

# „Wolkenkratzer“ der Natur

## Getreidehalme untersuchen, mit Funktürmen vergleichen und Einblicke in die Bionik gewinnen

Was haben Getreidehalme mit technischen Bauwerken, z. B. Funktürmen, zu tun? Nichts, könnte man spontan meinen. Aber weit gefehlt.

Getreide- und andere Pflanzenhalme sind gute Beispiele dafür, wie sich Ingenieure und Techniker von der Natur das „Know-how“ abschauen und für technische Entwicklungen nutzen. Im Beitrag wird gezeigt, wie Kinder dies im Sachunterricht mit Hilfe von Experimenten und selbst gebauten Modellen nachvollziehen können.

### Ziele und Perspektiven des Unterrichts

Das hier vorgestellte Unterrichtsvorhaben hat zum Ziel, dass die Kinder die Arbeits- und Erkenntnisweise der Bionik an Beispielen kennenlernen. Dies geschieht im Sachunterricht konkret, indem sie am Bau von Getreidehalmen die Wechselwirkungen zwischen Funktion, Form und Struktur nachvollziehen – durch entdeckendes, forschendes und erfahrungsgeleitetes Lernen. Die Kinder untersuchen Getreidehalme, bauen Papiermodelle und erproben deren Stabilität und Belastbarkeit. Dadurch erlangen sie grundlegende Einsichten in Konstruktionsprinzipien und deren Analogien in Natur und Technik.

In der hier vorgestellten Unterrichtsidee wird die Arbeits- und Erkenntnisweise der Bionik nach dem *Bottom-Up-Prinzip* thematisiert (s. **Wissen kompakt**, S. 30). Im Zentrum des Unterrichts stehen die *technische* und die *naturwissenschaftliche Perspektive des Sachunterrichts*: Die technische Perspektive befasst sich u. a. mit Konstruktionsprinzipien von Bauwerken sowie deren elementaren statischen Voraussetzungen; die naturwissenschaftliche Perspektive bietet Verfahren und Erkenntnisweisen an, mit denen die ihnen zugrunde liegenden biologischen Gegebenheiten untersucht und interpretiert werden können.

Die Grundlage zur Nutzung eines Bauwerkes bilden vor allem seine Sta-

bilität und seine Standfestigkeit. Die organische Natur bietet hierzu zahlreiche Analogien. Besonders geeignet erscheint die hinsichtlich Stabilität und Materialverbrauch bemerkenswerte Biostatik von Getreidehalmen. An ihnen wird zudem die Bedeutsamkeit des möglichst ökonomischen Verhältnisses von Energie- und Baustoffaufwand einerseits und Belastbarkeit andererseits deutlich, da Halme mit minimalem Stoffaufwand eine maximale Biegesteifigkeit erreichen.

### Einstieg

Als Einstieg bieten sich zwei Möglichkeiten an, die auch kombiniert werden können. Im ersten Fall wird die Abbildung zur Bionik auf der *Folie* (s. **Materialpaket**) eingesetzt, um das Vorwissen der Kinder zu aktivieren. Im Gesprächskreis werden verschiedene Gebiete der „Nachahmung“ besprochen, durch Ideen und Beispiele der Kinder veranschaulicht und ggf. erweitert. Die Kinder können (als ergänzende Hausaufgabe) geeignete Bilder aus dem Internet und „bionische“ Gegenstände von zu Hause mitbringen, die im Gespräch den Darstellungen auf der Folie zugeordnet werden. Aus den Fotos ließe sich auch ein Bionik-Memory® herstellen.<sup>2</sup>

Im zweiten Fall werden Türme und deren historische und technische Besonderheiten zum Ausgangspunkt des Unterrichts genommen.

### Türme und Getreidehalme vergleichen

Michael Gebauer

Türme faszinieren Erwachsene wie Kinder offenbar schon immer. Zu Beginn können Abbildungen und Daten der höchsten Funktürme Deutschlands präsentiert werden (s. **Wissen kompakt**, S. 31). Dies initiiert ein Unterrichtsgespräch, in dem die Kinder Erfahrungen, Wissen und Fragen hinsichtlich des Themas äußern.

