

Bayerisches Landesamt für  
Umwelt



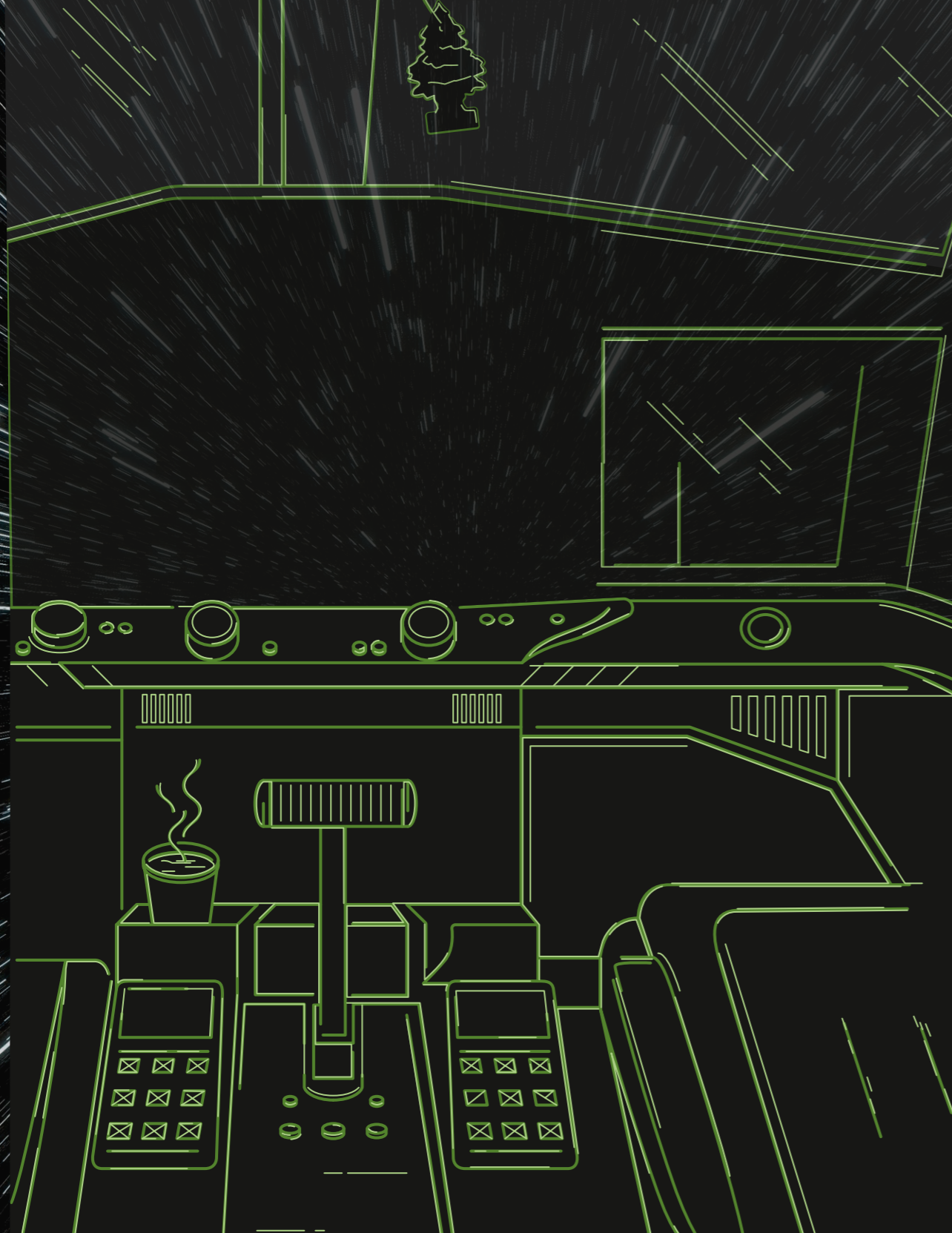
# Bionik to the Future



**bionicum**  
ideenreich natur

Sonderausstellung Bionicum  
im Tiergarten Nürnberg





## Wie wird unsere Zukunft aussehen?

Klimawandel, Digitalisierung, Ressourcenknappheit  
... Wie werden Herausforderungen unserer Gegenwart in der Zukunft gelöst sein?

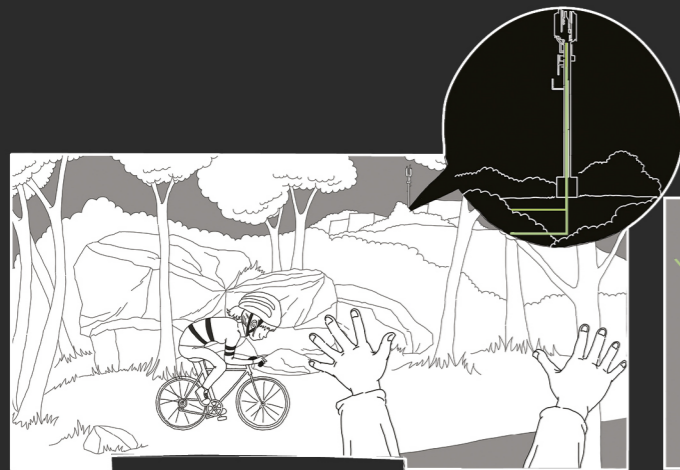
Wie wird die Technik für unseren nachhaltigen Lebensstil aussehen?

Die Grundlagen für eine technisierte und zugleich umweltverträgliche Zukunft werden schon heute gelegt! Fünf bayerische Hochschulen betreuen derzeit bionische Forschungsprojekte. Dazu haben sie sich im Projektverbund BayBionik zusammengeschlossen – finanziert vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz.

Ihre Mission: Mit Vorbildern aus der Natur ressourcenschonende und biologisch verträgliche Technologien entwickeln.

Mit der Sonderausstellung „Bionik to the Future“ wagt das Bionicum einen Blick in die Zukunft. Auf einer Zeitreise entdecken wir wie Forschungsergebnisse aus der Bionik im Jahre 2050 in Nürnberg zum Einsatz kommen und unser Leben umweltfreundlicher und leichter machen könnten!

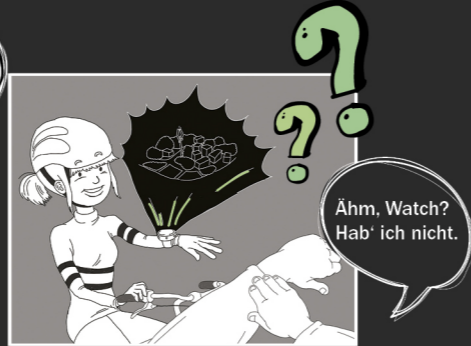




Hi! Hallo! Entschuldige, wie komme ich in die Innenstadt? Ich hab' mich verlaufen.



