



Bionik

BAND 122



Inhalt

Bionik im Alltag

Vorbild Natur

| | |
|---|---|
| Was ist Bionik? | 4 |
| Seit wann gibt es Bioniker? | 6 |
| Was ist eine Analogie? | 6 |
| Welche Lebewesen sind als Vorbilder geeignet? | 7 |
| Was ist „Technische Biologie“? | 8 |

Oberflächeneffekte – Trickkiste der Natur

| | |
|---|----|
| Können sich Pflanzen selbst reinigen? | 10 |
| Gibt es Selbstreinigung nur bei der Lotuspflanze? | 10 |
| Wer entdeckte die Selbstreinigung? | 11 |
| Wie funktioniert die Selbstreinigung? | 12 |
| Was ist der Lotus-Effekt®? | 13 |
| Warum muss man immer noch putzen? | 14 |

Oberflächenspannung

| | |
|--|----|
| Warum können manche Tiere an der Decke laufen? | 14 |
| Was kann der Mensch vom Gecko lernen? | 15 |

Fliegen wie die Vögel

| | |
|-------------------------------------|----|
| Wer war der erste fliegende Mensch? | 17 |
| Wer war Otto Lilienthal? | 18 |

Der Bernoulli-Effekt

| | |
|-----------------------------------|----|
| Wie funktioniert das Fliegen? | 18 |
| Wann erzeugt ein Flügel Auftrieb? | 19 |

Unterwasserflieger

| | |
|---|----|
| Wie fliegt ein Vogel? | 20 |
| Warum schlagen Flugzeuge nicht mit den Flügeln? | 21 |

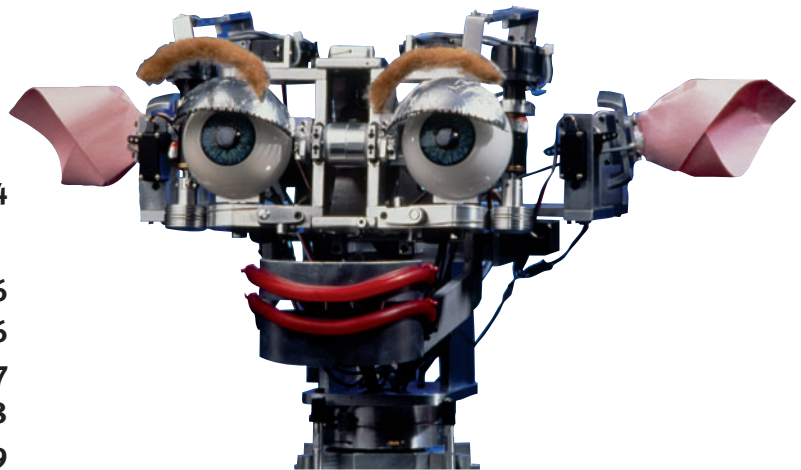
Von Randwirbeln und Schlaufenpropellern

Was können Flugzeugbauer von den Vögeln lernen?

Experimente

Leichtbau – was Ingenieure von Bäumen und Knochen lernen können

| | |
|----------------------|----|
| Wie wächst ein Baum? | 22 |
| | 23 |
| | 24 |



Spannungen

| | |
|---|----|
| Was ist das „Gesetz der konstanten Spannung“? | 27 |
| Wie passen sich Knochen Belastungen an? | 27 |
| Kann man Maschinenbauteile wachsen lassen? | 28 |
| Was ist die „Soft Kill Option“? | 29 |
| Wo findet man Anwendungen? | 30 |
| Was ist das Geheimnis des Perlboots? | 31 |
| Was sind Verbundmaterialien? | 32 |
| Welche Verbundmaterialien gibt es in Natur und Technik? | 33 |
| Kann sich Kunststoff selbst reparieren? | 34 |

