kosten der Menschen in anderen Regionen der Erde und auf Kosten zukünftiger Generationen leben dürfen. In nachhaltigen Prozessen bedingen und beeinflussen sich Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft gegenseitig. Wenn die Umwelt kaputt ist, wird es auch keinen wirtschaftlichen oder gesellschaftlichen Fortschritt geben. In gleichem Maße ist es mehr als schwierig, die Umwelt zu schützen, wenn so viele Menschen auf der Erde ums Überleben kämpfen müssen. Nachhaltigkeit findet sich also in allen Teilen unseres Alltags und ihre Prozesse können nur dann sinnvoll greifen, wenn die Menschen aller Länder zusammenarbeiten.<sup>2</sup>

Nachhaltigkeit zählt zu den größten Herausforderungen für alle Menschen und zu den politischen Leitbildern des 21. Jahrhunderts. Deshalb halten wir das Thema „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“, etwa am Beispiel von Energie und Umwelt für sehr wesentlich in der Arbeit mit Kindern. Kinder sind neugierig und beobachten ständig ihre Umwelt und die Menschen in ihr. „Energie“ ist Teil der Lebenswelt und in den meisten Dingen und Situationen enthalten. Kinder nutzen den Begriff der Energie eher erfahrungsbasiert, häufig intuitiv und meist ohne konkrete fachliche Systematik.

Nachhaltige Prozesse sind häufig vielschichtig und bedürfen, um sie in ihrer Tragweite durchschauen zu können, eines komplexen Verständnisses ökonomischer, ökologischer und gesellschaftlicher Beziehungen, Verhältnisse und Bedingungen auf der Welt. Aber auch hier erleben Kinder Situationen und erfassen Zusammenhänge, die sie, Freunde, Familie oder Menschen in ihrem Umfeld in positiver oder negativer Weise beeinflussen. Sie analysieren in ihrer individuellen Weise ihre Umwelt im Moment des Erlebens und denken über zukünftige Prozesse nach. Kinder in diesen Prozessen zu begleiten, zu unterstützen und anzuregen, sind wesentliche Komponenten einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Gemeinsam mit den Kindern Schlussfolgerungen aus aktuellen Analysen und Studien über kommende „ökologische, ökonomische und soziale Entwicklungen in ihren wechselseitigen Abhängigkeit [...] [zu] ziehen, darauf basierende Entscheidungen treffen, verstehen und individuell, gemeinschaftlich und politisch umsetzen zu können“<sup>3</sup>, ist Teil eines gestaltungskompetenten Handelns und Entscheidens, was mit Kindern im Primarbereich in ganz individuellen und binnendifferenzierten Schritten initiiert werden kann.

Nun haben Sie einen Einblick in die begrifflichen Grundlagen erhalten und wir hoffen, dass Sie genügend Energie (auch aus der Broschüre) mitnehmen, um neue Themen, gemeinsam mit Kindern, entdecken zu können.



Wir werden Sie durch dieses Heft begleiten und hoffen, Spiele, Geschichten, Beobachtungen und kleine Versuche als erlebnisbehaftete und narrative Anker auswerfen zu können, die sich im pädagogischen Alltag Ihrer Einrichtungen aufgreifen lassen. Lassen Sie sich einfach überraschen und freuen Sie sich darauf!

<sup>1</sup>vgl. <http://www.expertenstation.hausdeswaldes.de/index.php?id=471> (abgerufen am 24.07.2014)

<sup>2</sup>vgl. <http://www.bne-portal.de/was-ist-bne/grundlagen/nachhaltigkeitsbegriff/> (abgerufen am 24.07.2014)

<sup>3</sup>vgl. <http://www.bne-portal.de/was-ist-bne/grundlagen/gestaltungskompetenz/> (abgerufen am 10.07.2014)

# Verankerung nachhaltiger Bildungsprozesse

Anregungen zum Einstieg am Beispiel der Themen Energie und Umwelt



## Im Gleichgewicht – Ein Spiel

Das Gleichgewicht auf der Erde oder des Klimas oder ... ist immer häufiger gefährdet und droht aus den Fugen zu geraten. Große Erschütterungen und Bewegungen sollten unbedingt vermieden werden. Deshalb wurde beschlossen, eine Steuerungsgruppe einzusetzen, die dafür sorgen soll, alles in Balance zu halten.

### Materialien:

- verschiedene Massivhölzer
- Holzreste / Reststücke
- eine Sperrholzplatte (ca. 250 x 250 x 4 mm)
- eine Holzleiste (ca. 100 x 30 x 30 mm)
- eine Kork- oder Holzkugel

### ORIGINALSPIEL:

Zoch - Noris Spiele  
 Modellnummer: ZOCH601120100  
 Autor: Jacques Zeimet  
 Illustrator: Oliver Richtberg

### Anleitung:

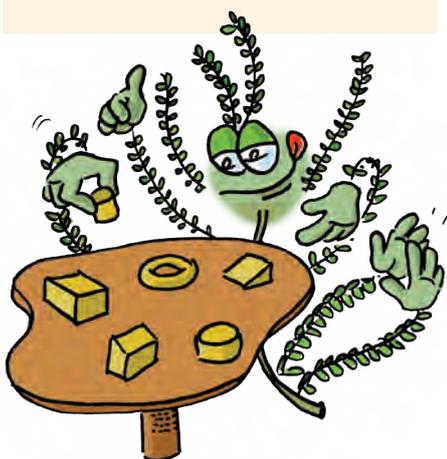
Aus der Sperrholzplatte wird ein Spielbrett ausgesägt. Die Form kann sich am Originalspiel „Bamboleo“ von Zoch orientieren und kreisförmig sein oder es wird eine freie Form (siehe Abbildung) entworfen. Die ausgesägte Holzplatte liegt zum Spielen auf einer Kork- oder Holzkugel, welche wiederum auf einem Ständer lagert. Als Standhalterung für die Kugel kann eine quadratische Leiste oder ein Holzklötz mit einem Loch dienen, die / der im Durchmesser kleiner als der Durchmesser der Kugel ist. Ein Stück Moosgummi auf der Unterseite der Spielfläche erleichtert das Spiel und sorgt für einen kleinen Anti-Rutsch-Effekt zwischen der Spielfläche und der Kugel.

Das Spiel beginnt: Die Spielplatte symbolisiert in unserer Variante die Erde, die nur im Gleichgewicht sein kann, wenn auch das Klima im Gleichgewicht ist. Die Kork- oder Holzkugel wird auf den Sockel gelegt und darauf die Spielplatte so platziert, dass sie im Gleichgewicht ist.

Für die erste Runde erhält jedes Kind aus unserer Steuerungsgruppe einen Spielstein (gefertigt aus den Holzresten und den Massivhölzern). Die Aufgabe der Steuerungsgruppe ist es nun, die Spielsteine reihum auf die Erde, also auf die Spielplatte zu legen, ohne dass dabei das Klima und die Erde aus dem Gleichgewicht geraten.

Gespielt werden können so viele Runden, wie Spielsteine vorhanden sind. Fallen Holzteile von der Platte oder kippt die ganze Platte, ist die Spielrunde zu Ende. Da die Spielfiguren unterschiedliche Formen, Größen und Gewichte haben, erfordert es viel Vorstellungsvermögen, Geschick und gegenseitigen Austausch, um das gemeinsame Ziel zu erreichen. Schafft es die Steuerungsgruppe, alles in Balance zu halten?

Dieses Spiel widmet sich den Gestaltungskompetenzen. Im Mittelpunkt stehen vorausschauendes Denken und Handeln. Auf der einen Seite kann jede/r einen Beitrag leisten, um das Gleichgewicht zu wahren. Auf der anderen Seite, wenn die Erde kippt, muss es nicht der Fehler einer/s Einzelnen sein, sondern das Verhalten aller, das das Kippen verursachen kann, da die Platte vielleicht schon vor dem letzten Spielstein instabil gewesen war.



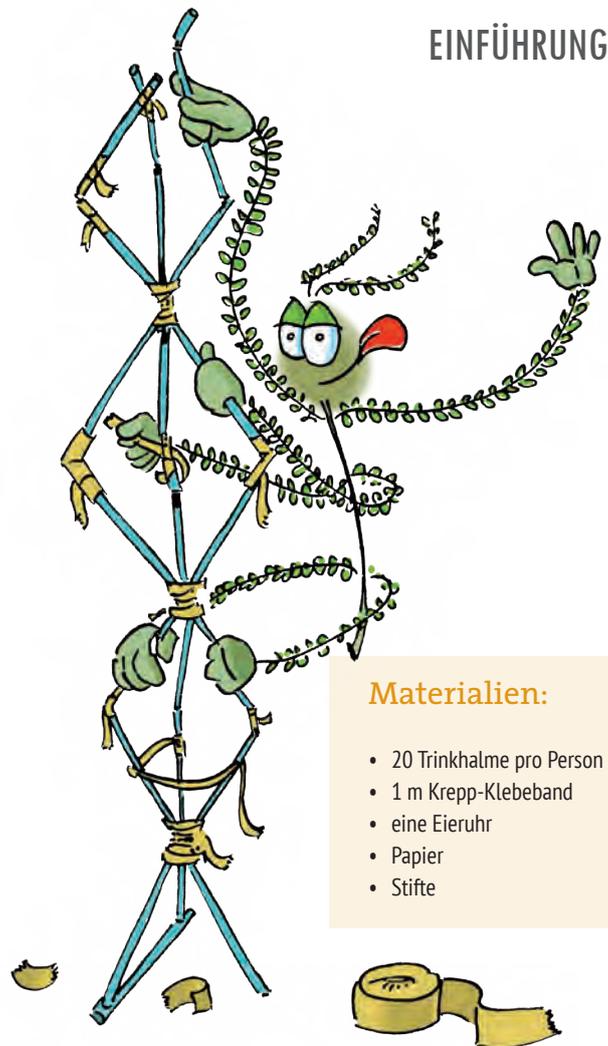
## Hoch hinaus

Eine zukünftige Welt sieht für jede/n anders aus. In diesem Spiel agieren alle Mitspielerinnen und Mitspieler in einer ausschließlich gebauten Umwelt. Sie ist reich an Turmbauten verschiedenster Art. Zumeist überragen neuste Projekte ihre bisherige Umgebung, stellen auf Grund ihrer Höhe Orientierungshilfen und Markierungspunkte dar.

Nun ist es soweit – eine neue Megacity wird geplant und für viele Bauten dort ist ein Architekturwettbewerb ausgeschrieben. Wer bekommt den Zuschlag für das höchste geplante Gebäude dieser Stadt?

### Anleitung:

Innerhalb von 10 Minuten muss jede/r allein einen selbsttragenden Turm bauen, der ausschließlich mithilfe der Strohhalme und des Klebebandes konstruiert wird. Der Turm sollte so hoch wie möglich werden, frei im Raum stehen und nirgends fixiert oder angelehnt sein. Es dürfen auch keine weiteren Hilfsmittel genutzt werden. Jede/r hat 5 Minuten Zeit, um die Aktion zu planen, und 5 Minuten zur Durchführung. Alle Spielerinnen und Spieler starten die Etappen gemeinsam. Während der Planungsphase darf das Material nicht berührt werden. Dieses Spiel widmet sich ebenfalls den Gestaltungskompetenzen. Im Mittelpunkt stehen selbständiges Planen und Handeln.



### Materialien:

- 20 Trinkhalme pro Person
- 1 m Krepp-Klebeband
- eine Eieruhr
- Papier
- Stifte

## Energie aus Pflanzen

Energie kann man nicht sehen, dennoch ist sie immer vorhanden,

- ...wenn etwas passiert.
- ...wenn etwas wächst.
- ...wenn etwas warm oder kalt wird.
- ...wenn etwas heller wird oder hell ist.
- ...wenn sich etwas bewegt.

Durch Energie kann sich etwas verändern. Erkennbar ist sie nur an ihrer Wirkung auf die Umgebung. All diese Fakten lassen erahnen, was Energie alles sein kann und wo sie zu finden ist. In Pflanzen laufen viele energetische Prozesse ab und führen dazu, dass wir diese Energie als Nahrung oder zur Erzeugung von Wärme und Strom nutzen können. Pflanzenöl treibt beispielsweise als wesentlicher Bestandteil von „Biodiesel“ schon viele Autos an. Dieser kleine Versuch soll aufzeigen, wie viel Energie in Form von Öl in einer Walnuss enthalten ist.<sup>1</sup>

### Anleitung:

Die Walnuss wird zuerst geknackt, um dann das Nussinnere vorsichtig und möglichst an einem Stück herauszuholen. Dieser Inhalt wird anschließend aufgespießt und angezündet. Vor dem Anzünden wäre es spannend, alle Beteiligten schätzen zu lassen, wie lange die Walnuss brennt.

### Materialien:

- eine oder mehrere gut getrocknete Walnüsse
- ein Nussknacker
- eine alte Gabel zum Aufspießen der Nuss
- Streichhölzer oder ein Feuerzeug
- eine Uhr



<sup>1</sup>Walnüsse brennen, je nach Größe, 5 – 10 Minuten.

<sup>1</sup>vgl. [www.wasserburg-bodensee.de/gemeinde/gemeinde/gemeinderat/archiv-der-protokolle/news-details/article/energieprojekt-in-der-grundschule-wasserburg-b-2010.html](http://www.wasserburg-bodensee.de/gemeinde/gemeinde/gemeinderat/archiv-der-protokolle/news-details/article/energieprojekt-in-der-grundschule-wasserburg-b-2010.html) (abgerufen am 27.06.2014)

## Lebendiges Windrad

Je schneller der Wind weht, desto mehr Energie steckt in ihm. Mit diesem Versuch lässt sich erfahren, wie viel Energie in ihm **genau** stecken kann. Die heutigen Windkraftanlagen wandeln die Energie des Windes in elektrischen Strom um. Dabei treibt der Wind die Rotorblätter des Windrades an und löst eine Drehbewegung aus. Durch das Drehen wird ein Generator betrieben, der ähnlich wie ein Fahrraddynamo, mit Hilfe der Drehbewegung elektrischen Wechselstrom produziert. Dieser Strom kann dann direkt in unser Stromnetz gespeist und dann genutzt werden.<sup>1</sup>



### Materialien:

- Regenschirme
- ein Karussell auf einem Spielplatz
- ein windiger Tag

### Anleitung:

Alle Versuchsteilnehmerinnen und -teilnehmer setzen sich, mit einem Regenschirm ausgestattet, auf das Karussell. Die Regenschirme werden nun in Drehrichtung des Karussells gehalten. Der Wind wird helfen, das Karussell immer schneller werden zu lassen. Vielleicht braucht es dann auch niemanden mehr, der das Karussell dreht, so wie sich das Karussell dreht, so drehen sich auch Windkraftwerke und erzeugen dabei Strom.

