

Fünf Minuten **PHYSIK**

Unobtainium bei „Avatar“

In dem aktuellen 3-D-Film „Avatar“ spielt ein Mineral namens Unobtainium eine zentrale Rolle. Es geht darum, dass dieser auf der Erde nicht existierende Rohstoff auf einem fernen Planeten abgebaut werden soll. Auch wenn diese Substanz fiktiv ist und sich ihr Name schlicht vom englischen Wort unobtainable (nicht beschaffbar) ableitet, so haben sich die Filmemacher immerhin die Mühe gegeben, die technische Bedeutung dieser hypothetischen Substanz anzudeuten.

Offensichtlich handelt es sich bei Unobtainium um einen Supraleiter. Das sind Substanzen, die den elektrischen Strom ohne jeden Widerstand und damit verlustfrei leiten können. Außerdem besitzen Supraleiter ganz besondere magnetische Eigenschaften. In einigen Filmszenen schwebt ein Stück glänzendes Unobtainium frei im Raum – vermutlich über einem Magneten. Genauso würde sich ein Supraleiter verhalten. Allerdings müssen alle auf der Erde bekannten supraleitenden Materialien zunächst auf sehr tiefe Temperaturen abgekühlt werden, bevor sie diese exotische Eigenschaft zeigen.

Tatsächlich versuchen Forscher, Substanzen zu synthetisieren, die möglicherweise schon bei höheren Temperaturen supraleitend sind und deshalb nicht mehr aufwendig gekühlt werden müssten. Der große Traum ist ein supraleitendes Material, das bereits bei Zimmertemperatur den Strom unendlich gut leitet. Das würde eine technische Revolution beim Transport von elektrischer Energie über große Distanzen, beim Bau von Elektromotoren und supraleitenden elektronischen Schaltkreise ermöglichen. Ein Material, das bei Raumtemperatur supraleitende Eigenschaften besäße, wäre also tatsächlich sehr wertvoll, wenn auch vielleicht doch nicht ganz so teuer, wie es bei „Avatar“ für den Filmplot notwendig ist.

Jedenfalls handelt es sich beim Unobtainium offensichtlich um einen Supraleiter, der nicht gekühlt werden muss. Die Mineralstücke schweben im Film beliebig lange vor sich hin. Das gilt ebenso für die fantastisch schwebenden Berge auf dem Planeten Pandora. Auch wenn dies im Film nicht explizit thematisiert wird, so liegt doch die Interpretation nahe, dass die bizarren Schwebberge große Mengen des supraleitenden Minerals Unobtainium enthalten und deshalb im Magnetfeld des Planeten schweben. Über die Physik der von den Felsenbrocken heruntersprudelnden Wasserfälle, die sich irgendwo im Nichts auflösen, wollen wir jedoch lieber nicht reden. *Norbert Lossau*

BUCH-Tipp

Das Genie in mir: Werden Menschen schon als Genie geboren, oder kann jeder durch harte Arbeit zu einem Genie werden? Der Autor berichtet aus dem Leben bekannter Genies und beantwortet auf der Grundlage der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse, wie Intelligenz und Talent entstehen. Die Quintessenz des Buches lautet: Was wir intellektuell zu leisten vermögen, ist in viel stärkerem Maße beeinflussbar als bislang angenommen. Talent ist tatsächlich erlernbar und der Intelligenzquotient (IQ) nicht einfach ein Schicksal. Der Autor ist Biologe und Wissenschaftsjournalist. *DW*