Schnelle Schwimmer – die Tricks von Haien, Delfinen und Pinguinen

| | |
|--|----|
| Warum haben Haie eine raue Haut? | 36 |
| Strömungswiderstand | 36 |
| Kann man die Haihaut nachbauen? | 37 |
| Warum können Delfine so schnell schwimmen? | 38 |

Sinnesorgane

| | |
|--|----|
| Was ist ein Sinnesorgan? | 39 |
| Warum sieht die Welt für Tiere anders aus? | 40 |
| Kann man die Sinne der Tiere nachahmen? | 41 |

Wie Roboter das Laufen lernen

| | |
|--|----|
| Wie laufen Tiere? | 42 |
| Wie laufen Roboter? | 43 |
| Warum bewegen sich Roboter so eckig? | 44 |
| Sind Roboter eine Gefahr für Menschen? | 45 |

Bionische Roboter

| | |
|----------------------------|----|
| Die Karlsruher Hand | 46 |
|----------------------------|----|

| | |
|--------------|----|
| Index | 48 |
|--------------|----|

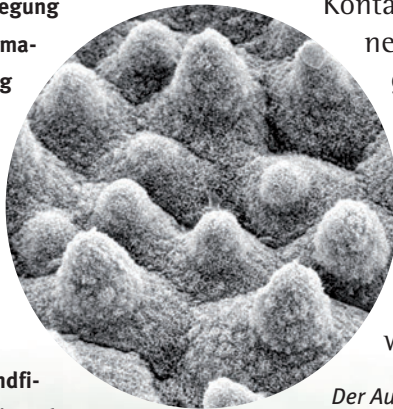




Sandfisch

SANDFISCHE

Dem Berliner Professor Ingo Rechenberg fiel in der Wüste Sahara ein ungewöhnliches Tier auf, der Sandfisch. Anders als der Name sagt, ist der Sandfisch kein Fisch, sondern eine Art Eidechse. Bei Gefahr oder großer Hitze verschwindet er im Sand. Bewegung im Sand erzeugt normalerweise viel Reibung und eine Metalloberfläche etwa wäre nach kurzer Zeit abgenutzt und stumpf. Prof. Rechenberg stellte fest, dass der Sand auf der Haut des Sandfisches leichter abgleitet als auf jeder glatten technischen Oberfläche. Daher kann er sich sehr leicht durch den Sand bewegen. Der Aufbau seiner Haut könnte zum Vorbild für Beschichtungen von Rohren werden, in denen Pulver oder Getreidekörner transportiert werden.



Der Aufbau der Lotusoberfläche im Rasterelektronenmikroskop: Sie besteht aus Noppen, die von weißlichen Wackskristallen überzogen sind.

polster. Schmutzteilchen, die auf die Oberfläche geraten, liegen ebenfalls auf den Noppenspitzen.

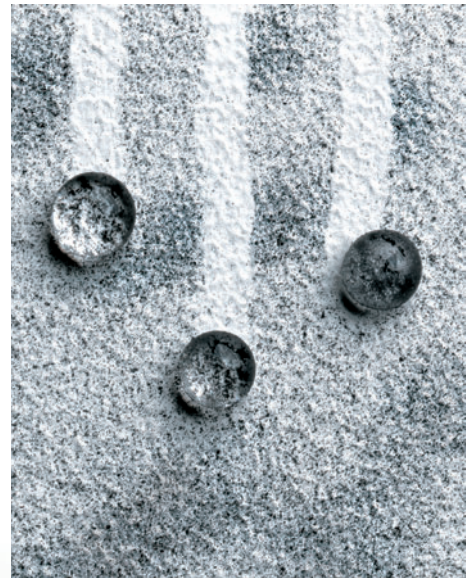
Oberflächen, die sich sehr nahekommen, ziehen sich gegenseitig an. Je näher sich die Oberflächen sind und je größer die Fläche ist, an der sie sich berühren, desto fester „kleben“ sie aneinander. Die Fläche, mit der Schmutzteilchen auf einer selbstreinigenden Oberfläche aufliegen, ist jedoch durch die Noppen sehr klein. Dadurch haften die Teilchen nur sehr schwach an der Oberfläche. Kommen sie hingegen mit einem Wassertropfen in Berührung, so haben sie mit diesem eine große

Kontaktfläche und eine entsprechend große Haftung. Deshalb können sie vom Wassertropfen leicht aufgenommen und abtransportiert werden.