### AUF EINEN BLICK

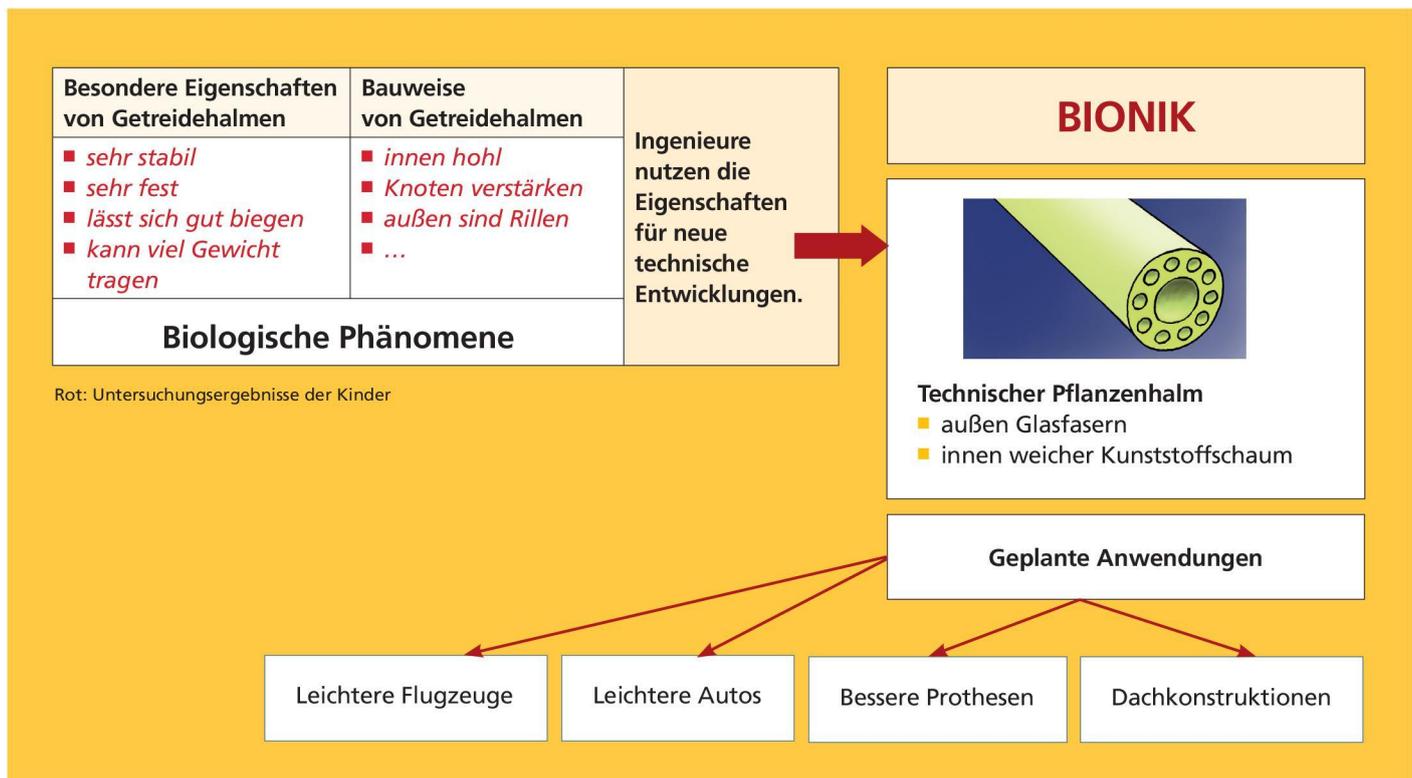
#### Klassenstufe 3–4

#### Unterrichtsbausteine:

- ▶ Vorkenntnisse zum Thema „Lernen aus der Natur“ aktivieren
- ▶ Türme und Halme vergleichen und Halmmodelle herstellen
- ▶ Getreidehalme untersuchen, Experimente damit durchführen

#### Material:

- ▶ Arbeitsblätter S. 32 und S. 33
- ▶ Folie „Bionik“ 
- ▶ Getreidehalme<sup>1</sup>, Bambus und Schilfrohr
- ▶ Materialien zur Untersuchung von Getreidehalmen und für den Bau von Modellen (s. Hinweise im Text)



**Abb. 1:** Tafelbild zur Verdeutlichung der Arbeitsweise der Bionik, das schrittweise gemeinsam mit den Kindern entwickelt wird

In dessen Verlauf werden außerdem einige möglichst lange Gras- und Getreidehalme (z. B. *Bambus*, *Schilf*, dazu *Mais* und/oder *Roggen*) präsentiert, Türme und Halme werden verglichen. Der Vergleich des Verhältnisses insbesondere von *Querschnitt* und *Höhe* der Funktürme und einiger hochwüchsiger Gräser (s. **Tabelle in Wissen kompakt**, S. 31) macht deutlich, dass biologische Bauprinzipien denen des Menschen in Technik und Architektur weitaus überlegen sind. Die zumeist runden Funktürme erreichen im Höchstfall das etwa Zwanzigfache ihres Durchmessers an der Basis, Getreidehalme hingegen mehr als das 300-fache. Dies lässt sich anhand der Daten der Tabelle gut errechnen.