Ich schick's dir schnell auf die Watch.



Ähm. Watch? Hab' ich nicht.

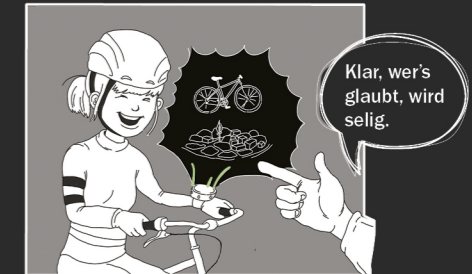


Alles klar! Bionicum-Zeitreise, oder? Dann schau ich schnell nach 'nem BayBike.

Danke. Die Hologramme sind top! Wohl auch top im Datenverbrauch?!

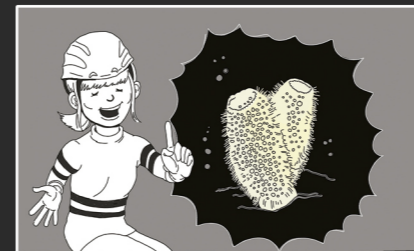


Das ist okay. Wir haben superschnelle Internetkabel. Die sind sogar aus biologischem Material!

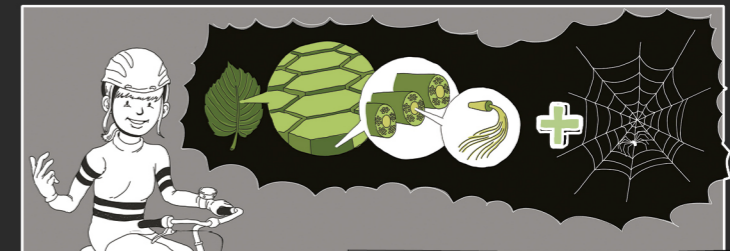


Klar, wer's glaubt, wird selig.

Bionische High-Tech-Materialien für optische Anwendungen  
Universität Bayreuth,  
Technische Universität München



Nein, ehrlich! Die alten Glasfaserkabel waren schon gut, aber eben nicht biologisch. Wissenschaftler haben rausgefunden, dass die Glasnadeln eines Tiefseeschwamms auch sehr gut Licht leiten können.



Nach dem Vorbild des Schwamms hat man Lichtleiterkabel konstruiert. Der Kabelkern besteht aus winzigen Zellulose-Kügelchen, die die Glasnadeln des Schwamms nachbilden. Und Zellulose gewinnt man aus Pflanzen, einem nachwachsenden Rohstoff.



Die Zellulosefasern des Kabelkerns werden mit einem Mantel aus Spinnenseide umhüllt. Der Knaller: Die Spinnenseide wird künstlich hergestellt - von Bakterien nach dem Bauplan der Spinnen. Fasern daraus sind daher megastabil, wie Spinnennetze.



Bionik ist super!

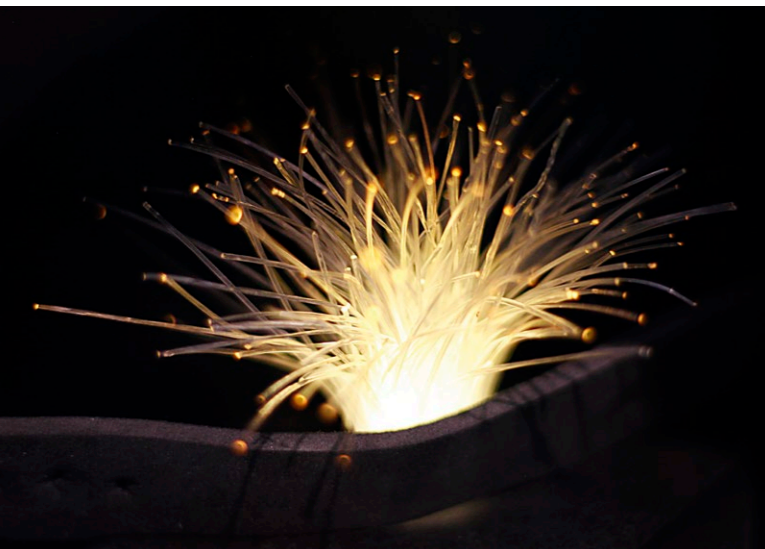


# Bionische High-Tech-Materialien für optische Anwendungen

Universität Bayreuth, Technische Universität München

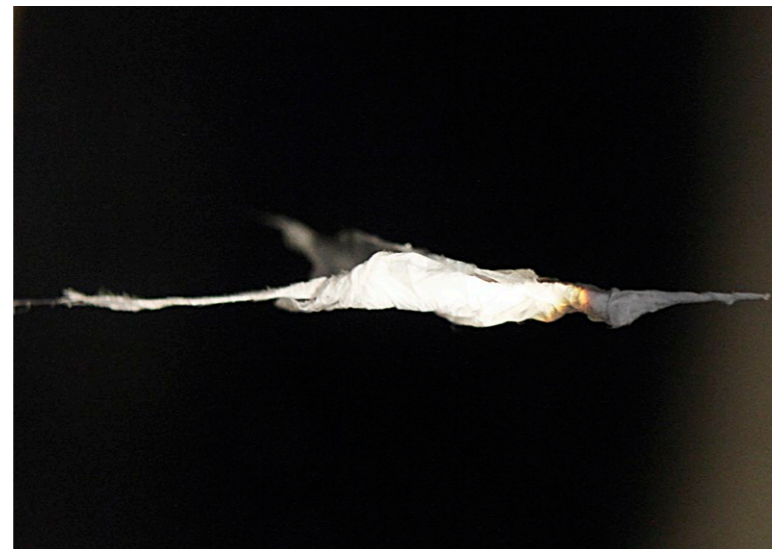
## Zellulosewuschel (Glasfaserlampe)

Eine ganz normale Glasfaserlampe? Nicht ganz! Das ist die weltweit erste und einzige Zellulosefaserlampe, hergestellt von der TU München. Die einzelnen Filamente bestehen zu 100 Prozent aus dem nachwachsenden Pflanzenstoff Zellulose, der Licht hervorragend leiten kann.