Selbstreinigende Oberflächen sind für uns Menschen sehr interessant. So könnten Autos oder Fahrräder einfach durch den Regen sauber werden. Zum Reinigen von Kleidung, Geschirr oder Wänden wäre nur Wasser nötig, Reinigungsmittel wären überflüssig. Jedoch war der Weg von der Entdeckung der Selbstreinigung zu den ersten Produkten sehr lang und schwierig. Da

Was ist der Lotus-Effekt®?

der Effekt der Wissenschaft völlig unbekannt war, stießen Prof. Barthlott's Forschungen auf Widerspruch. Schließlich gelang es ihm und seinem Mitarbeiter Christoph Neinhuis, eine künstliche selbstreinigende Oberfläche herzustellen. Solche technischen selbstreinigenden Oberflächen nach dem Vorbild der Lotuspflanze werden durch die Marke Lotus-Effekt® gekennzeichnet. Erst nach vielen Jahren gab es das erste Produkt mit Lotus-Effekt® zu kaufen, die Fassadenfarbe Lotusan®.

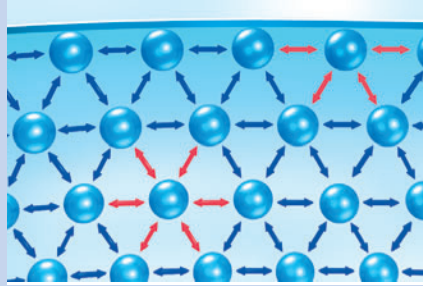


Die Fassadenfarbe Lotusan® besitzt den Lotus-Effekt®. Wie auf dem Lotusblatt wird der Schmutz von den Wassertropfen einfach mitgenommen.

In der Bionik baut man die Natur nicht nach, sondern überträgt ein Prinzip. Damit die Farbe selbstreinigend ist, muss sie also wasserabstoßend sein und eine unregelmäßige Oberfläche besitzen. Lotusan® besteht allerdings nicht aus Wachsen wie die Lotusblattoberfläche, sondern aus sogenannten Silikonharzen. Wenn die Farbe trocknet, bildet sie eine Oberfläche, die zwar eine ähnliche selbstreinigende Eigenschaft hat wie die Lotuspflanze, aber aus anderem Material aufgebaut ist.

OBERFLÄCHENSPIGUNG

Wenn man sich eine Wasserfläche genauer anschaut, erkennt man eine Art „Haut“ auf der Oberfläche. Der Grund für diese Haut ist die Oberflächenspannung des Wassers. Wasser besteht aus vielen kleinen



Wassermoleküle ziehen sich gegenseitig an.

gleichen sich die Kräfte aus. Am Rand des Tropfens treffen die Wassermoleküle auf die Luft. Die Moleküle können hier ihre Ärmchen nur zur Seite oder ins

Innere des Tropfens
Teilchen, die man Wassermoleküle nennt. Diese Moleküle ziehen sich gegenseitig an. Man kann sich das vorstellen, als hätten sie kleine Ärmchen, an denen sie sich festhalten. Im Inneren des Wassertropfens kommen von allen Seiten Ärmchen, deshalb

ausstrecken. So entsteht durch die vielen seitlichen Ärmchen eine dichte Hülle, die Wasseroberfläche. Da auf der gesamten Oberfläche Kräfte nach innen ziehen, wird ein Wassertropfen so klein wie möglich – er nimmt eine Kugelform an.