### Wie arbeiten Bioniker?

Nun wird dazu angeregt, selbst als Bionikerin oder Bioniker tätig zu werden. Aufgabe ist es, durch Erforschen, Experimentieren, Bauen und Konstruieren die Gründe für die besondere Stabilität von Getreidehalmen herauszufinden. Zur Klärung dieser Frage kann als Tafelbild ein Schema dienen, das den Arbeits- und Erkenntnisprozess der *Bottom-Up-Bionik* verdeutlicht (**Abb. 1**). Dieses Tafelbild wird schrittweise gemeinsam mit den Kindern entwickelt. Zunächst werden die bereits genannten besonderen

Eigenschaften von Getreidehalmen stichwortartig zusammengefasst und in das Tafelbild eingetragen.

Im Hinblick auf die nächste Unterrichtsphase ist es sinnvoll, gemeinsam zu überlegen, welche Verfahren und Methoden Bionikerinnen und Bioniker anwenden, um Erkenntnisse zu gewinnen.

### Getreidehalme: Vorbild für Bioniker

Nachdem sich die Kinder zur Arbeits- und Erkenntnisweise von Bionikern verständigt haben, wird dazu angeregt, in Arbeitsgruppen mit geeigneten Verfahren und Hilfsmitteln Getreidehalme genauer zu untersuchen (s. **Kasten S. 29**). Einige bedeutsame Eigenschaften der Halme (z. B. Knoten, Rillen, Blattscheiden, Verjüngung nach oben) sind – ggf. mit Hilfsmitteln wie Lupe und Binokular – äußerlich sichtbar, andere (u. a. Gewebestruktur: steif bzw. biegsam, Elastizität durch Wassergehalt der Zellen) werden im Auswertungsgespräch durch Impulse der Lehrkraft erschlossen und im Tafelbild in das Feld „Bauweise von Getreidehalmen“ stichwortartig eingetragen.

Anschließend experimentieren die Kinder mit trockenen und frischen Getreidehalmen (**Material S. 32**) sowie einfachen Papiermodellen, um deren Stabilität und Belastbarkeit genauer

zu untersuchen und zu vergleichen. Die Ergebnisse werden in einem Forscherbuch festgehalten, anschließend vorgestellt, besprochen und ggf. an der Tafel zusammengefasst.

Nun wird der Text zum „Technischen Pflanzenhalm“ gelesen (s. **Kasten S. 30**). Er stellt ein konkretes Beispiel der *Bottom-Up-Bionik* dar und macht deutlich, welche Schritte notwendig sind, um das hier thematisierte Prinzip der Natur für den Menschen nutzbar zu machen. Diese Fragen können helfen, den Text zu erschließen:

1. Welche besonderen Eigenschaften haben die Halme von Bambus, Schilf und einigen Getreidearten?
2. Warum sind diese Eigenschaften für Techniker und Ingenieure so interessant?
3. Was fanden Biologen bei der Untersuchung der Halme heraus?
4. Woraus besteht der „Technische Pflanzenhalm“ und welche Eigenschaften hat er?
5. Wofür soll der „Technische Pflanzenhalm“ verwendet werden?
6. Warum zeigt dieses Beispiel, wie der Mensch erfolgreich am Vorbild der Natur lernen kann?

Das Tafelbild wird entsprechend ergänzt.

Unter der Fragestellung „Was macht den Halm so stabil?“ werden nun Vermutungen über den Zusammenhang von Funktion, Form und

Struktur angestellt. An dieser Stelle kann das **Material S. 33** eingesetzt und besprochen werden, um Analogien der Bau- und Konstruktionsprinzipien von Halm und Turm zu erarbeiten. Wird jedoch mehr Wert auf die selbsttätige Erkenntnisgewinnung der Kinder durch Bauen und Erproben gelegt, dann empfiehlt es sich, dieses Material erst am Ende der Unterrichtseinheit einzusetzen.

### Wer baut den höchsten und stabilsten Halm?

Im Anschluss an die eingehende Untersuchung und Diskussion der Merkmale von Getreidehalmen sowie deren Bedeutung für die Stabilität wird dazu angeregt, in Gruppenarbeit ein turmartiges Gebilde zu bauen, das an der Spitze ein möglichst großes Gewicht (die Ähre) tragen kann, ohne umzuknicken. Der *Arbeitsauftrag* lautet:

1. Baut in einer kleinen Gruppe ein Getreidehalmmodell – so hoch und stabil wie möglich.
2. Vergleicht zum Schluss alle Ergebnisse: Welche Gruppe hat das höchste und stabilste Modell gebaut? Wie lässt sich die Stabilität noch verbessern?