<sup>1</sup>vgl. [www.wasserburg-bodensee.de/gemeinde/gemeinde/gemeinderat/archiv-der-protokolle/news-details/article/energieprojekt-in-der-grundschule-wasserburg-b-2010.html](http://www.wasserburg-bodensee.de/gemeinde/gemeinde/gemeinderat/archiv-der-protokolle/news-details/article/energieprojekt-in-der-grundschule-wasserburg-b-2010.html) (abgerufen am 27.06.2014)



## Aktiv werden

Sie haben Lust, sich dem Thema „Energie“ zu nähern und es aus den verschiedensten Perspektiven zu erforschen. Ein Aspekt des Forschens widmet sich dem Energiesparen. Dazu wollen Sie eine Kampagne in Ihrer Einrichtung starten und brauchen, wie jede gute Werbung, einen guten Kampagnentitel und Slogan.

### Anleitung:

Entwickeln Sie einen Slogan zum Thema: „Energie in unserer Einrichtung“. Ein guter Slogan ist eine zentrale Aussage über ein Produkt oder eine Kampagne, die durch Kürze und Prägnanz die Akzeptanz bei den Empfängern erhöht sowie im Gedächtnis so lang wie möglich Wirkung zeigt.

1. Überlegen Sie gemeinsam mit allen Beteiligten, was Sie mit dem Slogan aussagen bzw. ausdrücken wollen.
2. Machen Sie ein Brainstorming, um so viele Ideen wie möglich sammeln zu können. Spielen Sie mit den Worten, seien Sie verrückt, lassen Sie alles zu und vermeiden Sie Bewertungen von Ideen anderer Beteiligter. Alles ist willkommen.
3. Entwickeln Sie aus diesem Brainstorming einen Slogan, der Ihre wichtigsten Gedanken tragen und vermitteln kann.
4. Steht der Slogan, braucht es noch ein passendes Drumherum, also ein Plakat. Lassen Sie Ihrer Phantasie freien Lauf.

Diese Übung hat nicht nur ein konkretes Ziel, in diesem Fall ein Projekt in der eigenen Einrichtung, sondern widmet sich wieder den Gestaltungskompetenzen. Es geht darum, andere motivieren zu können und aktiv zu werden.

## Kerzenboot Energiewandel – gleich mehrfach

Viele alte Kinderspielzeuge erfreuen sich gerade wieder großer Beliebtheit. Man erinnere sich nur an kleine Drückfiguren oder kleine Turner, die zwischen zwei Holzpfosten am Reck turnen. Alle diese Spielzeuge nutzen physikalische Prinzipien aus. So auch das Kerzenboot, das hier beschrieben wird. Die ersten kleinen Knatterboote aus Metall wurden schon Ende des 18. Jhd. zum Patent angemeldet. Unser Kerzenboot ist eine stark vereinfachte Version dieser damals wie heute beliebten Spielzeuge. Es nutzt unterschiedlichste Energieformen, um sich vorwärts zu bewegen und eignet sich somit auch als thematische Einstiegsidee.<sup>1</sup>

### Materialien:

- eine Styroporplatte (20 cm x 10 cm x 2 cm)
- ein Messer oder ein Cutter
- eine Schere
- Aluschale (Grillschale, Schale für Fertiggerichte o. ä.)
- zwei Teelichter
- Reißzwecken oder Pinnadeln
- Streichhölzer oder ein Feuerzeug

### Anleitung:

Aus der Styroporplatte schneidet man die Form eines Bootskörpers. Anschließend wird aus der Aluschale ein rechteckiger Streifen (ca. 8 cm x 18 cm) herausgeschnitten. Mit den Reißzwecken oder Pinnadeln befestigt man den Alustreifen an der Bootsplatte. Abschließend kommen unter den Alustreifen die zwei Teelichter.

Die aufsteigende warme Luft der brennenden Kerzen trifft auf den Alustreifen, der nun wie ein Segel funktioniert. Das Boot wird langsam nach vorn getrieben, da ein Teil der dabei wirkenden Kräfte ebenfalls nach vorn gerichtet ist. Dieses Prinzip kennt man von vielen anderen Gegenständen oder Versuchen, wie z. B. der Wärmespirale, der Wärmemühle oder der Weihnachtspyramide. Hierbei finden mehrere Energiewandlungsprozesse statt: Chemische Energie → Wärmeenergie → Bewegungsenergie. Selbstverständlich ist der Umwandlungsprozess danach nicht abgeschlossen, sondern setzt sich fort.

<sup>1</sup>vgl. [http://www.science-on-stage.de/download\\_unterrichtsmaterial/Bauanleitung\\_fuer\\_Boote\\_dt\\_Seite\\_16.pdf](http://www.science-on-stage.de/download_unterrichtsmaterial/Bauanleitung_fuer_Boote_dt_Seite_16.pdf) (abgerufen am 27.06.2014)

Das Boot gleitet lautlos dahin, wobei Zugluft und Wind extrem störend wirken. Das Boot sollte ohnehin nur unter Aufsicht betrieben werden, dann kann man auch gleich auf eine windgeschützte Umgebung achten. Der Alustreifen wird häufig aus Grillschalen geschnitten, die kleine Schlitzchen haben. Diese müssen vor ihrem Booteinsatz abgedichtet werden.



# Energie – Fähigkeit, „etwas zu tun“

Um kindlichen Vorstellungen zu dem zunächst abstrakten Begriff „Energie“ näher zu kommen, werden Umgebungen (Situationen, Settings, Materialien etc.) gebraucht...

- ..., die das Finden und Beantworten eigener Fragen ermöglichen, ob allein oder in der Gruppe.
- ..., die Gelegenheit bieten, sich in einem spezifischen einladenden, fragenermöglichenden Lernmilieu zu bewegen.
- ..., die als aktive Sammlung von Ideen, Materialien und Produkten verstanden werden können.
- ..., die Versuchen, Ausprobieren und Entdecken zulassen.

Dabei ist es grundsätzlich wichtig zu verdeutlichen, dass Menschen im Alltag stets mit verschiedenen Energieformen und deren Umwandlung zu tun haben. Sonnenstrahlen auf der Haut, röstendes Brot im Toaster, raschelnde Blätter im Wind, Fußbälle im Tor, laufende Hunde, fahrende Motorroller zeigen eines: Überall ist Energie im Spiel. Man kann Energie selbst nicht sehen, riechen oder anfassen. Wir bemerken sie erst, wenn sie etwas bewirkt. Energie ist etwas Besonderes, denn sie kann weder verschwinden noch geschaffen werden. Die Begriffe „Energieerzeugung“ und „Energieverbrauch“ sind deshalb nicht korrekt. Energie wird ausschließlich umgewandelt, von einer Form in eine andere. Die gesamte Energie (eines Systems) bleibt immer gleich. Wir nutzen Energie und dabei kommt es zur Umwandlung von Energieformen. Das korrekte Wort für Energieverbrauch wäre daher „Energieentwertung“.

**Die Energie zählt also zu den Verwandlungstalenten. Sie zeigt sich in vielen Formen:**

### Wärmeenergie

(thermische [lat. thermos = warm, heiß] Energie) findet sich z. B. in brennenden Kerzen, schwitzenden Menschen oder leuchtenden Glühlampen. Energie, die in Form von Wärme freigesetzt wird, beruht in der Regel auf der durch kinetische Energie (Wärmebewegung) bewirkten ungeordneten Bewegung von Molekülen und Atomen in Materie, z. B. eines Körpers.



Sich Begriffe wie Wärmeenergie vorzustellen ist schon sehr schwierig. Noch schwieriger wird es mit Molekülen und Atomen, denn sie sind so klein, dass sich für ihre Größe kaum Vergleiche finden lassen. Ich will es trotzdem versuchen:

Ein Haar ist ziemlich dünn und man kann es zwischen den Fingern kaum spüren. Doch im Vergleich zu einem Atom ist ein Haar ein gewaltiger Brocken. Haare sind ca. eine Million Mal dicker als Atome. Sich auszumalen, dass etwas eine Million Mal kleiner als ein Haar ist, ist nun wirklich nicht leicht. Aus diesen Winzlingen ist die Welt jedoch aufgebaut. Tiere, Pflanzen, Menschen, Wasser, Luft - die Liste könnten wir noch beliebig fortführen. Es gibt ganz verschiedene Arten von Atomen und wenn sich Atome verbinden, werden daraus größere Moleküle.

### Lageenergie

(potentielle Energie) lässt sich z.B. in einem ruhenden Stein oder in uns selbst finden. Dabei handelt es sich um Arbeit, die ein Körper gern verrichten würde, es jedoch aufgrund der äußeren Umstände nicht kann. Ändern sich die äußeren Umstände entsprechend, kann das Objekt seine Lageenergie in eine andere Energieform umwandeln und freisetzen. Der Stein kann bspw. vom Tisch fallen oder wir auf die Nase.

### Bewegungsenergie

(kinetische Energie) besitzen alle Körper, die sich in Bewegung befinden. Dabei ist die Geschwindigkeit, mit der sich ein Körper bewegt, ein Gradmesser für die Stärke der kinetischen Energie. Fahrende Autos, fliegende Vögel, schwimmende Fische, laufende Menschen - bei allen zeigt sich Bewegungsenergie. Kinetische Energie kann in einem Körper auch gespeichert sein. Bewegungsenergie kann in eine andere Energieform umgewandelt oder von einem Körper auf andere Körper übertragen werden.

### Elektrische Energie

ist eine Fähigkeit vom elektrischen Strom, mit der mechanische Arbeit verrichtet, Wärme abgegeben oder Licht ausgesendet werden kann. Das heißt, elektrische Energie lässt am Fahrrad also Licht scheinen, den Computer arbeiten, Musik aus dem Radio tönen oder bringt in der Küche die Herdplatten zum Glühen.

Wir haben längst noch nicht alle Energieformen aufgezählt und näher beschrieben. Es gibt noch chemische Energie, Strahlungsenergie und Spannenergie. Ich finde jedoch, grundsätzlich sind nun alle erstmal im „Energiebilde“. Ich habe nun genug gelesen und möchte jetzt wieder etwas tun.<sup>1</sup>  
Los geht's!

Die folgenden Vorschläge sollen Sie und die Kinder beim „Energieerleben“ begleiten. Dabei handelt es sich nur um eine kleine Auswahl von Anregungen, bei denen meist unterschiedliche Antriebe im Mittelpunkt stehen, die eine Energieform in Bewegungsenergie umwandeln.

## Löffelturbine

Fließendes Wasser kann sehr große Kräfte und Energien freisetzen, die von uns Menschen schon seit langem genutzt werden. Vor mehr als 5000 Jahren wurden in Mesopotamien bereits Wasserräder zum Schöpfen eingesetzt. Die Römer nutzten sie später als Antrieb für Sägewerke und Mühlen. Aus den früheren Wasserrädern entstanden dann die heute eingesetzten Turbinen.

### Materialien:

- ein Holzspieß
- ein halber Trinkhalm
- etwas wasserfeste Knete
- 8 - 10 Plastiklöffel



### Anleitung:

Zu Beginn wird der Trinkhalm halbiert und auf den Holzspieß geschoben. Dann modellieren Sie die Knete mittig um den Strohhalm und stecken die Plastiklöffel in regelmäßigem Abstand in die Knete. Anschließend kann die Turbine ihren ersten Testlauf starten, indem Sie den Holzspieß an beiden Enden festhalten und die Löffelturbine unter fließendes Wasser halten.

Unsere Turbine arbeitet ganz ähnlich wie die sog. Pelton-Turbine, die die Bewegungsenergie des Wassers nutzt. Diese Energieform entsteht durch die Umwandlung der Lagenenergie des Wassers, das aus einem höher gelegenen Gewässer, in unserem Fall dem Wasserhahn, strömt. Beim Einsatz der Pelton-Turbinen ist das höhergelegene Gewässer häufig ein Stausee.



<sup>1</sup>Sie wissen bereits, was Energie ist und, dass Energie weder erzeugt werden kann noch verschwindet. Energie geht immer nur von einer Energieform in eine andere über. Die Fragen, die sich nun Kinder, Jugendliche und Erwachsene berechtigterweise stellen könnten, sind: Woher kommt Energie eigentlich und was passiert mit der Energie, die nicht mehr verwertet werden kann? Es wäre ein großer Gewinn im Sinne einer „nachhaltigen“ Auseinandersetzung mit dem Thema, wenn Sie Zeit für Diskussionen hätten, sich diesen oder anderen Fragen widmen oder Ideen entwickeln könnten, ob es Konstruktionen wie ein Perpetuum Mobile jemals geben kann, die Energie aus dem Nichts erzeugen.



Kleiner  
Tipp: Um den geheimnis-  
vollen Mechanismus der Dose nicht so  
schnell „preiszugeben“, kann die Befestigung  
des Gummis außen mit einer Abdeckung  
überklebt werden.



## Bumerang-Dose

Wie ist es möglich, dass eine zylindrische Dose, die auf ebenem, waagrechttem Untergrund in eine Richtung gerollt wird, auf halbem Weg umkehren und zum Ausgangspunkt zurückrollen kann? Das ist Zauberei! Zumindest könnte man das meinen. Dem ist aber nicht so, hierbei spielt die Energie eine große Rolle.

### Materialien:

- eine Blechdose mit Deckel
- ein flaches Gummiband
- zwei Holzstäbchen (z. B. Zahnstocher)
- ein schweres Gewicht (ca. 50 g - z. B. eine große Schraubenmutter)
- eine Büroklammer oder ein kleines Stück Draht



### Anleitung:

In Deckel und Boden einer Blechdose wird mittig ein ca. 5 mm langer Schlitz geschnitten. Je nach Dosenhöhe schneidet man nun das Gummiband auf eine ausreichende Länge, um es auf beiden Seiten der Dose noch durch die Schlitz zu ziehen und von außen mit einem Holzstäbchen verknoten zu können. An das Gummiband wird mit Hilfe einer aufgebogenen Büroklammer oder eines Drahtes, ca. in der Dosenmitte, das Gewicht gehängt und festgeklemmt. Es darf dabei nicht am Dosenrand schleifen. Die Dose kann nun auf einem ebenen und nicht zu rauen Untergrund angeschubst werden.