Bonner Forscher haben einen Honiglöffel mit Lotus-Effekt® hergestellt, an dem Honig abläuft, ohne kleben zu bleiben.

UNTERWASSERKLEBER

Normalerweise werden Klebstoffe flüssig aufgetragen. Sie werden dann an der Luft fest. In Schwimmbädern oder Aquarien werden spezielle Unterwasserkleber verwendet, etwa um Folien zu reparieren. Einen hervorragenden Unterwasserkleber besitzt die Miesmuschel, die sich damit an Felsen oder Holz anheftet. Sie verwendet dazu einen Klebstoff aus drei unterschiedlichen Substanzen, der in kürzester Zeit aushärtet. Der Kleber wird dann so fest, dass man Miesmuscheln, die sich an Holzpfählen angeheftet haben, nicht mehr ablösen kann.



Festklebende Miesmuscheln

Heute sind schon sehr viele Gebäude mit Lotusan® gestrichen. Die Farbe sorgt dafür, dass die Wände länger sauber und trocken bleiben. Schmutz wird mit dem Regen einfach abgewaschen und auch der Regen läuft schnell ab, sodass die Wände trocken bleiben.

nigende Oberflächen empfindlicher sind als glatte. Reibt man stark über sie, dann werden die kleinen Noppen zerstört. Auf Fußböden oder Geschirr macht der Lotus-Effekt® also wenig Sinn. Nur bei Gegenständen, die selten berührt und gewaschen werden, kann der Effekt verwendet werden. So gibt es etwa eine Krawatte, die sauber bleibt, selbst nachdem sie in Suppe getaucht wurde, und einen Honiglöffel, an dem der Honig abläuft, ohne kleben zu bleiben.

Übrigens sind nicht nur die künstlichen Oberflächen empfindlich. Reibt man den bläulichen Wachsüberzug am Kohlblatt ab, so tritt an dieser Stelle keine Selbstreinigung mehr auf. Für die Pflanze ist das aber nicht so schlimm, denn in wenigen Tagen hat sie die Wachs nachgebildet. Eine technische Oberfläche wäre aber in diesem Fall zerstört und müsste neu aufgetragen werden. Damit der Lotus-Effekt® in zahlreicheren Bereichen unseres Lebens angewandt werden kann, müssen die Bioniker nicht nur die Erfindung

Warum muss man immer noch putzen?

Obwohl das Prinzip der Selbstreinigung schon länger bekannt ist, müssen wir immer noch das Geschirr spülen und Kleidung in der Waschmaschine waschen. Reinigungsmittel sind auch keineswegs überflüssig geworden. Woran liegt das? Der Grund dafür liegt in der Tatsache, dass selbstrei-

Links: Auch Kohlpflanzen besitzen selbstreinigende Blätter.

der Natur nachbauen, sie müssen sogar die Natur übertreffen. Die Wissenschaftler forschen weiter und der Lotus-Effekt® wird uns in Zukunft sicher noch häufiger begegnen.

Die Fliege an der Wand und die

Warum können manche Tiere an der Decke laufen?

Spinne an der Decke sind bei den meisten Menschen eher unbeliebt. Sieht man aber genauer hin,

dann kann man eigentlich über die Fähigkeiten dieser Tiere nur staunen. Nicht nur Wände und Glasscheiben können sie hochgehen, sondern sogar kopfüber an der Zimmerdecke entlangspazieren. Wissenschaftler an der Hochschule Bremen

haben ausgerechnet, dass man an eine an der Decke hängende Springspinne eine Kette von bis zu 173 Spinnen anhängen könnte, ohne dass sie herunterfällt. Nicht nur so leichte Tiere wie Insekten und Spinnen können Wände hochlaufen, sondern auch die viel schwereren Geckos, eine Reptiliengruppe.