Als *Hinweise* können die Kinder erhalten:

- ▶ beim Konstruieren beachten, wie echte Getreidehalme aussehen;
- ▶ für die „Ähre“ auf dem Halm z. B. eine Klopapierrolle und Büroklammern, für die „Körner“ Knete verwenden;
- ▶ die Idee für das Getreidemodell vor dem Bauen aufzeichnen;
- ▶ eine Liste der nötigen Materialien anlegen;
- ▶ überlegen, wie man die Stabilität überprüfen und vergleichen kann.

Diese Phase sollte weitestgehend un gelenkt und offen gestaltet werden, sodass die Kinder die Möglichkeit haben, eigene Lern- und Erkenntniswege zu gehen. Zum Schluss werden die Ergebnisse präsentiert, die Bauweise der Modelle wird erläutert und im Hinblick auf die Stabilität bewertet. ■

#### Anmerkungen

1 Für den Unterricht werden Getreidehalme, möglichst mit Wurzel und Ähre (z. B. von Weizen

## Getreidehalme untersuchen und erforschen

### Benötigte Materialien und Geräte:

Getreidehalme, Obstmesser, Schneidebrettchen, Lineale, Lupen, Papier, Stifte

### Vorgehen:

1. Einen Halm auf das Brettchen legen und ihn ganz genau mit der Lupe betrachten (Welche Besonderheiten fallen auf?), alles aufschreiben und eine Skizze machen, in die die Merkmale eingezeichnet werden, evtl. dafür eigene Namen erfinden
2. Den Halm messen (Wie lang und wie dick ist der Halm? Ist er überall gleich dick?)
3. Den Halm auch innen untersuchen, beschreiben und zeichnen, was es zu entdecken gibt, dazu den Halm an verschiedenen Stellen zerschneiden
4. Die Entdeckungen in der Gruppe besprechen



Fotos (3): Doro Siermantowski

oder Roggen), benötigt. Es empfiehlt sich, frische Halme zu verwenden oder getrocknete zuvor etwa 24 Stunden in Wasser zu stellen, da sie in trockenem Zustand zu spröde sind und beim Schneiden zerbrechen.

2 Mit diesem Spiel können die Kinder anhand der Bildzuordnungen Analogien von Natur und Technik selbst erarbeiten und anschließend zur Festigung spielerisch zuordnen und erkennen (**Beispiele s. Folie im Materialpaket**).

#### Literatur

Bappert, Reiner et al. (2003): Bionik. Zukunfts-Technik lernt von der Natur. Katalog zur Wanderausstellung des Landesmuseums für Technik und Arbeit in Mannheim. Mannheim: Landesmuseum für Technik und Arbeit

Belzer, Sigrid (2010): Die genialsten Erfindungen der Natur: Bionik für Kinder. Frankfurt am Main: S. Fischer Verlag

Blüchel, Kurt G./Fredmund Malik (2006): Faszination Bionik. Die Intelligenz der Schöpfung. München: Mcb Verlag  
Brück, Jürgen/Birgit Kuhn (2008): Bionik. Der Natur abgeschaut. Köln: Naumann & Göbel  
Nachtigall, Werner/Kurt G. Blüchel (2000): Das große Buch der Bionik. Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur. Stuttgart/München: Deutsche Verlags-Anstalt

Nachtigall, Werner (2002<sup>2</sup>): Bionik – Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Berlin: Springer Verlag  
Nachtigall, Werner (2007): Natur macht erfinderisch. Das Ravensburger Buch der Bionik. Ravensburg: Ravensburger Buchverlag  
Rüter, Martina (2009): Projektmappe Biologie: Bionik. Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr

## MATERIAL

## Der „Technische Pflanzenhalm“

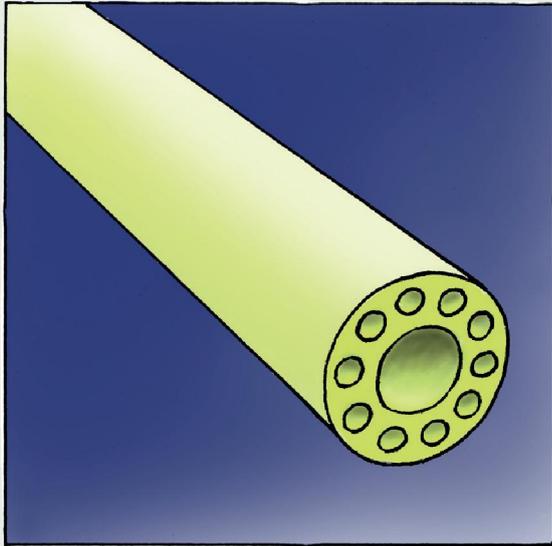


Illustration: Dietmar Griese

Biologen und Ingenieure haben gemeinsam nach dem Vorbild der Natur einen „Technischen Pflanzenhalm“ entwickelt