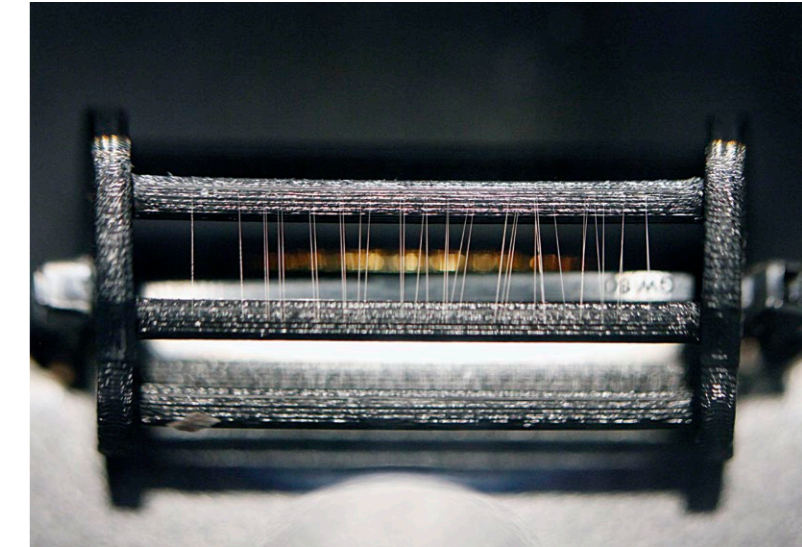
## Spinnenseidenvlies

Was aussieht wie ein Papiertaschentuch ist in Wahrheit ein Vlies aus Spinnenseide. Befestigt an einem hauchdünnen Spinnenfaden, scheint es fast zu schweben. Spinnenseide ist sehr stabil und flexibel, obwohl sie so zart ist. Ein menschliches Haar ist zehnmal dicker.



## Wirbelnde Zellulosekugeln

Die Glasnadeln des Tiefseeschwamms sind hervorragende Lichtleiter, die aus vielen Nanokugeln bestehen – so klein, dass man sie mit bloßem Auge nicht mehr erkennt. Die TU München stellt solche Kugeln aus Zellulose her. Auch sie leiten gut Licht, wie hier am Exponat mit größeren Kugeln gut zu erkennen ist.



## Spinnenfaden aufgewickelt

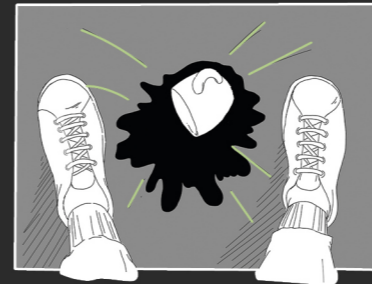
Dafür muss keine Spinne spinnen! Wissenschaftler der Uni Bayreuth produzieren diese Fäden mit speziellen E.-Coli-Bakterien, die für sie Spinnenseidenproteine herstellen. Mithilfe eines besonderen Verfahrens werden aus den Proteinen Fäden gesponnen. Die daraus resultierende Spinnenseide hat herausragende mechanische Eigenschaften und wird als Ummantelung der Lichtleiter aus Cellulose eine robuste und flexible Hülle bilden.



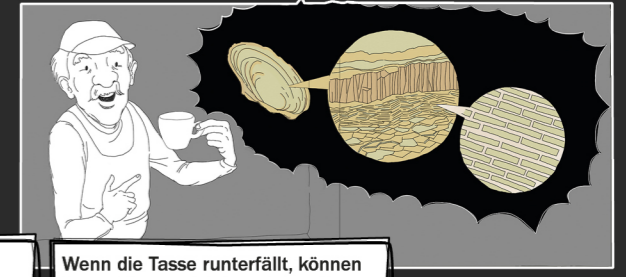


### Energieeffiziente Herstellung von Biokeramik

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



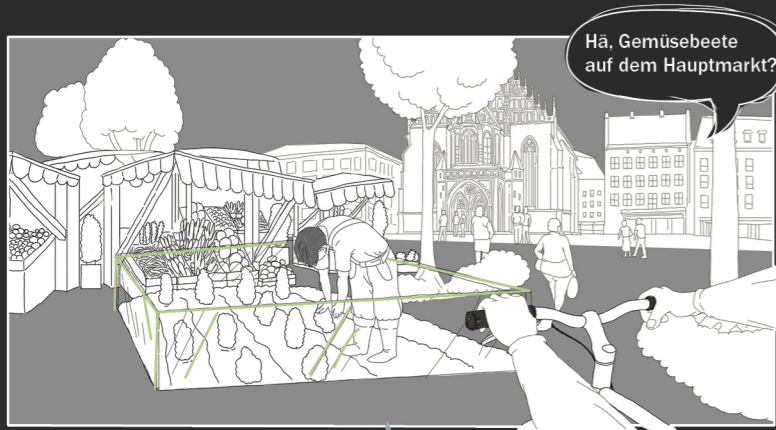
Früher sind die ständig kaputtgegangen. Das hier ist Bio-Keramik.



So ist es. Übrigens, Bio-Keramik wird bei 20°C hergestellt. Unvergleichbar energiesparend im Vergleich zu früher, als Keramik bei über 1.000°C gebrannt wurde.







Hä, Gemüsebeete auf dem Hauptmarkt?



Bionicum-Zeitreise, oder? Also gut ...

### Selbstreinigende Oberflächen inspiriert durch die Kannenpflanze Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Naja, am Anfang war's noch schwierig. Doch das Schlimmste waren die Schnecken. Die haben alles aufgefressen.



Inzwischen haben wir die Schnecken mit der Kannenpflanzen-Technik im Griff. Sie kommen nicht mehr über den glitschigen Zaun.



Aber das ist doch nur Glas!?!



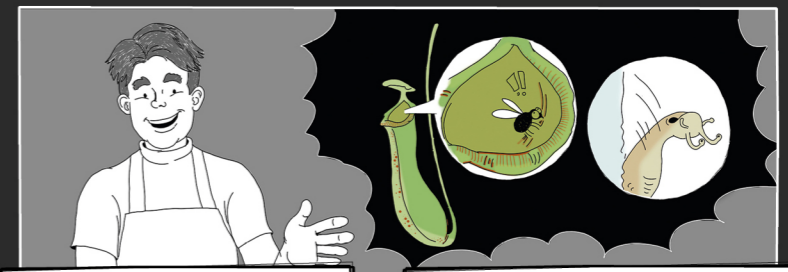
Alles klar?

Cool, dass das so gut funktioniert.

Wegen Klimaschutz und Flächensparen. Autos raus und Grünflächen rein in die Innenstadt. Deshalb wird hier jetzt Gemüse angebaut.