Früher vermutete man, dass ihre Füße wie Saugnapfe funktionieren. Erst das Rasterelektronenmikroskop zeigte, dass Fliegen, Spinnen und Geckos sehr viele feine Haare auf ihren Füßen haben. Je größer das Tier ist, desto feiner sind diese Haare. Wie kann man jedoch mithilfe von Haaren an der Wand kleben?

Jede Art von Materie, also auch der Tierfuß und die Wand, besteht aus winzig kleinen Teilchen, den Atomen.

Die Füße des Geckos sind von feinen Haaren bedeckt. In starker Vergrößerung werden die Haftlappen am Ende der Haare erkennbar.



Wenn sich Atome sehr nahekommen, ziehen sie sich gegenseitig an. Je näher sie sich kommen, desto fester „kleben“ sie aneinander. Damit ein Tier an der Decke laufen kann, müssen sich sehr viele Atome sehr nahekommen. Das wird durch die feinen Haare an den Füßen erreicht. Die Haare besitzen an ihrem Ende noch feine Haftlappen, die sich eng an den Untergrund anschmiegen.

Während Fliegen zusätzlich noch Krallen und Flüssigkeitströpfchen verwenden, haften Geckos nur mit den Härchen an der Zimmerdecke, und zwar so fest, dass man mehrere Tiere aneinanderhängen könnte. Geckos kleben aber nicht nur fest, sie können auch schnell an der Decke entlanglaufen. Dabei können sie den Fuß nicht einfach abheben, denn dann müssten sie alle Härchen auf einmal lösen und das wäre zu schwer. Deshalb dreht der Gecko den Fuß, sodass sich nach und nach immer mehr Verbindungen lösen, bis

Geckos können mühelos Glasscheiben hinaufgehen.





Spiderman wird wohl noch lange Zeit Science-Fiction bleiben.

der Fuß frei ist. Das geht so schnell, dass der Gecko an der Decke entlangrennen kann. Das Anheben des Geckofußes ist mit dem Ablösen eines Klebestreifens vergleichbar: Man löst den Streifen zuerst an einer Stelle und kann ihn dann schnell entfernen.

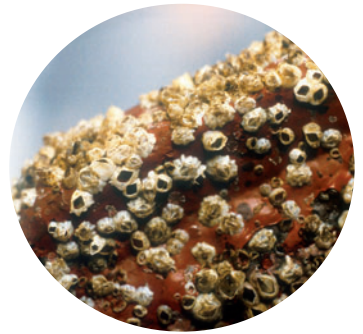
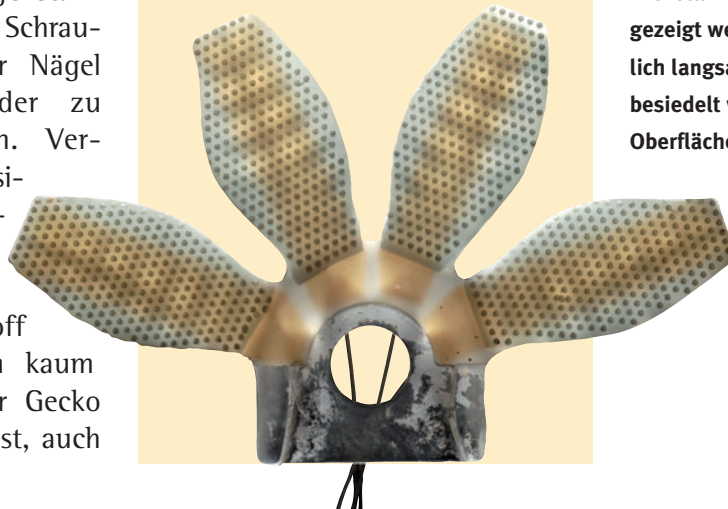
Normalerweise benötigt man Klebstoffe, um zwei Gegenstände ohne Schrauben oder Nägel miteinander zu verbinden. Verwendet man einen zähflüssigen Klebstoff wie Bastelkleber aus der Tube, so kann dieser nur einmal benutzt werden. Denn der Klebstoff wird fest und kann dann kaum noch abgelöst werden. Der Gecko zeigt uns, dass es möglich ist, auch

Was kann der Mensch vom Gecko lernen?

ohne Klebstoff an Oberflächen zu haften. Wenn man diese Fähigkeit auf die Technik überträgt, könnte man Schränke ohne Schrauben an der Wand befestigen. Ist es vielleicht sogar möglich, mit Geckohandschuhen Hochhäuser hinaufzusteigen, wie die Comic- und Filmfigur Spiderman?