Im Grunde ist die Bumerangdose ein automatisches Aufzieh-Spielzeug, denn beim Anrollen nach dem Anstoß wirkt im Inneren der Dose eine Art „Gummimotor“. Er besteht aus dem gespannten Gummiband, das an den Dosenwänden befestigt ist. An diesem Gummiband hängt das Gewicht, das nicht der Drehbewegung, sondern stetig der Schwerkraft folgt. Das nachgiebige Gummiband verdrillt sich entsprechend der Anzahl der Umdrehungen der Dose und baut eine elastische Kraft auf, die als Gegenkraft zur Rollrichtung wirkt. Sie zwingt die Dose zunächst zum Stehen und dann zur Umkehr, da das Gummiband bestrebt ist, sich in umgekehrter Richtung wieder zu „entdrillen“. Der Gummi will in seine entspannte Ausgangslage zurückkehren und bringt die Dose auf diese Weise zum Ausgangspunkt zurück. Durch das Anstoßen der Dose wird ihr beim Rollen Bewegungsenergie zugeführt. Aufgrund des exzentrisch gelagerten Gewichtes wandelt sich diese Bewegungsenergie in Spannenergie des Gummibandes um. Danach entspannt sich das Gummiband im Inneren der Dose wieder und treibt diese an. Die Dose läuft nun zurück, wobei die Spannenergie wieder in Bewegungsenergie umgewandelt wird, sodass der Prozess von neuem beginnen kann.

Energie hat für sich allein keine substantielle Gestalt, sie existiert nur als Fähigkeit. Sie braucht also immer einen Träger (Quelle), der diese Fähigkeit besitzt. Alle Energieträger werden in zwei große Gruppen eingeteilt: Nicht erneuerbare Energieträger und erneuerbare Energieträger.

## Nicht erneuerbare Energie

Nicht erneuerbare Energieträger kann man nur einmal verwenden und sie sind nur in sehr begrenzter Menge verfügbar. Ein großer Teil der nicht erneuerbaren Energieträger ist schon seit Millionen von Jahren in der Erde gespeichert. Man nennt sie **fossile Energie**. Wie bei den Dinosauriern bedeutet fossil, dass die Energie aus einer längst vergangenen Zeit der Erde stammt.<sup>1</sup> Hauptsächlich basieren fossile Energieträger auf konzentrierter Sonnenenergie, die vor Jahrmillionen in Form von organischem Material gespeichert und in einem sehr langen Prozess mit Hilfe von hohem Druck und Temperaturverhältnissen umgewandelt wurden.<sup>2</sup> Dieses „Konzentrat“ muss verbrannt werden, um daraus riesige Mengen Energie zu gewinnen. Es handelt sich bei diesen Energieträgern z. B. um Kohle, Erdöl und Erdgas. Zu den nicht erneuerbaren Energieträgern ist auch noch die Atomenergie zu zählen. Wenn man Schwermetalle, wie z. B. Uran, spaltet, werden extrem große Energiemengen freigesetzt, die in Strom umgewandelt werden können.

Auf nicht erneuerbare Energien kann man in den nächsten Jahrzehnten nicht einfach unbegrenzt zugreifen. Es wird immer schwieriger und teurer werden, sie zu erschließen. Sie sind endlich. Zu diesem Umstand kommen noch weitere Probleme. Bei der Verbrennung dieser Energieträger entstehen Unmengen Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), was langfristig unserer Atmosphäre schadet und zu Klimaveränderungen führen kann. Bei der Nutzung von Atomenergie entsteht radioaktiver Müll, für dessen Lagerung man auch noch keine endgültigen Lösungen gefunden hat. Daher ist es wichtig, sich mit den Vor- und Nachteilen der Nutzung nicht erneuerbarer Energieträger auseinanderzusetzen und abzuwägen, welche Alternativen entwickelt und genutzt werden können.

Lassen Sie doch die Kinder mal zum/zur Energiekönig oder -königin werden und Vorschläge für ihr Königreich sammeln!

## Erneuerbare Energie

Die Gruppe der Energiequellen, die in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen und dem Klima nicht schaden, wird als erneuerbare Energieträger bezeichnet. Erneuerbar bedeutet, sie können immer wieder genutzt werden. Dazu zählen **Sonnenenergie, Windenergie, Wasserkraft, Erdwärme und Bioenergie**.

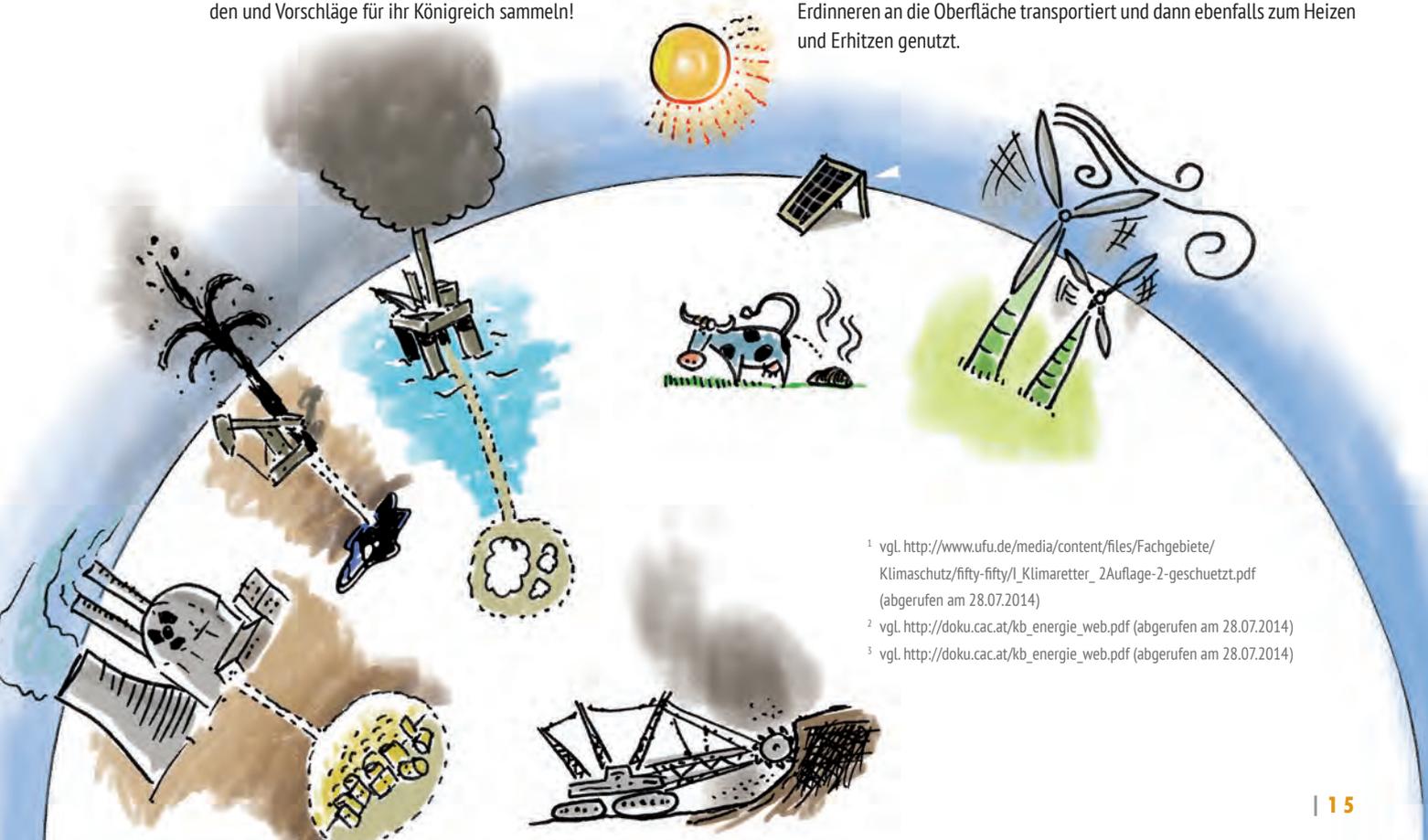
Sonnenenergie kann auf unterschiedliche Art und Weise genutzt werden. Solarkollektoren (thermische Solaranlagen) sammeln die Wärme der Sonnenstrahlen ein und nutzen die Wärme zum Heizen und Erhitzen. Solarzellen findet man in großer Zahl in sog. Fotovoltaikanlagen, wo sie die Strahlungsenergie der Sonne direkt in elektrischen Strom umwandeln.

Wind wird ebenfalls genutzt, um elektrische Energie in speziellen Kraftanlagen zu erzeugen. Wenn Luft sich stark und gerichtet in der Erdatmosphäre bewegt, spricht man von Wind, an dessen Nutzung die Menschen (z. B. Windmühlen, Segelschiffe) schon seit langem Interesse haben ebenso wie an der Wasserkraft.

Wasser kann Turbinen antreiben, die wiederum durch ihre Bewegung Generatoren in Gang setzen und dadurch Strom erzeugen.

Bioenergie lässt sich aus unterschiedlichen Energieträgern gewinnen. Holz, Stroh, aber auch Früchte und Samen sind Energieträger aus pflanzlicher Biomasse. Sie können wie fossile Energieträger durch Verbrennung in elektrischen Strom und Wärme umgewandelt werden. Um Biogas zu gewinnen, ist ein Gärungsprozess notwendig. Mist, Gülle oder andere organische Materialien werden über einen Zeitraum von mehreren Tagen in einem großen luftdichten Tank vergoren. Bakterien erzeugen aus diesem Gemisch Methangas, das nach entsprechender Aufbereitung wie Erdgas eingesetzt wird. Das restliche Material kann als Dünger verwendet werden.<sup>3</sup>

Zu guter Letzt gibt es noch die Nutzung der Erdwärme. Sie wird aus dem Erdinneren an die Oberfläche transportiert und dann ebenfalls zum Heizen und Erhitzen genutzt.



<sup>1</sup> vgl. [http://www.ufu.de/media/content/files/Fachgebiete/Klimaschutz/fifty-fifty/1\\_Klimarettet\\_2Auflage-2-geschuetzt.pdf](http://www.ufu.de/media/content/files/Fachgebiete/Klimaschutz/fifty-fifty/1_Klimarettet_2Auflage-2-geschuetzt.pdf) (abgerufen am 28.07.2014)

<sup>2</sup> vgl. [http://doku.cac.at/kb\\_energie\\_web.pdf](http://doku.cac.at/kb_energie_web.pdf) (abgerufen am 28.07.2014)

<sup>3</sup> vgl. [http://doku.cac.at/kb\\_energie\\_web.pdf](http://doku.cac.at/kb_energie_web.pdf) (abgerufen am 28.07.2014)

# Energie – ein Verwandlungstalent

Bei nahezu allen Vorgängen in der Natur und Technik finden Energieumwandlungen statt. Energie bleibt immer da, geht nicht verloren und wird nicht verbraucht. Ein Teil der vorhandenen Energie geht jedoch ganz häufig nicht komplett in die Energieform über, die die Menschen gern hätten. Ein Automotor wandelt beispielsweise chemische Energie, die im Benzin gespeichert ist, in Bewegungsenergie um. Das klingt theoretisch ganz einfach, in der Realität passiert jedoch noch einiges mehr. Durch Reibung und andere Prozesse kommt es zur Erwärmung der Motorenteile. Diese Wärme wird an die Umgebung abgegeben. Zudem erzeugt das Auto Abgase und Lärm. Die Abgase enthalten ebenfalls Wärme und Bewegungsenergie und auch mit den Schallwellen entweicht Energie aus dem Motor. Das sind eigentlich Energieformen, die nicht erwünscht sind, meistens ungenutzt bleiben und mit denen man auch häufig nicht wirklich etwas anzufangen weiß.<sup>1</sup>

Das geschieht auch bei anderen energetischen Wandlungsprozessen. Solarzellen sollen z.B. die Strahlungsenergie der Sonne in elektrische Energie umwandeln. Das gelingt aber nur mit einem Teil der Strahlungsenergie, der Rest endet als Wärme. Die Energie geht dabei zwar nicht verloren, aber sie kommt auch nicht vollständig in der Form dort an, wo man sie gerne hätte. Es wäre super, wenn man die restliche Energie „einfangen“ und, noch besser, wenn man sie darüber hinaus dann auch noch in die gewünschte Form umwandeln könnte. Das ist aber gerade bei Wärme nicht möglich. Wärme hat eine Eigenschaft, die diesen Wunsch nicht zulässt: Alle Energieformen können vollständig in Wärme umgewandelt, hingegen Wärmeenergie kann nicht vollständig in eine andere Energieform „zurückgewandelt“ werden. Ein nicht umwandelbarer Anteil von Wärme und die darin enthaltene Energie bleiben immer übrig. Diese Energie ist zwar immer noch da, steht aber nicht für weitere Umwandlungsprozesse zur Verfügung, bleibt daher also „wertlos“. Durch eine Umwandlung in Wärme wird Energie quasi entwertet. Wenn man von „Energieentwertung“ spricht, werden oft auch Begriffe wie „Energieverbrauch“ oder „Energieverlust“ dafür benutzt. Das ist, ganz genau genommen, nicht richtig. Die Energie ist noch da, nur eben in einer Form, die man nicht mehr anders nutzen kann.<sup>2</sup>

Was kann man tun, um so wenig Energie wie möglich zu entwerten? Was fällt Kindern und Jugendlichen gemeinsam mit Ihnen dazu ein? Sammeln Sie Ideen und Vorschläge, entwerfen Sie gemeinsam neue Maschinen oder Fahrzeuge! Kann man Reibung mindern oder Widerstände verringern? Kann es Konstruktionen geben, bei denen keine Energieentwertung mehr stattfindet? Ist eine Maschine wie ein Perpetuum Mobile realistisch? Welche Ideen gab es schon dazu?

Lassen Sie sich ein auf die speziellen Themen „Sonne“ und „Wärme“ und wagen Sie sich auf spannende Wege der Auseinandersetzung. Dazu machen wir Ihnen nun ein paar Vorschläge und wünschen Ihnen viel Spaß am Weiterentwickeln, Tüfteln und Gestalten.