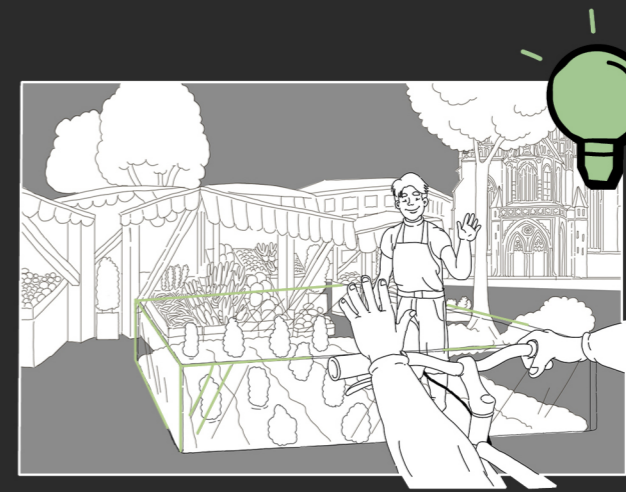
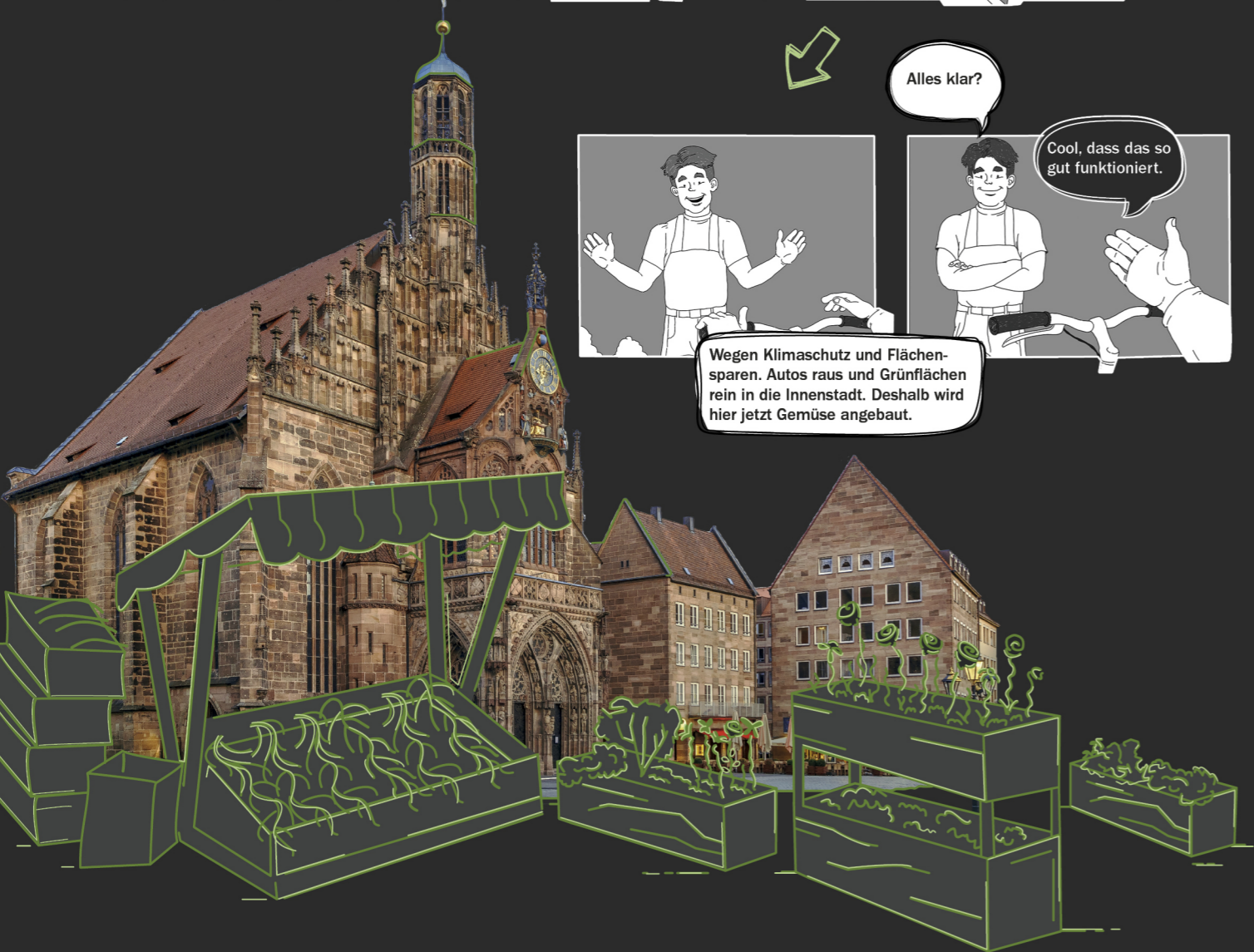


Schon, aber eben nach Technik der Kannenpflanze beschichtet ... Die Kannenpflanze ist eine fleischfressende Pflanze.



Ihre Beute, ein Insekt, rutscht an den schmierigen Rändern der Blätter ab und fällt in die längliche Kanne, wo sie verdaut wird.

Die Technik funktioniert auch bei der Beschichtung von Flächen – und wehrt Schnecken ab. Die kommen auf dem glitschigen Glas nicht vorwärts. Die Beschichtung verhindert sogar, dass sich Eiszapfen an Dachrinnen festsetzen.





# Energieeffiziente Herstellung von Biokeramik

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

## Muschel oder Schnecke

Muscheln leben im Wasser. Schnecken gibt's im Wasser und auf dem Land. Die Schnecken im bionischen Setzkasten-Spiel gehören zur Familie der Meeresschnecken, denn nur sie können – wie die Muscheln – bei 4 Grad Wassertemperatur stabile Biokeramiken bilden. Aber woran erkenne ich, was eine Schnecke ist und was eine Muschel? Ganz einfach: man erkennt ein Schneckengehäuse an der spiraligen Drehung.

Muscheln dagegen haben eine Schale mit zwei Hälften – auch wenn man meistens nur eine Schalenhälfte findet.

Wer aber denkt der Nautilus ist eine Schnecke liegt trotzdem falsch: denn der Nautilus ist ein Kopffüßer – wie Kraken, Kalmare und Sepien.

Verwandt sind sie trotzdem alle, denn Kopffüßer, Muscheln und Schnecken zählen zu den Weichtieren.