So weit ist die Technik jedoch noch nicht. Immerhin haben Forscher an verschiedenen Instituten Kunststoffplättchen mit feinen Härchen hergestellt, mit denen sogar kleine Roboter Glasplatten hinauffahren können. Doch es ist sehr teuer, solche Oberflächen herzustellen. Anders als beim Geckofuß kleben die Härchen nicht nur an fremden Oberflächen, sondern auch aneinander. Das macht sie sehr schnell unbrauchbar. Spiderman wird es wohl auch in Zukunft nur im Comic geben. Denn je schwerer ein Tier ist, desto feiner müssen die Härchen sein, um sein Gewicht zu tragen. Da ein Mensch fast 1000-mal schwerer ist als ein Gecko, müssten die Härchen an einem „Spiderman-Handschuh“ noch sehr viel feiner und dichter sein als beim Gecko, was technisch noch nicht möglich ist.

Zehen eines Roboters, die den Geckofuß nachahmen; damit kann der Roboter senkrechte Wände hochklettern.



Seepocken-Bewuchs an der Unterseite eines Schiffes

ANTIFOULING

An Schiffen bildet sich innerhalb kurzer Zeit ein Bewuchs aus Muscheln, Algen und Seepocken. Dieser vergrößert den Reibungswiderstand im Wasser und somit den Treibstoffverbrauch des Schiffes. Deshalb muss diese Besiedelung verhindert werden, man nennt das Antifouling. Früher wurden Schiffe mit giftigen Antifouling-Farben gestrichen. Diese Farben sind seit 2003 weltweit verboten, weil sie ins Meerwasser gelangen und andere Meerestiere schädigen. Bremer Wissenschaftler stellten fest, dass Haie eine ungiftige Möglichkeit des Antifouling anwenden. Auf ihrer rauen Haut können sich die kleinen Besiedler kaum anhaften. Die Bremer Bioniker haben künstliche Haihautoberflächen entwickelt. In Versuchen konnte gezeigt werden, dass sie deutlich langsamer von Seepocken besiedelt werden als glatte Oberflächen.

Fliegen wie die Vögel

Eine große Menschenmenge hatte sich in Ulm am Ufer der Donau versammelt: Da wollte doch tatsächlich ein Mensch fliegen wie ein Vogel. Seit Jahren hatte der Mann den Flug der Vögel studiert, sein ganzes Vermögen in den Bau eines Flugapparates gesteckt. Sein Name war Albrecht Ludwig Berblinger, bekannt als der Schneider von Ulm. Einen Flugversuch am 30. Mai 1811 musste er abbrechen, weil sein Flugapparat beschädigt war. Tags darauf musste der Flug stattfinden,

Wer war der erste fliegende Mensch?



Nachbau des Gleiters von George Cayley

die Menge verlangte es lautstark. Berblinger sprang vom Gerüst – und stürzte in die Donau. Der Flugversuch misslang. Berblinger überlebte den Sturz, war aber gesellschaftlich ruiniert. Erst 1986 konnte mit einem Nachbau nachgewiesen werden, dass sein Flugapparat tatsächlich flugfähig war. Jedoch fehlten über der kalten Donau die zum Gleiten notwendigen warmen Aufwinde. Somit hatte Berblinger einen flugfähigen Gleitflieger nach dem Vorbild der Natur gebaut.

Der Schneider von Ulm bei seinem Flugversuch