Viele Pflanzenhalme, besonders die von Gräsern wie Bambus, Schilf und einigen Getreidearten, erreichen eine erstaunliche Höhe und Festigkeit im Verhältnis zum geringen Durchmesser der Halme. Außerdem tragen sie oft an der Spitze noch das Gewicht der Blüten und später der Samen. So hohe und stabile Türme können Techniker und Ingenieure bisher nicht bauen. Doch sie möchten vom Vorbild der Natur lernen.

Biologen führten deshalb Experimente durch. Sie untersuchten die Halme mit der Lupe und mit dem Mikroskop ganz genau. Dabei stellten sie fest, dass die Halme durch ihre Bauweise besonders stabil und trotzdem biegsam sind. Außerdem können sie ein großes Gewicht wie die reife Ähre tragen.

Für Techniker und Ingenieure stellt der Pflanzenhalm eine hohle Leichtbaukonstruktion dar, die aus steifen und aus elastischen (weichen und formbaren) Materialien besteht. Diese besonderen Eigenschaften erreicht der Halm mit weniger Material, als wenn er innen gefüllt wäre.

Biologen und Ingenieure haben gemeinsam nach dem Vorbild der Natur einen „Technischen Pflanzenhalm“ entwickelt. Der künstliche Halm besteht aus Glasfasern, die von geschäumtem Kunststoff umhüllt sind. Er ist sehr stabil und dabei biegsam, aber auch belastbar. Wegen der innen hohlen Konstruktion sind weniger Rohstoffe nötig. Das schont die Umwelt und kostet weniger.

Der „Technische Pflanzenhalm“ soll in der Zukunft überall dort verwendet werden, wo seine Eigenschaften nützlich sind: im Flugzeug-, Auto- und Fahrradbau, bei Sportgeräten und medizinischen Hilfsmitteln.

## \*\*\* WISSEN KOMPAKT \*\*\*

**Bionik = Biologie und Technik**

Der Begriff *Bionik* wurde 1958 von J. E. Steele geprägt. Er sollte das „Lernen aus der Natur für die Technik“ verdeutlichen. Bionik beschäftigt sich demnach mit der Entschlüsselung von Strukturen und Mechanismen der belebten Natur und ihrer Nutzanwendung in der Technik. Bionik ist eine interdisziplinäre Wissenschaft, in der vor allem Biologen, Physiker und Ingenieure zusammenarbeiten.

Wenngleich diese Wissenschaft recht neu ist, bezeichnet sie doch nur eine seit Jahrhunderten angewandte Erkenntnis- und Verfahrensweise. Schon *Leonardo da Vinci* entwarf um 1500 Flugapparate nach dem Vorbild von Vogelschwingen und Samen des Ahornbaums. Bis sich jedoch der erste Mensch mit flügelähnlichen Konstruktionen in die Luft erhob, sollte es noch rund 400 Jahre dauern. Da Vincis Ideen beruhten auf der bloßen Nachahmung analoger natürlicher Phänomene, ohne die zu jener Zeit ohnehin noch unbekannt, jedoch fundamentalen physikalischen Gesetzmäßigkeiten zu berücksichtigen (vgl. Nachtigall 2007, WWF 1991).

**Top Down und Bottom up:  
Zwei Erkenntniswege der Bionik**

Bioniker stehen vor der Herausforderung, erst einmal zu entschlüsseln, welche Naturgesetze einer erfolgreichen Konstruktion zugrunde liegen. Dabei beschreiten sie zwei unterschiedliche Wege.

Dem einen liegt das sogenannte *Top-Down-Prinzip* zugrunde: Es liegt ein technisches Problem vor und man sucht gezielt in der Natur nach Vorbildern zur Lösung dieses Problems. Ein Beispiel hierfür ist die bionische Verbesserung von Autoreifen. Es sollte ein Reifen entwickelt werden, der im Fahrverhalten schnell und wendig ist, also *wenig* Reibung erzeugt, und zugleich beim Bremsen gut haftet, also *viel* Reibung erzeugt. Das biologische Vorbild fand sich bei der Katzenpfote, die beide Eigenschaften vereint: Die Pfoten sind schmal, wenn die Katze rennt, und verbreitern sich, wenn sie abbremst. Dieses Prinzip wurde auf die Autoreifen übertragen mit dem Erfolg, dass sich das Profil der nunmehr optimierten Reifen beim Bremsen verbreitert – dadurch wird der Bremsweg kürzer.