## Selbstreinigende Oberflächen inspiriert durch die Kannenpflanze

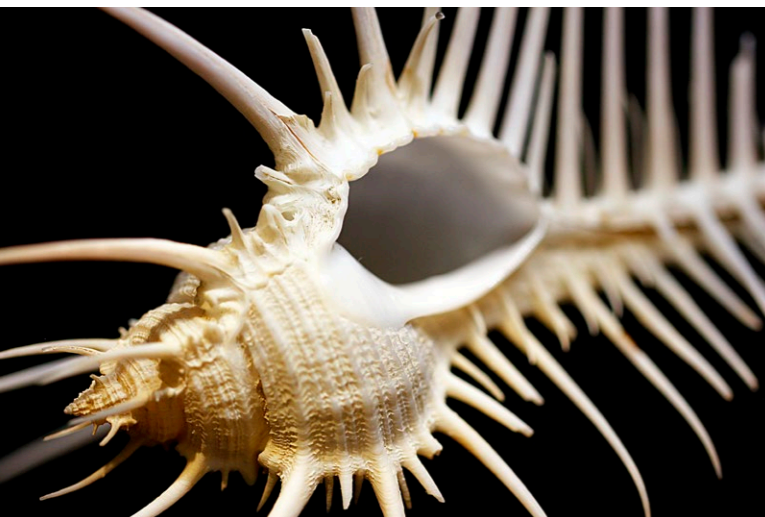
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

### Jede Menge Schnecken!

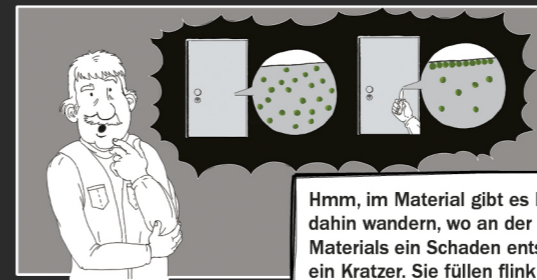
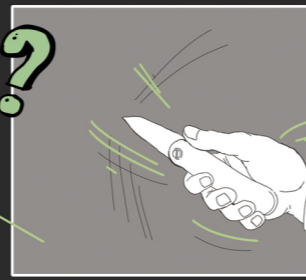
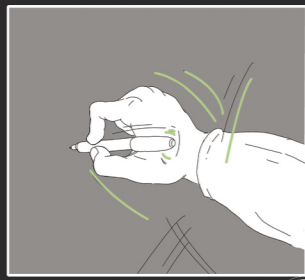
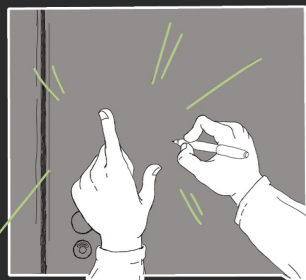
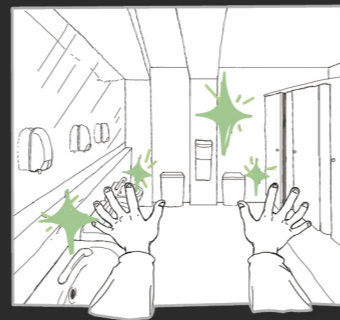
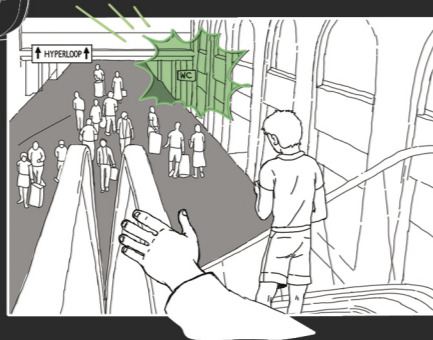
Mühe los überwinden die Tiere den Zaun des blauen Gärtchens und fressen sich satt. Beim anderen Gärtchen wird es schon schwieriger. Er ist von speziell beschichtetem Glas umgeben. Die Beschichtung haben Forscher der Universität Erlangen-Nürnberg entwickelt und sich dabei an der fleischfressenden Kannenpflanze orientiert. Wie der Name schon sagt, hat sie kannenförmige Blätter. Die Blattränder sind so schmierig, dass Insekten darauf keinen Halt finden und

ungehindert ins Innere rutschen. Dort werden sie verdaut.

Mit solch rutschigen Oberflächen kann man Schnecken auf umweltfreundliche Art vom Salat fernhalten. Sie kommen auf der Beschichtung des Zauns nicht vorwärts. Finden die Schnecken trotzdem einen Weg in den durchsichtigen Garten? Falls ja, kein Problem, immerhin wird an den Beschichtungen noch geforscht.

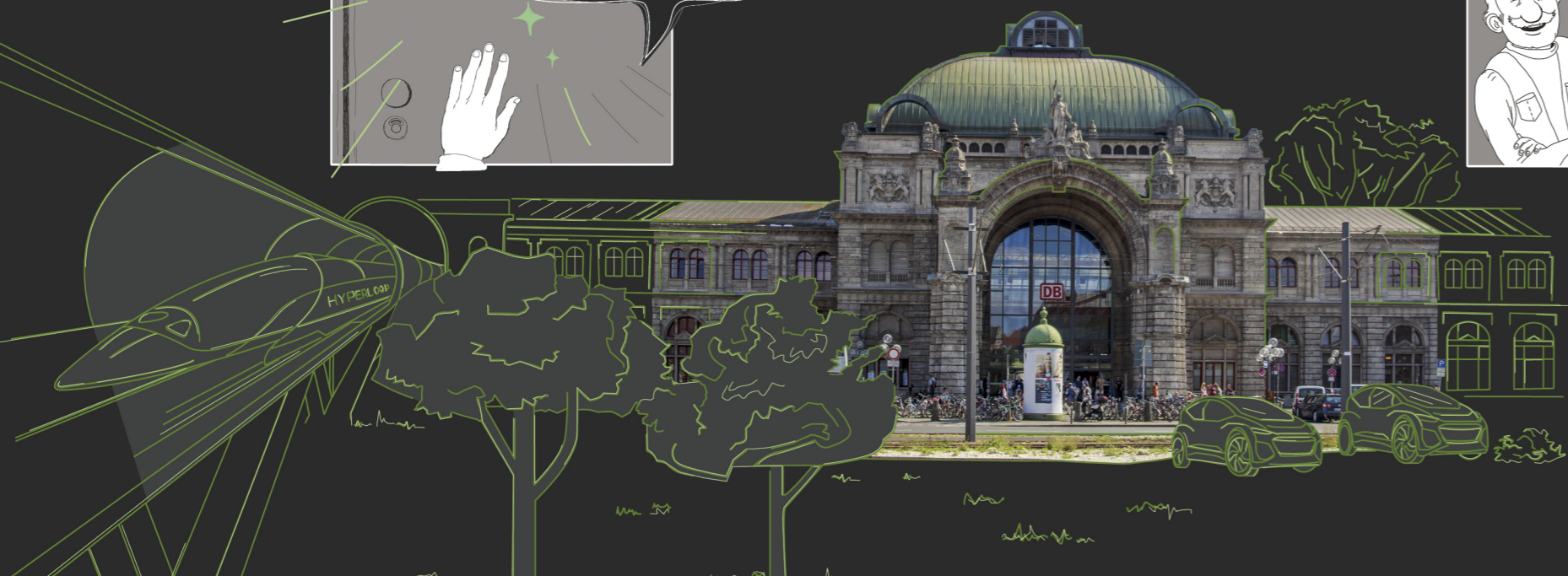






Nachhaltige Oberflächenfunktionalisierung nach dem Vorbild der Natur  
*Technische Hochschule Deggendorf*