<sup>1</sup>Es gibt inzwischen Geräte, die diesem Prozess entgegenwirken möchten. Beispielhaft sei hier auf Wärmetauscher verwiesen. Wärmetauscher übertragen Energie in Form von Wärme von einem Medium (z. B. Gas oder Flüssigkeit) auf ein anderes Medium. Sie werden in großen industriellen Anlagen genutzt, kommen in Autos zum Einsatz oder in Wohnhäusern und Kühlschränken. Es gibt verschiedene Arten von Wärmetauschern. Einige Geräte machen es möglich, dass zum Beispiel Energie, die in Gasen steckt und ungenutzt als Abwärme verloren geht, wiederverwendet werden kann. Geräte, die spezifisch für die Wiedergewinnung von Wärme aus verbrauchten, abgegebenen Gasen und Flüssigkeiten entwickelt wurden und die diese Wärme anschließend durch die direkte Übertragung auf ein anderes Medium erneut nutzen, werden als Rekuperatoren bezeichnet.

<sup>2</sup> vgl. [http://www.planet-schule.de/sf/multimedia-simulationen-detail.php?projekt=energieformen\\_umwandeln](http://www.planet-schule.de/sf/multimedia-simulationen-detail.php?projekt=energieformen_umwandeln) (abgerufen am 21.08.2014)

<sup>3</sup> vgl. <http://www4.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/45211/Energie-Theater.pdf?command=download,Content&filename=Energie-Theater.pdf> (abgerufen am 25.07.14)



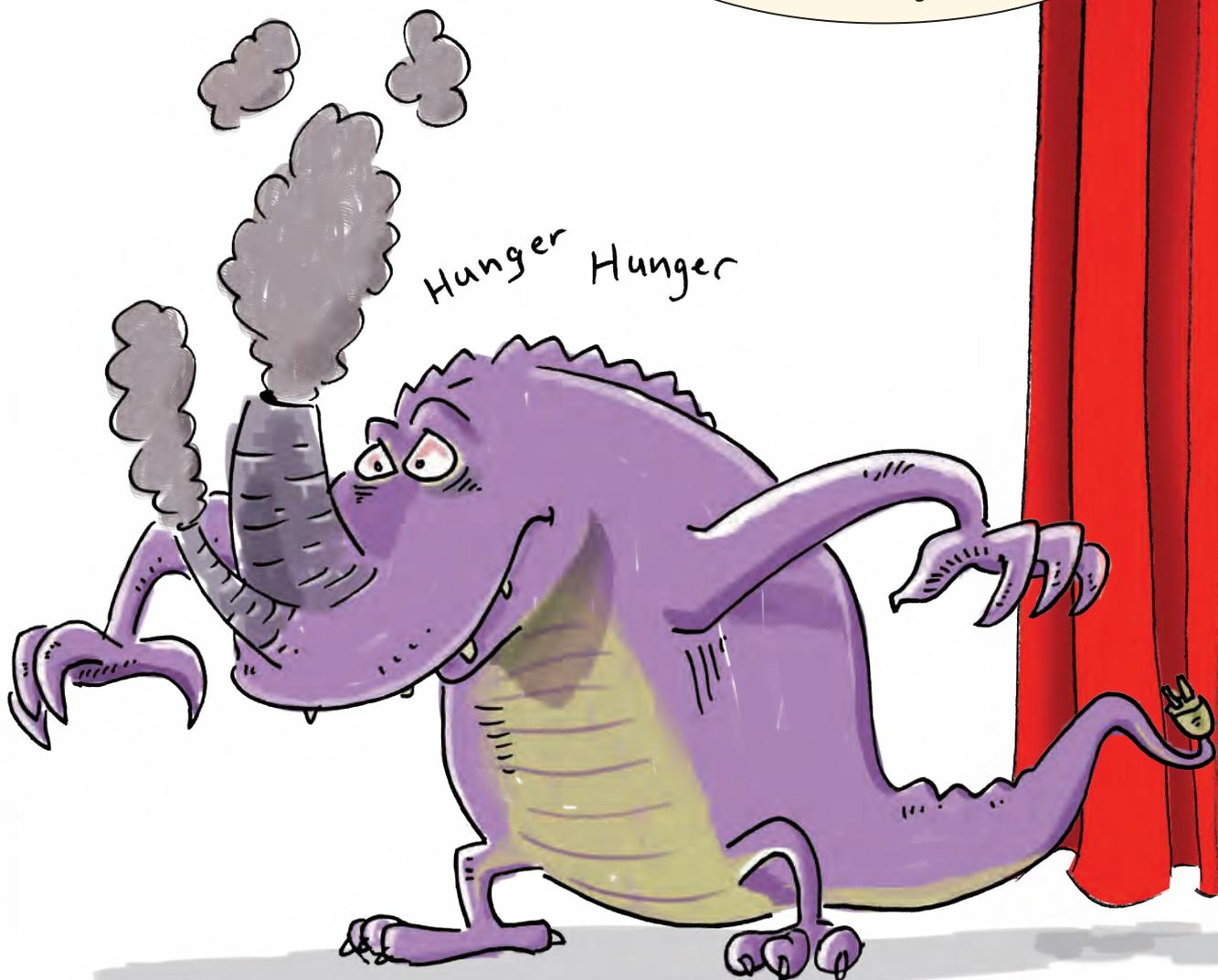


Das Erfinden eines eigenen Theaterstücks, in dem die Kinder zu Hauptdarstellern werden, ist ein interdisziplinärer Weg, sich verschiedenen Themen zu widmen und ein Riesenspaß für alle. Hier drei Anregungen<sup>3</sup>:

Ein Energie-Ungeheuer raubt alle Energie. Wie kann es gestoppt werden?

Die verschiedene Arten der Energieerzeugung werden pantomimisch dargestellt. Das Publikum muss sie erraten.

Ein Teil der Kinder stellt Energieerzeuger (Sonne, Wind, Wasser, Kohle, Gas etc.) dar, der andere Teil spielt die Energieverbraucher (Lampe, Motoren, Kühlschrank etc.). Was passiert auf den Wegen zwischen ihnen? Wie lässt sich das „Wohlbefinden“ der Verbraucher steigern? Was passiert mit der unverwerteten Energie?



# Sonnenenergie-Kraftwerk

Um einen großen Teil unserer heutigen Energie zu erzeugen, werden fossile Energieträger wie z. B. Kohle, Erdgas und Öl genutzt. Diese Form der Erzeugung ist jedoch umweltschädlich und erschöpflich. Ein weiterer Aspekt, der diese Erzeugungsformen schwierig macht, liegt in dem Umstand, dass diese Energieträger für viele Menschen auf der Welt nicht verfügbar oder zu teuer sind. Einer der vielen Gründe für Armut und große Abwanderungserscheinungen aus ländlichen Regionen findet sich infolge unzureichender Energieversorgung bzw. zu hoher Energiekosten.

Saubere und sichere Energiequellen zu finden und zu nutzen, die allen Menschen in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, zählen zu den wichtigsten Aufgaben für die Zukunft. Denn die Zukunft der Menschen wird maßgebend davon abhängen, ob es gelingt, Mensch und Natur (mit Hilfe der Technik) in Einklang zu bringen.

Schon seit Jahrzehnten „elektrisiert“ viele Menschen ein Prinzip zur Energieerzeugung. Es ist ein Schlot, der Sonne, Wind und Wasser verwertet. Bereits 1903 entstand das erste Konzept zu einem „Sonnenkamin“. Die ersten großen Versuche zur Umsetzung dieses Konzepts des spanischen Erfinders, Oberst Isidoro Cabanyes, sollten jedoch noch lang auf sich warten lassen. 2012 wurden erste Entwürfe veröffentlicht, die dieses Prinzip in großtechnischen Anlagen nutzen wollten. Geplant waren 1000 Meter hohe Türme, die umgeben waren von einer treibhausähnlichen Anlage, die wiederum die Fläche von 800 Fußballfeldern einnahm. Die neuesten Werke erscheinen dagegen winzig. Umgesetzt wurden 160 Meter hohe Türme auf einer Fläche von 14 Fußballfeldern.<sup>1</sup>

Die Funktionsweise dieser sogenannten Aufwindkraftwerke oder Thermikraftwerke ist einfach. Die Sonne scheint durch ein großes Glasdach (Kollektor) und erwärmt die Luft am Boden wie in einem Treibhaus. Die warme Luft strebt unter dem Glasdach zu einem Kamin nach oben. Von den Rändern des Glasdachs strömt zusätzlich noch Umgebungsluft nach, die ebenfalls aufgeheizt wird. Es entsteht ein gleichbleibender Aufwind im Kamin. Eine im Kamin eingebaute Turbine wandelt die Windenergie mit Hilfe eines Generators in elektrische Energie um. Wasserschläuche auf dem Boden der Anlage speichern tagsüber einen Teil der Wärme und geben diese nachts wieder ab, so wird rund um die Uhr Strom produziert.<sup>2</sup>



<sup>1</sup> vgl. <http://www.welt.de/dieweltbewegen/article13801960/Aufwindkraftwerke-so-effektiv-wie-Atommeiler.html> (abgerufen am 29.08.2014)

<sup>2</sup> vgl. <http://www.nicht-fossil.de/59/aufwindkraftwerk.htm> (abgerufen am 29.08.2014)

## Kraftwerk im Kleinformat

### Materialien:

- eine große Plastikflasche (PET)
- ein schwarzes Blatt Papier (DIN A4)
- ein Korken
- fünf Rundkopf-Stecknadeln
- eine wachsfreie Teelichthülse aus Aluminiumblech
- ein Cuttermesser
- eine Schere
- flüssiger Klebstoff
- eine Messingbuchse (Bestandteil von Sekundenzeigern für Quarzuhrenwerke zum Selbstbau von Uhren) oder ein kleines Stück eines Rundrohres (Messing oder Aluminium,  $\varnothing$  außen - max. 1,5 mm)

### Anleitung:

Mit dem Cuttermesser wird im unteren Flaschenteil (ca. ein Zentimeter über dem Flaschenboden) ein Querschlitz ausgeschnitten. Dieser sollte ca. 10 mm hoch sein und in der Breite etwa ein Drittel des Flaschenumfangs einnehmen.

Vom Korken wird eine ca. 5 mm dicke Scheibe abgeschnitten. In den Seitenrand dieser Scheibe bohrt man gleichmäßig verteilt, also im rechten Winkel zueinander vier Stecknadeln hinein. Die fünfte Nadel wird komplett durch die Mitte der Korkscheibe gebohrt und steht senkrecht zur Scheibenoberfläche.

Das Mundstück der Flasche wird gleichmäßig abgeschnitten, so dass eine größere kreisrunde Öffnung entsteht, auf die nachher zentrisch die „Nadel-Korkscheibe“ aufgelegt wird. Die Nadelspitze der fünften Nadel zeigt dabei nach oben. Zwischen Korkscheibe und Flaschenöffnung muss nun noch genügend Raum bleiben, damit Luft hindurchströmen kann.

Das schwarze Papier wird so zugeschnitten, zusammengerollt und von oben in die Flasche gesteckt, dass der seitlich eingeschnittene Luftschlitz nicht verdeckt wird. Das schwarze Papier bildet dabei keine abgeschlossene

Röhre, sondern schmiegt sich nur etwa zur Hälfte an die Innenwölbung der Flaschenwand, so dass der Luftschlitz unverdeckt bleibt und das Sonnenlicht seitlich in die Flasche einfallen kann.

Aus der Teelichthalterung wird das Turbinen-Flügelrad gefertigt, indem man mit der Schere in regelmäßigen Abständen (z.B. acht) senkrechte Einschnitte in den hochstehenden Rand bis zum Boden schneidet. Die entstandenen Blechsegmente werden einzeln zur Seite gebogen, und dann wird jedes Segment propellerartig in einem möglichst immer gleichen Winkel etwas geneigt. Als Drehnabe dient die Messingbuchse oder das kleine Rundrohrstück. Entweder klebt man die flache Seite der Buchse möglichst genau auf den Mittelpunkt des Flügelrads oder fixiert dort das Rohrstück. Durch die Verwendung von Flüssigkleber ist bis zur vollständigen Aushärtung genügend Zeit, die optimale Mitte zu finden und die Drehnabe ggf. noch einmal etwas zu verschieben. Dann kann die Turbine keine „Schlagseite“ bekommen und sich möglichst reibungsarm drehen. Das fertige Turbinenrad kann nun endgültig auf die Nadelspitze gesteckt werden. Das kleine Kraftwerk wird anschließend mit der „offenen“ Seite zur Sonne gedreht. Sobald die Sonne eine Weile auf die Flaschenseite mit der seitlichen Öffnung scheint, beginnt sich das Turbinenrad zu drehen.

Das kleine Kraftwerk funktioniert ganz ähnlich wie das große. Wenn die Flasche in der Sonne steht, erwärmt sich die Luft darin und steigt nach oben. Die Luft strömt durch die Öffnung unten in die Flasche. Dieser Luftstrom wirkt wie in einem Kamin und bewegt das Turbinenrad.

Etwas genauer hingeschaut, passieren viele Vorgänge in unserem Kraftwerk: Bei starker Sonneneinstrahlung fällt das Licht auf das schwarze Papier in der Flasche. Das Licht reflektiert nicht, wie es bspw. bei weißem Papier der Fall wäre, sondern verbleibt bei der schwarzen Farbe des Papiers und wird von ihr fast vollständig geschluckt. Bei dieser sogenannten Absorption des Lichts, also dem Gegenteil einer Reflexion, bleibt die Energie, die die Lichtteilchen beim Aufprall und Durchdringen der schwarzen Farbe mit sich führen, aber nicht wirkungslos: Es findet eine Umwandlung von Licht in Wärme statt. Das Licht erwärmt die schwarze Fläche und damit die Luft im Flascheninneren. Die Warmluft dehnt sich aus, wird leichter und steigt durch die Öffnung nach oben ins Freie. Der Raum, in dem vorher die erwärmte Luft Platz beanspruchte, muss nun wieder gefüllt werden. Ein Sog entsteht, Frischluft strömt durch den Seitenschlitz nach und füllt den freigewordenen Raum aus. Das „Spiel“ wiederholt sich. In dieser Luftströmung befindet sich das Turbinenrad, das sich daraufhin zu drehen beginnt.

Im Sonnenenergie-Kraftwerk finden also nacheinander mehrere Umwandlungen verschiedener Energieformen statt: Lichtenergie wird zu Wärmeenergie, die wiederum zu Bewegungsenergie umgewandelt wird. In großen Anlagen wird zudem die mechanische Energie des Turbinenrads genutzt, um es mit einem Stromgenerator zu koppeln und elektrische Energie zu erzeugen.