Der andere Weg ist das sogenannte *Bottom-Up-Prinzip*. Dieses geht von der Entdeckung bemerkenswerter biologischer Phänomene aus und sucht dann nach Möglichkeiten zu deren technischer Nutzanwendung. Ein Beispiel dafür ist der Lotuseffekt – das Phänomen selbstreinigender Oberflächen bei Pflanzen, deren Prinzip noppiger und mit Wachskristallen überzogener Oberflächenstrukturen inzwischen bei Wandanstrichen, Dachziegeln und Textilien Anwendung findet (vgl. Rüter 2009, Belzer 2010).

**Faszination: Türme**

Insbesondere seit dem Mittelalter gab es zunächst bei Sakralbauten das Bestreben, möglichst hoch zu bauen. Viele Jahrhunderte lang verwendete man hinsichtlich des Grundrisses unterschiedlich geformte Konstruktionen aus Natur- bzw. Ziegelstein. Deren Eigengewicht und das Problem der Windlast begrenzte jedoch die Bauhöhe, um die Standfestigkeit zu gewährleisten. Seit dem 19. Jahrhundert wurden zunehmend Tragwerkstrukturen aus Eisen verwendet. Ein besonders eindrucksvolles Beispiel ist der *Pariser Eiffelturm*, der zwischen 1887 und 1889 erbaut wurde und einschließlich Fernsehantenne 324 m hoch und 10000 t schwer ist (dies entspricht dem Gewicht von 10000 Kleinwagen, die hintereinander gestellt eine Schlange von 30 km Länge bilden würden). Der Bauweise von Getreidehalmen am ähnlichsten sind Funktürme, die einen (meist) runden, sich nach oben verjüngenden Schaft und eine der Ähre vergleichbare Aussichtsplattform aufweisen (Abb. 1 und 2).

### Getreidehalm und Fernsehturm

Die Halme von Gräsern und Fernsehtürmen haben viel gemeinsam: Die gespreizten Wurzeln verankern die Pflanze im Boden; sie entsprechen dem Fundament des Turmes. Der Halm ist – ebenso wie Masten und Türme – innen hohl und verjüngt sich zur Spitze hin. Er wird dadurch mit zunehmender Höhe immer biegsamer. Diese abgestufte Biegefähigkeit ermöglicht es, extreme Windbelastungen über das Wurzelsystem abzufangen. Seine Wände sind doppelwandig und bestehen aus zwei Arten von Zellgewebe: steifem, durch Einlagerung von Kieselsäure zusätzlich verstärktem Festigungsgewebe (Sklerenchym) und elastischem, schwammartigem Grundgewebe (Parenchym). Letzteres besteht überwiegend aus Wasser und sorgt zusätzlich für Elastizität. Türme und Masten neuerer Bauart sind aus Beton mit einer eingegossenen, oftmals spiralförmigen Bewehrung aus Eisen. Die Halme weisen in Abständen Knoten auf. Auf diese Weise können sie Druck und Biegung, die durch den Wind und die Last der Frucht- bzw. Samenstände zustande kommen, standhalten. Bei Türmen und Masten sind zum gleichen Zweck in Abständen innen Zwischendecken eingegossen. Die steifen Blattscheiden führen den biegsamen Halmfortsatz über den Knoten weiter. Dadurch umhüllen und stabilisieren sie ihn und übernehmen zusätzlich die Funktion der Wiederaufrichtung geknickter Halme. Dem entsprechen beim Turm innen horizontal umlaufende Ringanker (in den Beton eingegossene ringförmige Bauteile aus Eisen). Schließlich haben die Außenwände der Halme Rillen. Dadurch wird die belastbare Oberfläche vergrößert und ausgesteift, wie dies z. B. auch bei Wellpappe geschieht.