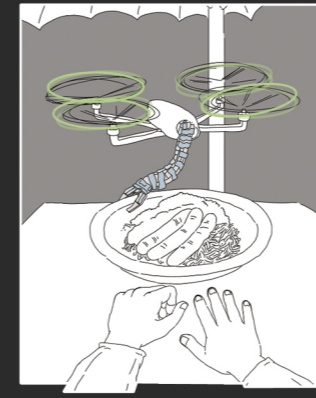
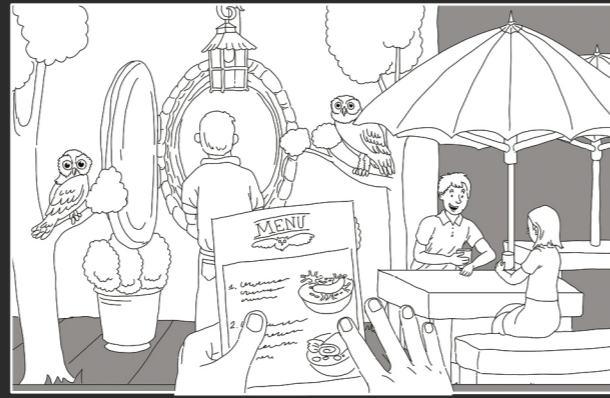
Hmm, im Material gibt es Moleküle, die immer dahin wandern, wo an der Oberfläche des Materials ein Schaden entsteht, wie zum Beispiel ein Kratzer. Sie füllen flink den Kratzer auf und erneuern so die Oberfläche.





# Ein Eulenhalsgelenk für effizientere Maschinen

Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm



Dein irritierter Blick sagt alles: Bionicum-Zeitreise! Jaja, das Alter wirkt auf die Gelenke. Ich kann nicht mehr gut hantieren. Der Roboterarm mit dem Greifer gleicht das aus.



Ja bitte, was kann ich dir bringen?



Die Drohne bringt die Bestellung an den Platz.



Nürnberger Bratwürste aus Algen und Insekten? Mmm, ich bin mutig, ich nehme die Insekten.



Und die Bedienungsdrohnen haben das gleiche System?!



Ja, solche Roboterarme werden vielseitig eingesetzt. Meiner kann sich in alle Richtungen drehen.



Abgeschaut wurde das bei der Eule, die ihren Kopf 270° um die eigene Achse drehen kann. Deshalb nennen wir ihn Eulenhals. Und ... er ist energiesparend, ich kann ihn eine Woche einsetzen ohne aufzuladen!

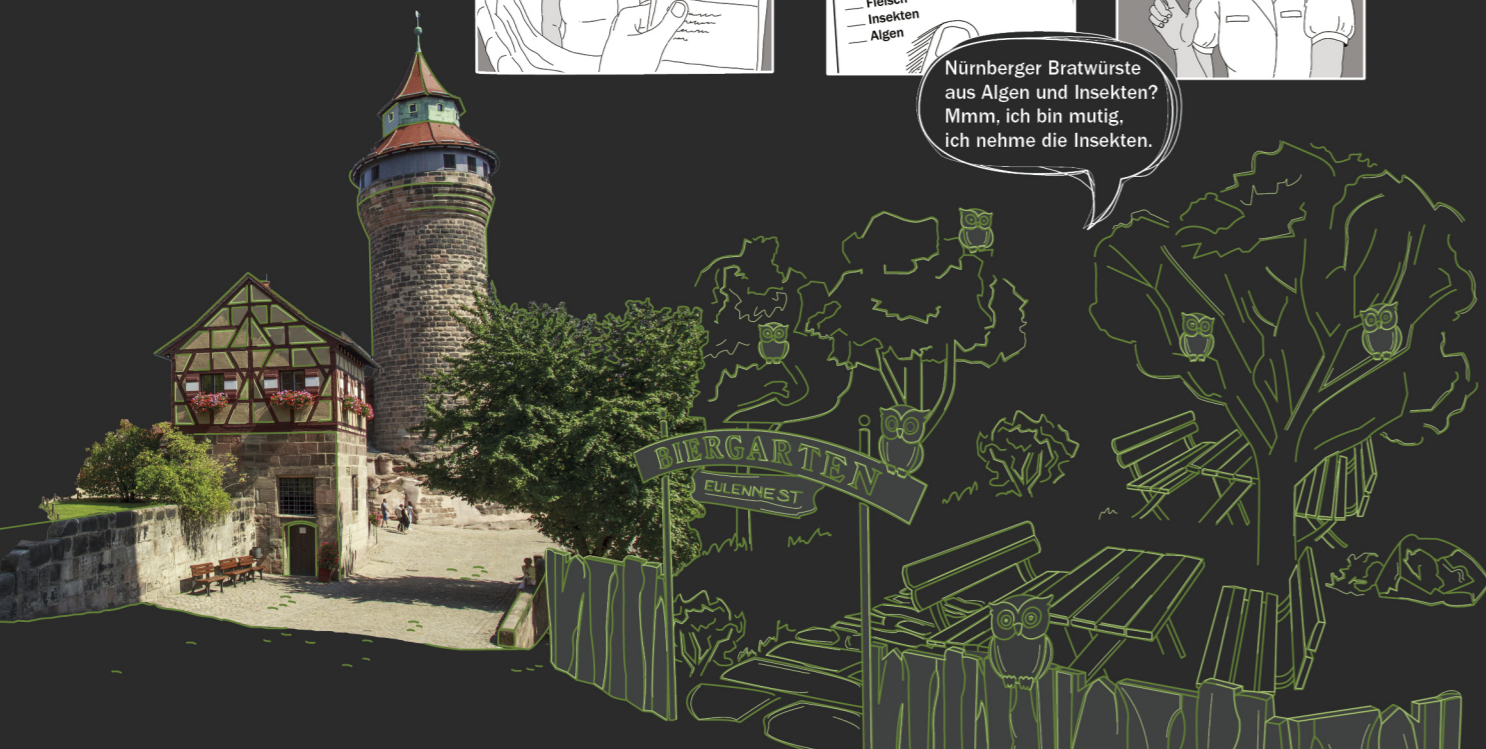
Hast du's einmal, willst du's nicht mehr missen.