# Was die Sonne alles kann

Die Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung erneuerbarer Energien ist für Kinder und Jugendliche von hoher Relevanz. Zukünftige Versorgungssicherheit, das weltweite klimatische, gesellschaftliche und sozialpolitische Gleichgewicht werden stark an den Ausbau dieser Energien geknüpft sein. Somit zählt die Auseinandersetzung mit diesem Thema zu den wichtigsten Inhalten im Rahmen einer Bildung zur nachhaltigen Entwicklung. Es ist bedeutsam für Kinder und Jugendliche, sich mit ihren gegenwärtigen und zukünftigen Bedürfnissen und Interessen zu befassen und sich dafür einzusetzen sowie Verantwortung für eigenes Handeln und Tun zu übernehmen.

Die Sonnenenergie zählt zu den erneuerbaren Energieformen. Über die Hitze der Sonne stöhnen wir oft im Sommer, über eine sinnvolle Nutzung ihrer Energie jedoch nicht. Fotovoltaikanlagen oder Sonnenkollektoren auf Dächern gehören für viele Menschen zur täglichen Umwelt ebenso wie Spielzeug, Taschenrechner oder Uhren, die mit Solarzellen angetrieben werden. Es gibt zwei Haupttypen von Solaranlagen: Solarkollektoren wandeln Sonnenlicht in Wärme um, Fotovoltaikanlagen wandeln Licht in Strom um.

Die hier beschriebene Bauanleitung für eine Lampe basiert auf der Nutzung von Sonnenenergie, um elektrische Energie zu erzeugen und damit künstliches Licht zu produzieren. Die Idee zu dieser Bauanleitung wurde im Rahmen eines Projekts von der IBM Deutschland GmbH entwickelt.

Aus persönlichem Engagement in Gambia, Kamerun und Tansania gründeten aktive Pensionäre der On Demand Community, einem Corporate Volunteering Programm der IBM, Projektgruppen und Vereine, die verschiedene Wege fanden, um Menschen in diesen Ländern auf vielfältige Weise zu unterstützen. Dazu zählte u.a. die Installation von Fotovoltaikanlagen und Solarlampen, um landwirtschaftliche Geräte länger betreiben oder Räume länger beleuchten zu können. Es half, dass sich das Einkommen der Menschen erhöhen konnte oder Kinder und Jugendliche die Chance hatten, auch nach einem frühen Sonnenuntergang noch spielen und lernen zu können. Maschinen konnten länger laufen und durch die zusätzliche Pro-

duktion mehr Umsatz erwirtschaften. Kinder und Jugendliche waren nicht länger zusätzlichen Gefahren (z.B. durch Kerosin- und Petroleumlampen, offenes Feuer) ausgesetzt oder hatten überhaupt endlich abends Licht, um zu lesen, zu recherchieren oder gemeinsam zu spielen.

Auf Basis all dieser positiven und nachhaltigen Erfahrungen entstand die Idee, Kinder und Jugendliche in Deutschland für die Thematik zu sensibilisieren, interkulturelles und nachhaltiges Verständnis zu fördern und zu persönlicher Beteiligung zu motivieren. Anleitungen für den Bau von Solarlampen mit Kindern wurden entwickelt. Engagierte IBMer können so an deutschen Schulen gemeinsam mit Kindern, Jugendlichen und pädagogischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern Solarlampen bauen, Inhalte wie Nachhaltigkeit und alternative Energiequellen thematisieren, ihre eigenen Erfahrungen aus Einsätzen in diesen Ländern einbringen oder auch helfen, Partnerschaften mit Schulen in Afrika zu gestalten.

## Solarlampe – Die wiederaufladbare LED-Leuchte

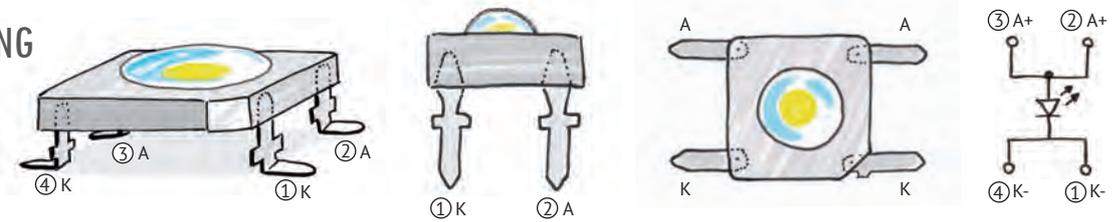
Mit der Technik der nachfolgend beschriebenen LED-Leuchte kann eine Leselampe gestaltet werden. Die Art der Lampe (Hängelampe, Standlampe, Stehlampe, Wandlicht etc.) kann je nach Verwendungszweck unterschiedlich gewählt werden und sollte den individuellen Anforderungen entsprechen. Um Sie als Leserinnen und Leser mit möglichst vielen Anregungen und Tipps beim Bau begleiten und unterstützen zu können, haben wir Materiallisten und Bauanleitungen für verschiedene Modelle zusammengestellt. So lassen sich der zeitliche und materielle Umfang des Lampenbaus besser einschätzen und hoffentlich viele Ihrer eigenen Ideen zusätzlich umsetzen. Selbstverständlich stehen weiteren kreativen Überlegungen zu anderen Formen und Arten alle Türen offen. Wir wünschen allen Tüftlerinnen und Tüftlern viel Spaß beim Weiterentwickeln.

### Werkzeuge zum Bau der Lampen:

- einen Kreuzschlitz-Schraubendreher (zum Einschrauben der Spanplattenschrauben)
- ein Vorstecher (zum Vorstechen von Holz und Blech)
- ein Lötkolben
- Lötzinn
- ein Seitenschneider
- eine gerade Flachzange (zum Abwinkeln der LED-Anschlusspins)
- eine Rundzange (zum Biegen und Richten der Bauteilanschlüsse und des Schaltdrahts)
- Schleifpapier (zur Bearbeitung der Holzbrettchen)
- eine Heißklebepistole (zur Konstruktion und zum Gestalten der Lampe)
- ein Schraubstock (notwendig ausschließlich zum Bau des Lampenmodells „Standleuchte“)
- eine Bohrmaschine (Ø 4 mm; notwendig ausschließlich zum Bau des Lampenmodells „Standleuchte“)
- evtl. ein Multimeter (Fehlersuche & Messen des Ladestroms)
- eine Säge (zur Bearbeitung der Holzbrettchen)



# ENERGIEUMWANDLUNG



## Lampengrundbrettchen (Basismodul aller Lampenmodelle)

Die vier verwendeten Superflux-LEDs sind von langlebiger Qualität und spenden bei einem großen Abstrahlwinkel und großer Helligkeit ein angenehmes Licht. Der Abstand und ihre Anordnung zueinander ergeben im Betrieb ein gleichmäßiges Flächenlicht, das bis maximal 1,5 m Abstand ausreicht, um bspw. ein Buch lesen zu können.

### Materialien:

- vier LEDs Super Flux (20 lm, 80°, weiß, z. B. Hersteller Nichia / Typ: Raijin NSPWR70CSS-K1)
- vier Widerstände (8,2 Ohm)
- ein Widerstand (0 - 3,3 Ohm)
- 16 cm verzinnter Kupferdraht (blank)
- 2 cm Schrumpfschlauch (rot, Ø 1,2 mm)
- Holzbrettchen (abhängig von der Lampenart: 8 mm Stärke, 80 x 140 mm bzw. 80 x 80 mm)
- ca. 25 Reißzwecken

### Anleitung:

#### VORÜBERLEGUNGEN

Vor Beginn der Arbeit sollte man sich die Bauelemente schon einmal gut anschauen ebenso wie ihre Position auf dem Lampengrundbrett, gemäß dem Aufbauschema. Das Aufbauschema der Bauelemente auf dem Lampengrundbrett ist Teil der Aufbau- und Verdrahtungsskizze. Die Skizze kann Eins-zu-eins für den Bau der Hängeleuchte genutzt werden. Vom Lampengrundbrettchen gehen insgesamt drei Zuleitungen (zweimal grau [-] und einmal rot [+] gezeichnet) ab. Für den Bau der Standleuchte gibt es jedoch eine Besonderheit: Hierfür werden die beiden grauen Leitungen nicht auf dem Lampengrundbrettchen verlötet, sondern auf einem extra Brettchen im Lampenfuß (siehe Materialliste und Anleitung zur Standleuchte). Wer sich nun den nötigen Überblick geschaffen hat und mit allen notwendigen Informationen vertraut ist, kann auch schon loslegen.

#### Schritt 1

Das kreisrunde Aufbauschema für die Bauelemente des Lampengrundbrettchens kann aus der Aufbau- und Verdrahtungsskizze ausgeschnitten werden. Die eingezeichneten Punkte auf dem Schema sollen dann auf das vorgefertigte Holzgrundbrett übertragen werden. Die 20 Reißzwecken nutzen Sie bitte, um diese an den entsprechend markierten Positionen einzudrücken. Die Reißzweckenköpfe stehen nun dicht aneinander, sollen sich aber nicht berühren. Alle Reißzwecken müssen anschließend mit dem heißen Lötcolben verzinkt werden. Sie sind die elektrischen „Kontakt-Stützpunkte“ und dienen als Träger der meisten Bauelemente. Die Reißzwecken werden durch Anlöten eines in der Länge angepassten verzinnten und blanken Kupferdrahtes verbunden. Dadurch wird zwischen ihnen eine elektrisch leitende Verbindung (Leitung) hergestellt.

#### Schritt 2

Nun werden die Widerstände, die untereinander nicht verwechselt werden dürfen, mit ihren Anschlüssen auf die Reißzwecken gelötet, und zwar auf die Weise, wie es die Aufbau- und Verdrahtungsskizze zeigt.

#### Schritt 3

Wenn das geschafft ist, kommen die vier LEDs an die Reihe. Diese LEDs sind quadratisch und mit vier statt üblicherweise zwei Anschlüssen versehen, wobei jeweils zwei Anschlüsse bereits intern zusammengeschaltet sind. Eine der vier Ecken schaut etwas „angebissen“ aus. Die „fehlende Ecke“ dient der Orientierung, welche Anschlüsse zur Anode (Pluspol) und welche zur Kathode (Minuspol) gehören. Prüfen und vergleichen Sie später während des Baus der Lampe noch mal die Aufbau- und Verdrahtungsskizze (nähere Erläuterungen zu den LEDs sind ein weiteres Mal auch „unter der Lupe“ zu finden), damit auch nichts schief gehen kann. Damit man die LEDs bequem verlöten kann, muss man alle vier Kontaktbeinchen vorher mit der Flachzange möglichst auf gleiche Weise im rechten Winkel nach außen biegen. Die LEDs erinnern danach an vierbeinige Krabbeltiere. Wie alle Dioden haben LEDs zwei unterschiedliche Anschlüsse: Eine Kathode und eine Anode. Schaut man von oben auf die Leuchtseite der LED und dreht sie so, dass die abgeknabberte Ecke nach rechts unten zeigt, dann befindet sich unten links und unten rechts der Anschluss für die Kathode (Abb. s. o. Anschluss 4 und 1). Oben links und oben rechts befindet sich die Anode (Abb. s. o. Anschluss 3 und 2). Die Kathodenanschlüsse werden an die zwei Reißzwecken gelötet, an der sich bereits der blanke Draht befindet, die Anodenanschlüsse an die zwei Reißzwecken, an der schon ein 8,2 Ohm-Widerstand angelötet ist. Bevor die Ladevorrichtung für das Solarpanel gebaut und das Lampengrundbrettchen endgültig gestaltet werden kann, ist ein einfacher Test möglich, ob die LEDs leuchten. Diesen Test halten wir für sehr sinnvoll, bevor Sie weiterarbeiten.