#### Literatur

Belzer, Sigrid (2010): Die genialsten Erfindungen der Natur: Bionik für Kinder. Frankfurt am Main: S. Fischer Verlag  
 Nachtigall, Werner (2007): Natur macht erfindersch. Das Ravensburger Buch der Bionik. Ravensburg: Ravensburger Buchverlag  
 Rüter, Martina (2009): Projektmappe Biologie: Bionik. Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr  
 WWF (1991): Bionik. Patente der Natur. München: Pro Futura Verlag

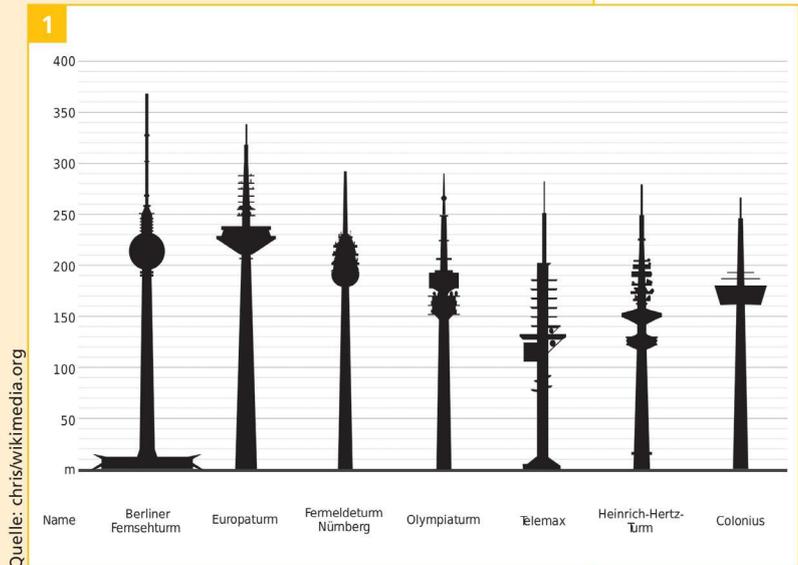


Abb. 1 und 2: Die höchsten Funk- und Fernsehtürme Deutschlands im Vergleich – der höchste steht in Berlin

Abb. 3 und 4: Höhen- und Dickenangaben ins Verhältnis gesetzt, zeigen, dass biologische Bauprinzipien denen des Menschen in Technik und Architektur überlegen sind

Türme und Masten	Höhe mit Antenne	Dicke der Basis	Standort
Fernsehturm	368 m	32 m	Berlin
Europaturm	337,5 m	20 m	Frankfurt
Fernsehturm	292,8 m		Nürnberg
Olympiaturm	291 m	16,5 m	München
Telemax	282 m	11 x 11 m	Hannover
Heinrich-Hertz-Turm	279,2 m	41 m	Hamburg

Halme von Gräsern	Höhe	Dicke	Vorkommen
Bambus	bis 35 m	bis 35 cm	China, Thailand u.a.
Mais	bis 5 m	bis 8 cm	Amerika, Europa u.a.
Sorghumhirse	bis 5 m		USA, Mexiko, Nigeria, Sudan u.a.
Schilf	bis 4,5 m	bis 2 cm	weltweit
Roggen	bis 1,80 m	bis 0,5 cm	Mittel- und Osteuropa
Gerste	bis 1,20 m	bis 0,4 cm	Europa, Kanada, USA u.a.
Weizen	bis 1 m	bis 0,4 cm	Europa, China, USA u.a.

## Mit Getreidehalmen experimentieren

1. Lies die Geschichte „Die Eiche und das Getreide“.

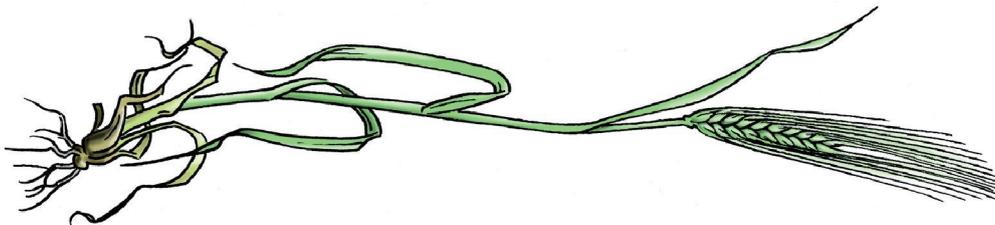
Sprecht darüber: Sind Getreidehalme wirklich so stark wie dort beschrieben?

### Die Eiche und das Getreide

Eine Eiche stand stolz und mächtig am Rande eines Feldes. Eines Tages fuhr ein furchtbarer Sturm über das Land. Er stürzte auch gegen die Eiche und kämpfte so lange mit ihr, bis er sie entwurzelt und umgeworfen hatte. So fiel die Eiche auf das Feld – mitten unter das Getreide, das hier wuchs.

„Ach“, seufzte sie, „wie kann das sein? Ihr, die ihr so dünn und schwach seid, bleibt unverletzt! Ihr konntet dem Sturm widerstehen, während ich Starke, Kräftige durch ihn sterben muss?“

„Wir haben es wohl gesehen: Du warst widerspenstig. Du lehntest dich auf gegen den, der stärker war als du“, war die Antwort. „Wir aber bogen und beugten uns bei jedem Hauche, wie der Sturm es wollte, sodass er mit uns spielte und uns kein Leid antat.“



2. Überlegt euch Experimente.