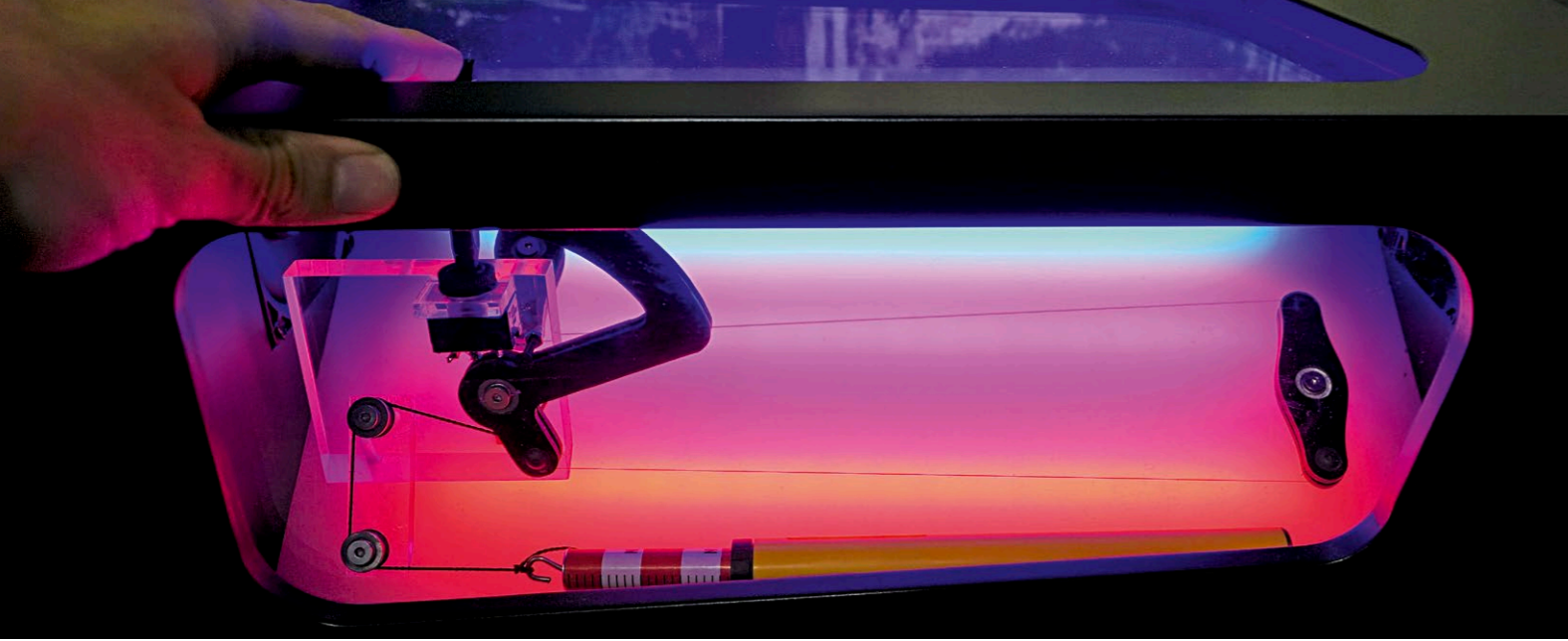
Clever. Mir zwickt's auch oft im Rücken.



Also, lass es dir schmecken und schön, dass du mal in der Zukunft vorbeigehst hast.







## Ein Eulenhalsgelenk für effizientere Maschinen

Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

### useless box

Diese Box schaltet sich nach dem Einschalten direkt wieder aus. Per Zufallsalgorithmus auf drei mögliche Arten. Vollkommen nutzlos? Nicht ganz, denn die Box zeigt die Funktionsweise des Eulenhals-Roboterarms, der aktuell an der TH Nürnberg entwickelt wird.

Angetrieben wird er, wie die Box, von Drähten, die ein Formgedächtnis besitzen. Diese Formgedächtnislegierungen „erinnern“ sich an ihre Ursprungsform: Sie ziehen sich wie ein Muskel zusammen und entspannen sich wieder. Ganz, ohne auszuleiern.



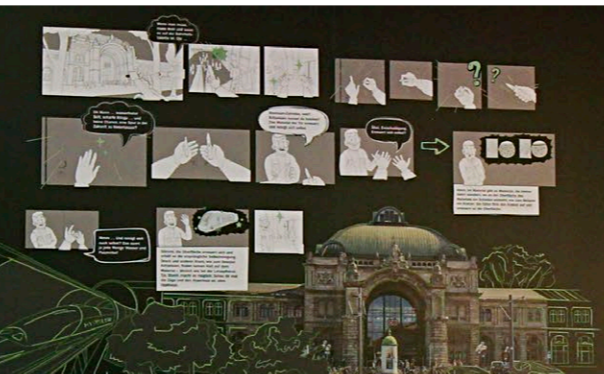
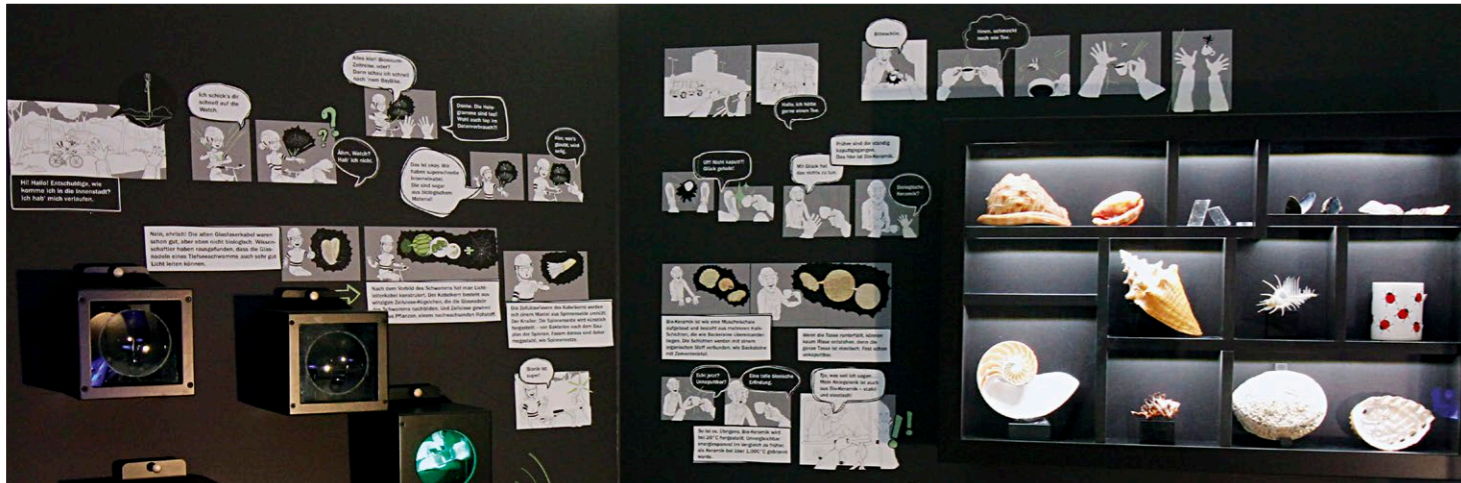
Die meisten Roboter bewegen sich mithilfe von Motoren. Dadurch werden sie schwer und verbrauchen viel Energie. Die TH Nürnberg setzt stattdessen Formgedächtnislegierungen für den neuen Roboterarm ein.