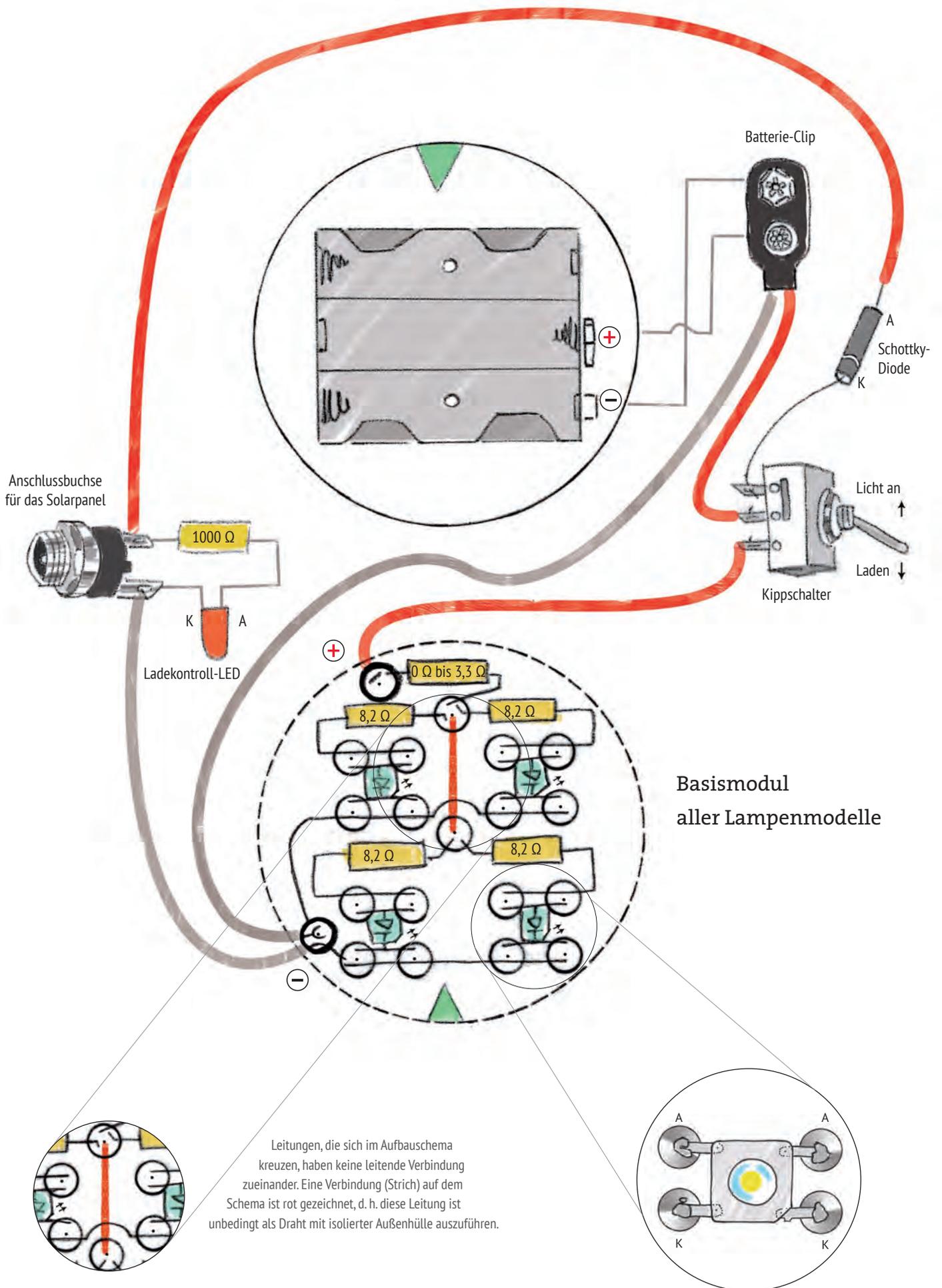
#### Schritt 4

Um den Test insgesamt durchführen zu können, werden die bereits vorgeladenen Akkus in die Akkuhalterung eingesetzt und der Batterieclip an der Akkuhalterung befestigt. Die beiden Anschlusskabel des Batterieclips dürfen sich nun nicht mehr berühren, sonst entsteht ein **Kurzschluss**. Der abisolierte Teil des roten Anschlusskabels (der Pluspol) dieses Batterieclips wird an die Reißzwecke (fett umrandet, siehe S. 23) auf dem Lampengrundbrettchen gehalten, von der aus später das rote Kabel zum Schalter führen soll. Entsprechend hält man das schwarze Anschlusskabel (der Minuspol) des Batterieclips an die Reißzwecke auf dem Lampengrundbrettchen, von der später die zwei schwarzen Kabel wegführen sollen, und zwar zur Akkuhalterung (Batterieclip) und zum Minuspol der Hohlstecker-Anschlussbuchse, der Verbindungsbuchse zum Solarpanel. Wenn beim Test die LEDs leuchten, ist auf dem Lampengrundbrettchen alles richtig verbunden. Wenn nicht, kommen Sie nicht um eine kleine Prüfung herum, woran es liegen könnte. Die Akkus sollten vor den folgenden Arbeiten in jedem Fall zunächst wieder aus der Akkuhalterung genommen werden.

#### ACHTUNG! Schauen Sie bitte nie direkt in ein LED-Licht!

Legen Sie, bevor der Test startet, ein Blatt Papier auf die vier LEDs. Wenn die Leuchtdioden erstrahlen, können Sie die vier Leuchtpunkte durch das Papier hindurch strahlen sehen. Die Strahlungsenergie von LEDs ist sehr hoch und könnte ohne diese Abdeckung beim Test zu Netzhautschäden führen und kleine Verbrennungen verursachen.





## Standleuchte

### Materialien:

- ein Vorwiderstand (1 Kiloohm)
- eine Schottky-Diode als Entladeschutz (Typ: 1 N 5817 oder SB 130)
- eine rote LED (5 mm, low current, 2 mA)
- 30 cm isolierter Schalllitzendraht (rot)
- 30 cm isolierter Schalllitzendraht (schwarz)
- eine Hohlstecker-Anschlussbuchse (5,5 / 2,5 mm)
- ein Kippschalter (Umschalter [1xUM] mit rundem Befestigungsgewinde und Schraubmutter)
- eine Batteriehalterung mit Clipanschluss (Typ: 3 x AA)
- ein Batterieclip (Anschlussklemme/-kabel für den Anschluss an 9V Blockbatterien)
- drei gleichwertige NIMH-Akkus (AA Mignon, min. 1800 mAh)
- ein Solarpanel (Typ: M-6V-1,5W-Mk-B mit vier Meter Anschlusskabel und Hohlstecker 5,5 / 2,5 mm)
- vier Spanplattenschrauben (3 x 12 mm)
- zwei Konservendosen als Lampengehäuse und als Standfuß
- zwei Messingrohre (1m, Ø 4mm)
- zwei isolierte Litzenkabel (je 1,30m Länge, max. Ø 2,5 mm, jeweils in einer anderen Farbe)
- ein Holzbrettchen 1 (LxBxH - 60 mm x 50mm x 20 mm)
- ein Holzbrettchen 2 (LxBxH - 60 mm x 50mm x 10 mm)
- ein Holzbrettchen 3 (LxBxH - 60 mm x 40mm x 10 mm)
- dünnes Kupferblech (30 mm x 10 mm)
- flache Steine

### Anleitung:

Die zweite Variante, die Standleuchte, ist eine zweiteilige Konstruktion, die aus einem leichten Lampenschirm und einem schweren Standfuß besteht. Eine ovale Konservendose kann in diesem Fall nicht nur als Lampe, sondern auch als Standfuß genutzt werden.

#### DER VERBINDUNGSBOGEN

Der Lampenkopf und der Fuß sind durch einen Metallbogen verbunden, der aus zwei fast halbkreisförmig gebogenen Messingrohren gefertigt ist. In den Messingrohren befinden sich die Stromversorgungszuleitungen zwischen Kopf und Fuß.

#### Schritt 1

Durch die beiden Messingrohre werden die isolierten Litzenkabel gezogen, so dass beide Enden ca. 15 cm aus dem Rohr heraushängen.

#### Schritt 2

Die zwei Messingrohre müssen gleichmäßig gebogen werden, indem man sie mit etwas Druck mehrmals über eine Tischkante zieht (Bild unten). Die Rohrbögen sollten etwas weniger als einen Halbkreis bilden, u. a. deshalb, weil das spätere Gewicht des aufmontierten Lampenkopfes noch zusätzlich zur Neigung beiträgt.



## DER STANDFUß

Der Standfuß bildet den schweren Teil der fertigen Lampe. Er besteht aus einer geräumigen Dose, in der die Stromversorgung (Akkus), Bedienelemente (Schalter, Solarladebuchse und Kontroll-LED) sowie geeignete Materialien zum Beschweren (z. B. flache Steine) enthalten sind.

### Schritt 1

Der Kippschalter wird am vorderen Ende des Dosenbodenblechs angebracht, die Hohlstecker-Anschlussbuchse (auch Solarladebuchse genannt) und die Ladekontroll-LED an der hinteren Rundseite des Dosenblechs. Die zur Befestigung dieser Bauelemente benötigten Löcher werden auf den entsprechenden Durchmesser vorgestochen und gebohrt.

### Schritt 2

Kippschalter und Solarladebuchse werden mit den entsprechenden Schraubmuttern montiert, die Ladekontroll-LED durchs Blech gesteckt und etwas verklebt.

### Schritt 3

Die Anschlüsse der Solarladebuchse, der Ladekontroll-LED und der Vorwiderstand im Inneren der Dose befinden sich nah beieinander und werden auf kurzem Weg platzsparend miteinander verlötet. Dabei ist es wichtig, auf die richtige Polung der Buchse und der LED zu achten. Die zwei davon abgehenden Schaltlitzendrähte (siehe Aufbau- und Verdrahtungsskizze) werden anschließend angelötet. Die beiden anderen Enden der Schaltlitzendrähte bleiben zunächst unangeschlossen.

### Schritt 4

Zur späteren Befestigung der Messingrohre wird das Bodenblech der Konservendose von außen mit zwei Löchern ( $\varnothing$  4 mm) im Abstand von 2 cm versehen. Um eine optimale Gewichtsverteilung der Lampe zu erreichen, sollten die Messingrohre recht weit am äußeren Ende der Dose in Richtung der Solarladebuchse angebracht sein.

### Schritt 5

Um die Messingrohre im Doseninneren mit samt der Litzenkabel zu fixieren, braucht es Holzstück Nr. 1, in das schräg und möglichst parallel im Abstand von 2 cm zwei Löcher ( $\varnothing$  4 mm) gebohrt werden, um dort die Litzenkabelenden wieder durchzuführen und dann die Messingrohre an dieser Stelle fest durchzustecken. Die Kabelenden werden wiederum an zwei Reißzwecken gelötet, die vorab nahe der beiden Bohrlöcher auf der Holzoberseite angebracht wurden. Das Holzstück Nr.1 kann nun zusammen mit den Messingrohren in die Konservendose verlegt und dort mit viel Heißkleber fixiert werden. Im Anschluss widmet man sich dem Kippschalter, der drei Anschlüsse besitzt. Der mittlere Anschluss wird mit dem roten Kabel des Batterieclips verbunden und verlötet. Einer der äußeren Anschlüsse des Kippschalters verlöten und verbinden Sie mit einem roten Schaltlitzendraht, das andere Ende dieses Schaltlitzendrahts wiederum mit einer der beiden schon angebrachten Reißzwecken auf der Holzoberseite (Nr.1). Diese Verbindung bildet die Pluspol-Zuleitung zum Lampenkopf. Am anderen der beiden äußeren Anschlüsse des Kippschalters wird die Schottky-Diode mit der Kathode (Ringseite) angelötet.

### Schritt 6

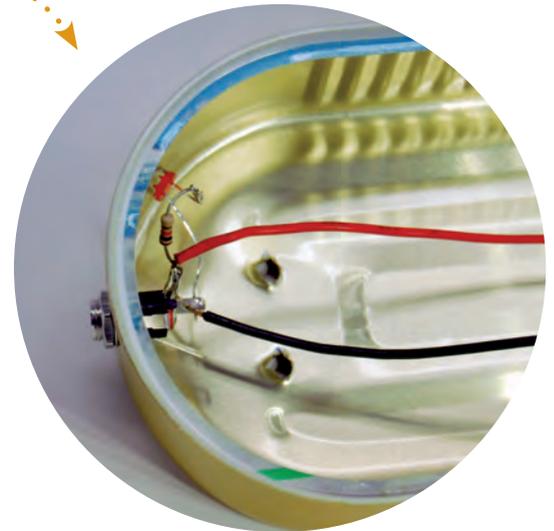
Die Akkuhalterung mit dem Batterieclip montieren Sie anschließend mit zwei Spanplattenschrauben auf Holzstück Nr. 3 und kleben es ebenfalls etwa in der Mitte des Dosenbodens ein.

### Schritt 7

Die Messingrohre werden mit einem Steg aus Kupferblech miteinander verlötet, möglichst dicht über dem Austritt aus der Dose. Danach sollten sich die Rohre nicht mehr zur Seite wegrehen können.

### Schritt 8

Anschließend können die Hohlräume des Standfußes mit flachen Steinen und Heißkleber gefüllt werden. Die Kabel und die Schottky-Diode müssen dabei jedoch weiterhin zugänglich und beweglich bleiben. Bei diesen diffizilen Arbeiten sollten zwecks späterer Änderungsmöglichkeiten keine Anschlüsse mit eingegossen werden. Wenn die Prozedur des Füllens und Verklebens beendet ist, können die noch fehlenden Anschlüsse verlötet und die Kabel platzsparend in den noch vorhandenen Zwischenräumen im Dosenfuß verlegt werden.



## DER LAMPENKOPF

Der Lampenkopf ist eine Dose, in die das Basismodul eingebaut ist. Die Dose dient als Blendschutz zu den Seiten.

### Schritt 1

Die zweite Konservendose wird an einer Stirnseite mit zwei Löchern ( $\varnothing$  4 mm) im Abstand von 2 cm versehen. Das Lampengrundbrettchen wird im Inneren der Dose mit Heißkleber fixiert. Das Brettchen sollte so platziert sein, dass zur Stirnseite der Dose mit den beiden Löchern noch viel Raum bleibt. Dort findet Holzstück Nr. 2 Platz, in das die beiden Messingrohre später eingesteckt werden

### Schritt 2

Zur Vorbereitung des Holzstücks Nr. 2 werden in eine der schmalen Stirnseiten, möglichst parallel, zwei Bohrungen ( $\varnothing$  4 mm) im Abstand von 2 cm gesetzt, die das Holz fast komplett (4 cm) durchlaufen. Die Stromversorgungsleitungen sollen aus dieser kleinen Holzplatte herausführbar sein, deshalb ist es notwendig, am anderen Ende dieser Bohrung durch eine Bohrung von oben eine Austrittsöffnung zu schaffen. Man bohrt quasi in die Bohrung und schafft so ein Loch, durch das die Versorgungsleitungen gezogen werden können.

### Schritt 3

Die beiden Messingrohre werden nun (immer mit den Litzen zuerst) durch die Dosenlöcher des Lampenkopfs nach innen geführt. Dort landen die Rohre in den Löchern der Holzplatte (Nr.2). Die beiden Stromversorgungskabel werden dabei an den Austrittslöchern auf der Oberfläche der Holzplatte herausgeführt. Die Holzplatte kann dann mit viel Heißkleber auf den Dosenboden geklebt und zusätzlich mit einer Schraube befestigt werden.

### Schritt 4

Der letzte Arbeitsschritt liegt darin, die Stromversorgungskabel auf dem Lampengrundbrettchen mit den entsprechenden Reißzwecken zu verlöten (Polung beachten), nachdem sie auf eine angemessene Länge gekürzt wurden.



## Hängeleuchte

### Materialien:

- ein Vorwiderstand (1 Kiloohm)
- eine Schottky-Diode als Entladeschutz (Typ: 1 N 5817 oder SB 130)
- eine rote LED (5 mm, low current, 2 mA)
- 30 cm isolierter Schalltitzendraht (rot)
- 30 cm isolierter Schalltitzendraht (schwarz)
- eine Hohlstecker-Anschlussbuchse (5,5 / 2,5 mm)
- eine Batteriehalterung (Typ: 3 x AA) mit Clipanschluss für 9V Blockbatterien
- vier Spanplattenschrauben (3 x 12 mm)
- ein Batterieclip (Anschlussklemme/-kabel für den Anschluss an 9V Blockbatterien)
- ein Kippschalter (Umschalter [1xUM] mit rundem Befestigungsgewinde und Schraubmutter)
- drei gleichwertige NIMH-Akkus (AA Mignon, min. 1800 mAh)
- ein Solarpanel (Typ: M-6V-1,5W-Mk-B mit vier Meter Anschlusskabel und Hohlstecker 5,5 / 2,5 mm)
- Konservendose als Gehäuse (die Auswahl der Form ist frei wählbar und individuell)

### Anleitung:

#### Schritt 1

Für die Hängeleuchte gibt es zwei Varianten, die Akkuhalterung anzubringen:

**Variante 1:** Wer mag, befestigt sie neben den Lämpchen auf dem Lampengrundbrettchen (80 x 140 mm) mit zwei Spanplattenschrauben.