- a) Kann man einen Getreidehalm mit den Händen „durchbrechen“? Probiert es aus. Beobachtet genau, wo der Halm bricht, knickt oder reißt.
- b) Wann bricht ein Halm durch, wenn man ihn durchbiegt? Ihr könnt z. B. die Enden des Halmes festhalten und unterschiedliche Gewichte oder mit Sand gefüllte Beutel in die Mitte legen.
- c) Wie viel Kraft benötigt man, bis ein Halm zerreißt? Ihr könnt ihn zum Beispiel ziehen, etwas daran hängen oder was euch noch einfällt tun. Fertigt eine Tabelle an, in die ihr eintragt, wie viel Gewicht ihr an den Halm hängen könnt.
- d) Experimentiert mit trockenen und frischen Getreidehalmen. Gibt es Unterschiede? Wenn ja: Woran könnte das liegen?
- e) Baut aus Papier durch Falten, Rollen und Kleben eigene Halmmodelle. Wie muss der Halm gebaut sein, damit er möglichst viel Gewicht aushält? Führt die gleichen oder selbst ausgedachte Versuche durch, um das herauszufinden.

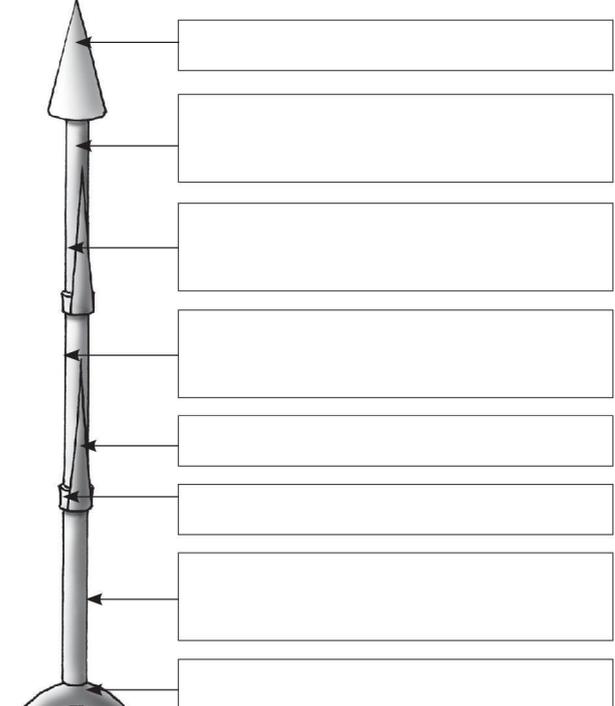
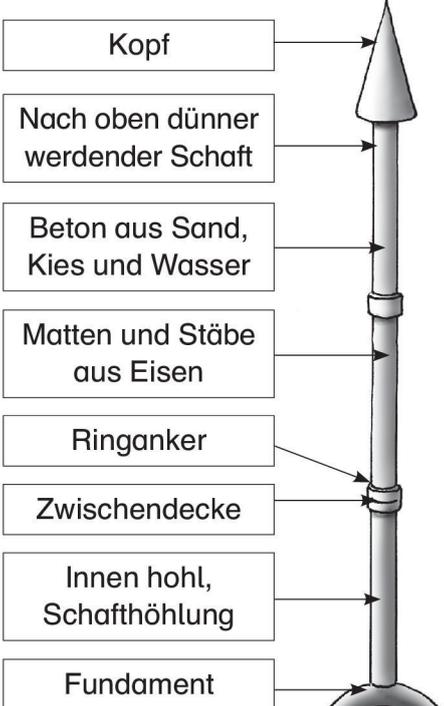
**TIPPS:** Schreibt alle Versuche und Ergebnisse in ein Forscherheft. Macht zu den Versuchen auch Zeichnungen.

## Was haben Getreidehalme und Türme gemeinsam?

1. Schau dir die beiden Bilder genau an.  
Was haben sie gemeinsam?



2. Tausche dich mit deinem Nachbarn aus:  
Welche Teile des Turms sind mit welchen Teilen eines Getreidehalmes vergleichbar?

	
<b>Halm</b>	<b>Turm</b>

3. Fülle die leeren Kästchen auf der linken Seite aus.  
Du kannst diese Wörter benutzen: **Knoten – Gewebe ist elastisch – Wurzel – Blattscheide – Gewebe ist steif – Hohlröhre – Halm wird dünner – Ähre**