Durch Zusammenziehen und Entspannen lösen sie an einzelnen Wirbeln kleine Bewegungen aus. Daraus ergibt sich eine große Gesamtbewegung – genau wie bei einem echten Eulenhals. Dank dieser Kraftübertragung wird Energie eingespart.





# Sonderausstellung „Bionik to the Future“



## Bionik to the Future

Wie wird unsere Zukunft aussehen? Klimawandel, Digitalisierung, Ressourcenknappheit ... Wie werden Herausforderungen unserer Gegenwart in der Zukunft gelöst sein? Wie wird nachhaltige Technik für unseren nachhaltigen Lebensstil aussehen?

Die Grundlagen für eine technisierte und zugleich umweltverträgliche Zukunft werden schon heute gelegt! Fünf bayerische Hochschulen betreiben derzeit bionische Forschungsprojekte.

Dazu haben sie sich im Projektverbund BayBionik zusammengeschlossen – finanziert vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. Ihre Mission: Mit Vorbildern aus der Natur ressourcenschonende und biologisch verträgliche Technologien entwickeln.

Entdecken wir auf einer Zeitreise, wie Forschungsergebnisse aus der Bionik im Jahre 2050 in Nürnberg zum Einsatz kommen könnten!





# Das Bionicum

Von den Erfindungen der Natur lernen und in Technik umsetzen – das ist Bionik. Neben einer abwechslungsreichen Ausstellung im Tiergarten Nürnberg, unterstützt und begleitet das Bionicum diverse wissenschaftliche Projekte und fördert erfolgreich den interdisziplinären Austausch zwischen Forschung, Wirtschaft und Bildungseinrichtungen.

Das Bionicum ist zu einem festen Bestandteil in der bayerischen Bildungslandschaft herangewachsen und leistet einen wichtigen Beitrag für die nachhaltige Bildung. Die Mischung aus spielerischem Entdecken, anschaulichen Texttafeln, unterhaltsamen Mitmachstationen und ausgewählten Exponaten inspiriert die Sinne und animiert dazu, die Vielfalt der Bionik kennen und verstehen zu lernen.

Das Bionicum vermittelt grundlegende naturwissenschaftliche Erkenntnisse als auch aktuelle Forschungsergebnisse rund um die Bionik. Bei der heranwachsenden Generation soll das Interesse für eine Wissenschaft geweckt werden, die umweltfreundliche, ressourcenschonende und energieeffiziente Technologien nach dem Vorbild der Natur entwickelt.

Auch die breite Öffentlichkeit kann sich auf verschiedenen Plattformen mit aktuellen und zukunftsrelevanten Themen auseinandersetzen. Aktuelle pädagogische Angebote, Medienstationen, bayernweite Bildungsveranstaltungen, wissenschaftliche Tagungen und Sonderausstellungen runden das Angebot des Bionicums ab.





## Impressum

Sonderausstellung Bionicum  
im Tiergarten Nürnberg

Herausgeber:  
Bayerisches Landesamt für  
Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Telefon: 0821 9071-0  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

Anschrift Bionicum:  
Bionicum  
Am Tiergarten 30  
90480 Nürnberg  
Telefon: 0911 650845-00  
E-Mail: [info@bionicum.de](mailto:info@bionicum.de)  
Internet: [www.bionicum.de](http://www.bionicum.de)

Text:  
LfU, Steffi Apenburg

Bildnachweis:  
LfU, Bionicum  
außer Seite 21/22: Mile Cindric

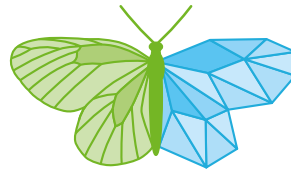
Layout:  
LfU, Referat 13  
Comics: 2av GmbH, [www.2av.de](http://www.2av.de)

Druck:  
Kastner AG, Schloßhof 2-6,  
85283 Wolnzach  
Juni 2022

Gedruckt auf 100 % Recycling-  
papier, zertifiziert nach dem  
„Blauen Engel“

Stand: September 2021,  
2. unveränderte Auflage

Auflage: 5.000



## BAYBIONIK

Projektverbund –  
Von der Natur zur Technik

Mit dem Bionicum zu den Forschungsergebnissen von BayBionik und mit der Bionik in die Zukunft: wir zeigen die Chancen der Bionik für den technischen Umweltschutz auf und helfen, zukünftige Entwicklungen verantwortungsvoll und nachhaltig zu gestalten.

Weitere Informationen zum Bionicum unter [www.bionicum.de](http://www.bionicum.de), sowie unter:  
[www.facebook.com/bionicum](https://www.facebook.com/bionicum)  
[www.instagram.com/bionicum\\_nuernberg/](https://www.instagram.com/bionicum_nuernberg/)  
[www.youtube.com/bionicumnuernberg](https://www.youtube.com/bionicumnuernberg)  
Aktuelles aus dem Forschungsverbund unter: <https://baybionik.de>.



Holen Sie sich die App Bionik2Future



finanziert durch  
Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Verbraucherschutz



Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 0 89 12 22 20 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.