Bei dieser Anordnung eignen sich ovale Fischdosen als Lampengehäuse besonders gut.

**Variante 2:** Für die zweite Variante bringt man die Akkuhalterung auf der Rückseite des Lampenbrettchens (80 x 80 mm) an. Dazu nutzt man die grünen Hilfsmarkierungen aus der Aufbau- und Verdrahtungsskizze. Legt man die beiden kreisrunden Teile der Skizze übereinander auf Deckung und richtet sich bei der Positionierung des Akkubehälters danach, gibt es keine „bedrohlichen Begegnungen“ zwischen Reißzwecken auf der einen und Holzschrauben auf der anderen Seite. Hierzu der nächste Tipp: Die zweite Variante ist gut für zylindrische Dosen als Lampengehäuse geeignet. Es ist wichtig, möglichst genau zu arbeiten, um wirklich nichts zu beschädigen, was vorab gefertigt wurde.

#### Schritt 2

Die Aufhängung der Lampe kann an mehreren Punkten an der Konservendose angebracht werden. Für die dazu nötigen Materialien (z. B. Haken, Schraubösen) gibt es keine Vorgaben. Die Auswahl und Gestaltung obliegt ganz Ihren Vorstellungen.

#### Schritt 3

Die Befestigung des Kippschalters, der Hohlstecker-Anschlussbuchse (auch Solarladebuchse genannt) und der Ladekontroll-LED ist ebenfalls nicht festgelegt. Grundsätzlich bleibt aber festzuhalten, dass folgende Schritte beim Verbauen beachtet werden sollten: Die zur Befestigung dieser Bauelemente benötigten Löcher werden auf den entsprechenden Durchmesser vorgestoßen und gebohrt, die fest montierte Solarladebuchse, Ladekontroll-LED und der Vorwiderstand befinden sich nah beieinander und werden auf kurzem Weg miteinander verlötet. Dabei ist es wichtig, auf die richtige Polung der Buchse und der LED zu achten. Die zwei davon abgehenden Schalltitzendrähte (siehe Seite 23) werden anschließend angelötet. Die beiden anderen Enden der Schalltitzendrähte bleiben zunächst unangeschlossen. Der Kippschalter besitzt drei Anschlüsse. Der mittlere Anschluss wird mit dem roten Kabel des Batterieclips verbunden und verlötet. Das gleiche gilt für einen der äußeren Anschlüsse des Kippschalters - verbunden und verlötet wird hier ein roter Schalltitzendraht mit der dafür vorgesehenen Reißzwecke (fett umrandet, siehe Seite 23) auf dem Lampengrundbrettchen. Diese Verbindung bildet die Pluspol-Zuleitung zum Lampenkopf. Am anderen der beiden äußeren Anschlüsse des Kippschalters wird die Schottky-Diode mit der Kathode (Ringseite) angelötet. Zu guter Letzt alle noch fehlende Anschlüsse verlöten, das Lampengrundbrettchen mit allen Bauteilen in die Konservendose verlegen und befestigen.

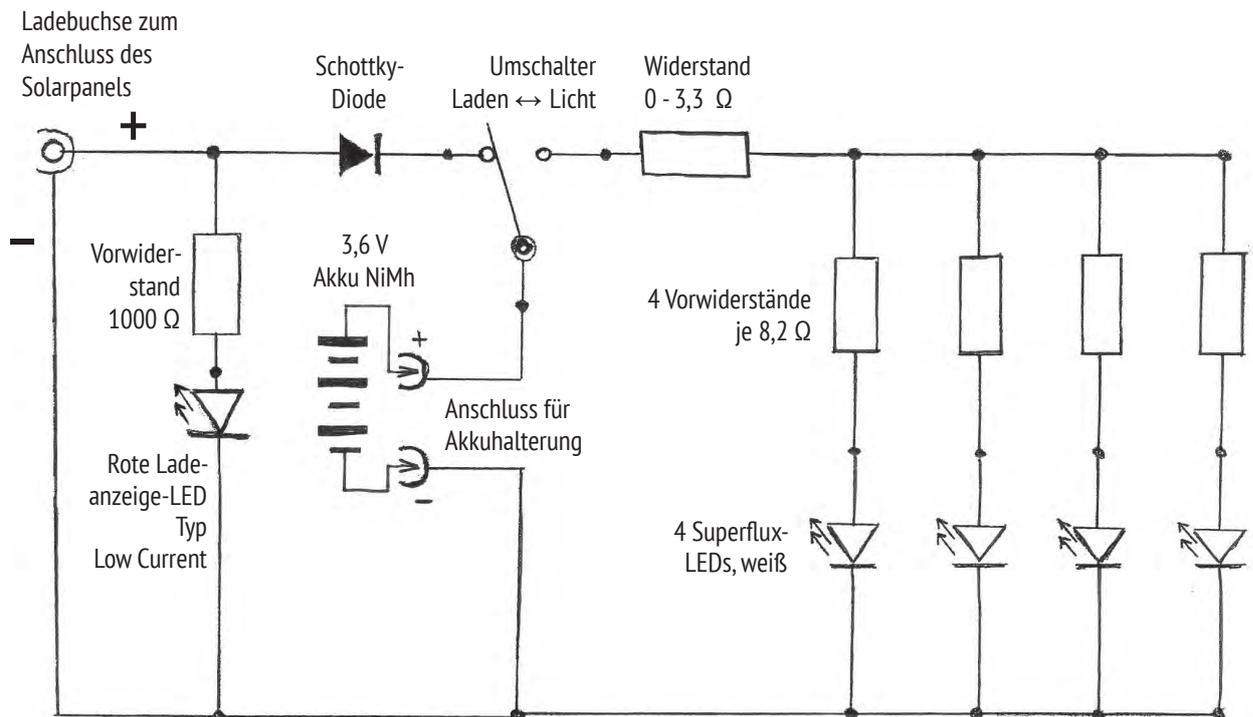
#### Schritt 4

Das Lampengrundbrettchen kann mit Heißkleber in der Konservendose fixiert werden. Alternativ kann man auch zwei Spanplattenschrauben nehmen, die von der Dose aus auf das Brettchen zu schrauben sind. Es ist wichtig, bei diesem Vorgehen auf die Anordnung aller Bauteile zu achten, damit kein Teil, keine Verbindung beschädigt wird.

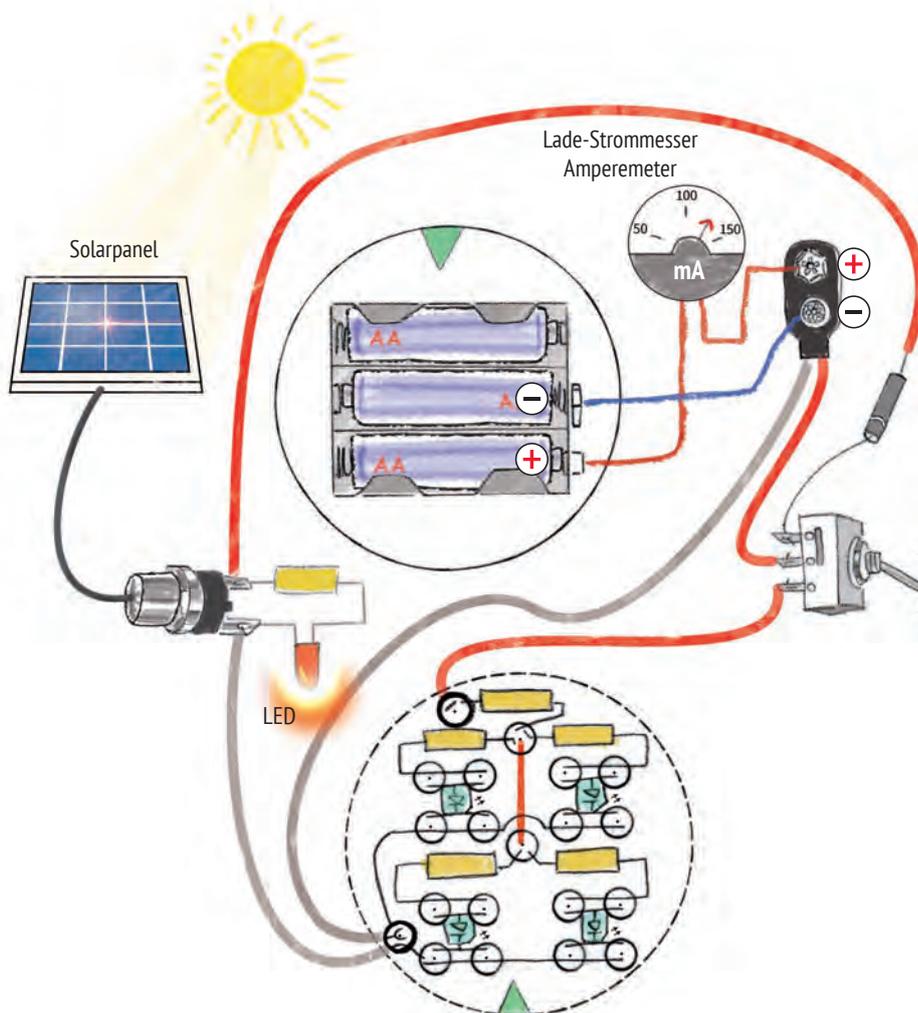
Die Hängeleuchte beinhaltet alle notwendigen Bauteile, außer dem Solarpanel. Sie ist wie alle anderen Varianten in der Lage, täglich während der Dunkelheit ein lesetaugliches Licht zur Verfügung zu stellen. Das Laden der Akkus erledigt dann tagsüber ein abseits aufstellbares Solarzellenpanel, das mit einer langen Zuleitung versehen an die Leuchte angeschlossen wird.



Schaltplan aller Lampenmodelle



Messung des Ladestroms



Damit eine dauerhafte Nutzung der Lampen möglich ist, ist es wichtig, die Akkus innerhalb ihrer Betriebsgrenzen vollständig aufzuladen. Nur wenn das Ladeverfahren über das Solarpanel kontinuierlich und ordnungsgemäß abläuft, wird die Leistungsfähigkeit der Akkus gehalten und ihre Lebensdauer voll ausgeschöpft. Ob der Vorgang des Aufladens funktioniert, lässt sich mit einer Ladestrommessung überprüfen. Die Akkus werden dazu in die Halterung geklemmt, die Lampe wird ausgeschaltet, das Solarpanel über die Solarladebuchse angeschlossen und zum Sonnenlicht ausgerichtet. Jetzt befindet sich der Schalter in der Aufladestellung und die rote Ladekontroll-LED leuchtet. Nun benötigen Sie ein Strommessgerät (Amperemeter). In der Skizze kann man sehen, zwischen welchen Stellen dieses geschaltet werden kann. Je nachdem, wie intensiv Licht (Tageslicht, Sonne, Glühlicht etc.) auf das Solarpanel trifft, können Sie bei der Messung zwischen 50 mA und 140 mA messen. Bei diesen Werten lässt sich davon ausgehen, dass die Akkus bei Ausnutzung der gesamten Helligkeit eines Tages eine ausreichende Wiederaufladung erhalten haben und einer langen Lampennutzung erst einmal nichts im Wege steht.

# Der Tontopf-Kühlschrank

Wenn man sich den Nachhaltigkeitsbegriff noch einmal vor Augen führt, stehen der „Vertrag zwischen den Generationen“, der zukünftigen Generationen dieselben Möglichkeiten auf ein erfülltes Leben sicherstellen soll wie uns, als auch die Chancengleichheit im Mittelpunkt. Chancengleichheit bezieht sich darauf, dass gleichzeitig zum Generationenvertrag die Chancen auf ein würdiges Leben für die heute lebenden Menschen auf der Erde fairer verteilt werden müssen.<sup>1</sup>

In vielen Ländern gibt es gar keine Stromnetze bzw. sehr schlecht ausgebaute, instabile Netze. Diesbezüglich ist die Versorgung mit elektrischer Energie nicht fair auf dieser Welt verteilt. Die fehlende bzw. schwankende Stromversorgung hat Auswirkungen auf das alltägliche Leben der Menschen. Vielen Bauern in Subsaharaländern fehlen bspw. elektrische Kühlsysteme, um Lebensmittel zu lagern. Deshalb müssen die Bauern ihre Ernten täglich am Markt verkaufen und können nur extrem eingeschränkt Vorräte anlegen. Mohammed Bah Abba, ein 36-Jahre alter nigerianischer Lehrer, erkannte die Notwendigkeit für Kühlvorrichtungen. Er erfand einen einfach zu benutzenden und billigen Kühlbehälter, einen Topf-in-Topf-Kühlschrank aus Tontöpfen, Sand und Wasser. Dabei verband er traditionelles afrikanisches Handwerk mit dem Prinzip der Kühlung durch Verdunstung von Wasser.

Ein kleinerer Tontopf wird in einen größeren Tontopf gestellt und der Leerraum zwischen den Töpfen mit nassem Sand gefüllt. Lebensmittel lassen sich im inneren Topf aufbewahren, der mit einem feuchten Tuch bedeckt werden muss. Die Feuchtigkeit des Sandes kann über die Außenwände des großen Topfs verdunsten. Damit Wasser verdunsten kann, muss es vom flüssigen in den gasförmigen Zustand wechseln. Dazu braucht es Energie, die in diesem Fall in Form von Wärme den Töpfen, dem Zwischenraum und den gelagerten Lebensmitteln entzogen wird und somit schließlich den Innenraum des kleineren Topfes kühlt.<sup>2</sup> Die Haltbarkeit der Lebensmittel wird dadurch erheblich verlängert.

Das Topf-im-Topf-System hat vor allem auf das Leben armer Bevölkerungsgruppen großen Einfluss, denen keine Stromanschlüsse zur Verfügung stehen, und die sich keine teuren Diesel- und Holzkohle-Generatoren leisten können. Dieses Kühlsystem ist einfach herzustellen und anzuwenden. Zudem ist es ressourcenschonend und umweltschützend. Bauern können bspw. Ernteerträge länger aufbewahren und müssen nicht täglich, egal zu welchem Preis verkaufen, sondern können bei Nachfrage bessere Preise erzielen. Bessere Lebensbedingungen haben wiederum Auswirkungen auf Lebensstandards und Abwanderungstendenzen aus ländlichen Gebieten in die Städte.

Auf Zusammenhänge wie diese hinzudeuten und hierfür zu sensibilisieren, ist Bestandteil von Bildung für nachhaltige Entwicklung. Ein Ziel dieser Publikation ist es, zur Einbindung dieses Bildungsbereiches in die eigene Arbeit anzuregen und die große Interdisziplinarität erkennbar zu machen. Mit dem Bau eines Tontopf-Kühlschranks können rein energetische Umwandlungsprozesse ebenso im Fokus stehen wie die Lebensbedingungen in Entwicklungsländern und die Verteilungsgerechtigkeit auf der Welt. Aus einer Idee lassen sich ganze Projekte und sensibilisierende Prozesse initiieren. Die Gestaltung dieser ist völlig frei wählbar und ganz individuell auf die Kinder abzustimmen, mit denen Sie arbeiten.



## Materialien:

- ein größerer, runder und unglasierter Ton- oder Terracottatopf
- ein kleinerer, runder und unglasierter Ton- oder Terracottatopf
- ausreichend Quarzsand
- ausreichend Wasser
- ein feuchtes Handtuch
- ein Trichter
- Gewebeklebeband
- ein großer tiefer Teller
- ein Thermometer



<sup>1</sup> vgl. <http://www.bne-portal.de/was-ist-bne/grundlagen/nachhaltigkeitsbegriff/> (abgerufen am 30.06.2014)

<sup>2</sup> vgl. Südwind Magazin 12 / 2000, S. 38, detail-wissen/innovationen



### Anleitung:

Der Standort des Kühltopfes muss warm, trocken und sogar etwas zugig und schattig sein. Ist ein passender Platz gefunden, kann es losgehen.



Bei hoher Luftfeuchtigkeit funktioniert die Verdunstung und damit die Innenraumkühlung des Topfes nicht. Das liegt daran, dass Wasser schon bei Raumtemperatur verdunstet, jedoch nur, wenn die Luft nicht bereits mit Wasserdampf gesättigt ist, was bei hoher Luftfeuchtigkeit aber der Fall ist.

Dem dynamischen Gleichgewicht zwischen Flüssigkeiten (Wasser) und Gasen (Wasserdampf) wird nicht entsprochen und eine kontinuierliche Verdunstung kann nicht einsetzen. Die Töpfe sollen auch nicht in der prallen Sonne stehen. Warum? Die Sonne liefert dann einen großen „Überschuss“ an Energie. Diesen Überschuss kann das Wasser im Sand schneller und einfacher aufnehmen als die Energie des Kühlgutes. Das nasse Tuch und der Sand würden schnell trocknen, ohne viel Energie vom Kühlgut aufgenommen zu haben und es somit abzukühlen.

Sollten in den Tontopfböden Löcher vorhanden sein, müssen diese zuerst abgedichtet werden. Dazu eignet sich das Gewebeklebeband. Die zwei Tontöpfe werden ineinander gestellt und sollten dabei einen ca. zwei Zentimeter breiten Zwischenraum bilden. Um den Abkühlvorgang im Innentopf zu beschleunigen, können beide Töpfe vorab angefeuchtet werden. Anschließend wird in den großen Topf ein dünnes Bett aus Sand soweit aufgeschüttet, bis beim Hineinstellen des kleinen Topfs beide Topfränder etwa die gleiche Höhe haben. Der hohle Zwischenraum wird nun unter Zuhilfenahme des Trichters bis oben mit Sand gefüllt und dann gut mit Wasser getränkt. Der kleinere innere Topf kann jetzt mit Dingen befüllt werden, die gekühlt werden sollen. Zur Kontrolle der Temperatur können Sie ein Thermometer mit hineinlegen und damit überprüfen, ob und in wie weit die Temperatur im Topfinneren gesunken ist. Das feuchte Handtuch dient zum Abdecken des Kühltopfes. Es ist darauf zu achten, dass der Sand zwischen den Töpfen feucht bleibt. Dazu kann der tiefe Teller dienen, der mit einer kleinen Wasserpfütze unter dem großen Topf steht. Das Wasser wird dann automatisch nachgesogen und unterstützt die einfachere Handhabung des „Kühlschranks“. Sie sollten grundsätzlich auf den Untergrund des Topfes achten, da es durch die viele Feuchtigkeit auch leicht zu Schimmelbildung kommen kann.



# Tipps, Literatur, Links & Downloads

Um sich das Thema „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ im Allgemeinen sowie am konkreten Beispiel der Energie bestmöglich erschließen und unterschiedliche Aspekte thematisieren zu können, haben wir Ihnen nachfolgend einige interessante Internetseiten mit entsprechenden Links, nützliche Downloads sowie verschiedene Literaturvorschläge aufgelistet. Dort finden Sie Hintergrundinformationen zur „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ und „Energie“, Dokumentationen von spannenden Praxisbeispielen, Hinweise auf gedruckte Materialien, Fortbildungsangebote und aktuelle Veranstaltungshinweise. Wir hoffen, dass die Materialien Sie dabei unterstützen, über ganz verschiedene Zugangswege Bildung für eine nachhaltige Entwicklung zu gestalten oder sich auch Einzelthemen intensiver zu widmen.

### LINKS & DOWNLOADS

#### Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)

- [transfer-21.de](http://transfer-21.de)
- [bne-portal.de](http://bne-portal.de)
- [bmub.bund.de/themen/umweltinformation-bildung/bildungsservice/bildungsmaterialien/](http://bmub.bund.de/themen/umweltinformation-bildung/bildungsservice/bildungsmaterialien/)
- [mehr-wissen-mehr-tun.de](http://mehr-wissen-mehr-tun.de)

#### Globales Lernen

- [bildung-trifft-entwicklung.de/bte](http://bildung-trifft-entwicklung.de/bte)
- [bpb.de](http://bpb.de)
- [epo.de](http://epo.de)
- [globaleslernen.de](http://globaleslernen.de)
- [venro.org/globaleslernen.html](http://venro.org/globaleslernen.html)
- [bmz.de/de/was\\_wir\\_machen/wege/inlandsarbeit/globales\\_lernen/index.html](http://bmz.de/de/was_wir_machen/wege/inlandsarbeit/globales_lernen/index.html)
- [dbse.de/pdf/kinder-der-welt-broschuere.pdf](http://dbse.de/pdf/kinder-der-welt-broschuere.pdf)

#### Energie

- [bine.info](http://bine.info)
- [energieagentur.nrw.de](http://energieagentur.nrw.de)
- [energiesparclub.de/schule](http://energiesparclub.de/schule)
- [erneuerbare-energien.de/inhalt/](http://erneuerbare-energien.de/inhalt/)
- [eurosolar.org/](http://eurosolar.org/)
- [greenpeace.de/themen/energie/](http://greenpeace.de/themen/energie/)
- [inspire-project.eu/documents/index.html?dir=Education+material](http://inspire-project.eu/documents/index.html?dir=Education+material)
- [ufu.de](http://ufu.de)
- [kindernetz.de/infonetz/thema/energie-umwelt/-/id=60854/79fids/index.html](http://kindernetz.de/infonetz/thema/energie-umwelt/-/id=60854/79fids/index.html)
- [energie-experten.org/](http://energie-experten.org/)
- [unendlich-viel-energie.de/](http://unendlich-viel-energie.de/)
- [bildungsserver.hamburg.de/umwelterziehung-in-der-grundschule/themen/energie/](http://bildungsserver.hamburg.de/umwelterziehung-in-der-grundschule/themen/energie/)

#### Nachhaltig Wirtschaften

- [econsense.de](http://econsense.de)
- [utopia.de](http://utopia.de)
- [verbraucher.org](http://verbraucher.org)
- [nachhaltiger-warenkorb.de](http://nachhaltiger-warenkorb.de)
- [nachhaltig-einkaufen.de](http://nachhaltig-einkaufen.de)
- [footprint-deutschland.de](http://footprint-deutschland.de)

#### Nachhaltige Entwicklung

- [nachhaltigkeitsrat.de](http://nachhaltigkeitsrat.de)
- [nachhaltigkeit.info](http://nachhaltigkeit.info)
- [mut-zur-nachhaltigkeit.de](http://mut-zur-nachhaltigkeit.de)
- [wupperinst.org/de](http://wupperinst.org/de)
- [drehscheibe-nachhaltigkeit.de](http://drehscheibe-nachhaltigkeit.de)

### LITERATUR

#### Nachhaltigkeit & Bildung für nachhaltige Entwicklung

- De Haan, G. (2010), Bildung für nachhaltige Entwicklung: Ein neues Lern- und Handlungsfeld. In: Lernende Schule, Jg. 13, H. 50, S. 6-10
- Bormann, I. / De Haan, G. (Hrsg.) (2008): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde, Wiesbaden: VS Verlag
- Hellwig, M. / Hemker, R. (Hrsg.) (2006): Jahrbuch für Nachhaltigkeit 2007, Münster
- Fischer, A. (2009), Nachhaltigkeit und fachdidaktische Herausforderungen, In: Journal of Social Science Education, Volume 8, Number 3, S. 2ff.
- Rieckmann, M. (2011), Die globale Perspektive der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Berliner Wissenschaftsverlag
- Zeitbild Wissen (2010), Nachhaltigkeit – Beispiele aus der Praxis für den Unterricht. 52. Jahrgang
- Leal Filho, W. / Salomone M. (Ed.) (2006): Innovative approaches to Education for Sustainable Development. Frankfurt a.M.-Berlin-Bern
- Kyburz-Graber, R. (Hrsg.) (2006): Kompetenzen für die Zukunft. Nachhaltige Entwicklung konkret. Bern
- Künzli-David, Ch. (2007): Zukunft mitgestalten. Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – Didaktisches Konzept und Umsetzung in der Grundschule. Bern
- Mayer M. / Tschapka, J. (Ed.) (2008): Engaging youth in sustainable development. Learning and teaching sustainable development in Lower Secondary Schools. Council of Europe, Brüssel
- Posch P. (Hrsg.) (2006): 9 x Partizipation – Praxisbeispiele aus der Schule. Wien
- Aktion Saubere Landschaft/Deutsche UNESCO-Kommission (2003), Agenda21-Box., Lehrmittelverlag Hagemann, Düsseldorf (Primarstufe)
- BNE praktisch (2007), Nachhaltige Schülerfirmen. Heft 49. Hrsg.: Pädagogisches Zentrum Rheinland-Pfalz
- Zoller-Morf, E. (2010) Selber denken macht schlau: Philosophieren mit Kindern, Zytglogge Verlag

#### Energie

- Klimaschützer-Zertifikate für Lernende. Energie erleben in der Grundschule, Hamburg, 2008
- Handreichung Klima-Curriculum Sekundarstufe I – Berlin. Unterrichtsmaterialien, Methoden, Anregungen, Berlin, 2008
- Hennemann, L. (2013): Was ist was, Bd. 003: Energie. Was die Welt antreibt, Tessloff, Nürnberg
- Strottdrees, G. (2003): Was dreht sich da in Wind und Wasser?: Energie aus der Natur, Landwirtschaftsverlag Münster
- Pauli L. / Weber, K. (2010): Bill und Fabienne: Zwei Wasserratten und viel Wasserkraft, Verlag Atlantis, Orell Füssli

Da es eine riesige Auswahl an verschiedensten Materialien und Medien zu den Themen „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ und „Energie“ gibt, erhebt diese Sammlung keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Angaben wurden sorgfältig nach dem derzeitigen Stand (Januar 2015) zusammengestellt. Dennoch ist es nicht möglich, speziell für die Links und Downloads, absolute Gewähr für die Aktualität zu übernehmen.



## SCHLUSSGEDANKE:

Bei der Auseinandersetzung mit neuen Inhalten geht es manchmal einzig darum, Ideen nachzugehen, den Mut zu haben, „Altes“ neu zu denken, sich einzulassen oder „Neues“ aufzuspüren. Das kann sowohl das Thema als auch die Frage nach den Zielen oder die Wahl der Methoden einschließen. Sich dennoch zu trauen, neue Wege zu gehen, verlangt Zuversicht.

Wir halten es für eine lohnenswerte Aufgabe, sich dafür einzusetzen, die eigene Arbeit und Institution „nachhaltiger“ zu gestalten, selbst ein Teil eines immer größer werdenden nachhaltigen Netzwerkes zu werden und somit den Weg zu ebnen, dass sich möglichst viele Kinder in dieses Netzwerk einreihen können.

# IMPRESSUM

## Herausgeber

Technische Jugendfreizeit- und Bildungsgesellschaft (tjfbg) gGmbH  
IBM Deutschland GmbH

## Kontakt

KON TE XIS  
c/o Technische Jugendfreizeit- und Bildungsgesellschaft (tjfbg) gGmbH  
Wilhelmstraße 52  
10117 Berlin  
Telefon (030) 97 99 13 - 184/ -186 / -215  
info@kontexis.de  
www.kontexis.de / www.tjfbg.de  
Geschäftsführer: Thomas Hänsgen  
Amtsgericht Berlin-Charlottenburg HRB 121600 B

IBM Deutschland GmbH  
Corporate Citizenship & Corporate Affairs  
IBM Allee 1  
71139 Ehningen  
Telefon 0160 90 69 61 13  
www.ibm.com/de  
kusterer@de.ibm.com

## Redaktion

Sandy Beez, Harald Weis, Peter Kusterer

## Layout / Illustrationen / Fotos

Sascha Bauer, Harald Weis

Druck  
LASERLINE

Stand  
März 2015

Das Copyright liegt bei den Herausgebern. Reproduktion und Veröffentlichungen von Inhalten dieser Publikation in jeglicher Hinsicht bedürfen der Genehmigung der Herausgeber. Hinsichtlich der Auswahl von Dienstleistungen und Produkten von Drittanbietern sowie für Verweise auf Informationen Dritter übernehmen tjfbg gGmbH und IBM Deutschland GmbH keine Haftung. Alle Rechte an verwendeten Marken und Begriffen liegen bei den jeweiligen Anbietern / Inhabern.

Für etwaige Schäden, die aufgrund von Hinweisen auf Drittanbieter sowie durch die Nutzung von Hard- und Software entstehen können, haften tjfbg gGmbH und IBM Deutschland GmbH nicht.