Werner Siefer. Campus, Frankfurt, 270 Seiten, 19,90 Euro

Von Uwe Groenewold

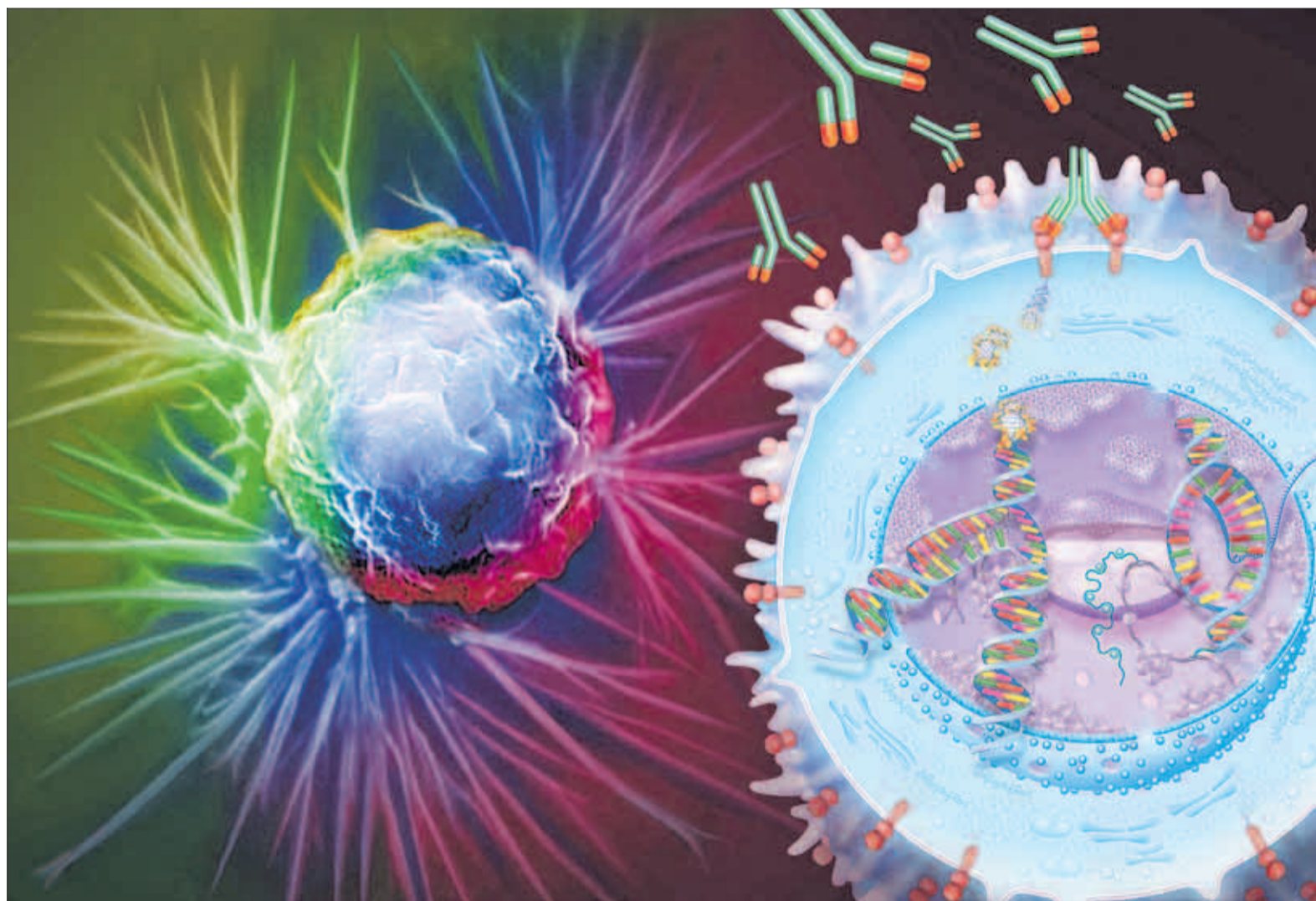
BERLIN – Starke Chemiekeulen und Strahlenbehandlungen sind längst nicht mehr die Standards in der Behandlung von Krebs. Beim Deutschen Krebskongress zeigt sich sogar eine gewisse Aufbruchstimmung: Neue molekulare Behandlungsmethoden, die zielgerichtet Krebszellen abtöten, werden in der Onkologie immer häufiger eingesetzt. Und biotechnische Diagnoseverfahren ermöglichen es, die Patienten genau zu bestimmen, die von den neuen Therapien profitieren können. Und diese neue, auf den einzelnen Patienten zugeschnittene Therapie zeigt bereits deutliche Erfolge: Denn trotz stetig steigender Fallzahlen sinkt die Sterberate bei Krebserkrankungen. „Wir sind auf dem Weg zu einem neuen Paradigma, dass nämlich Krebs eine chronische Erkrankung ist, die wir zwar nicht heilen, wohl aber beherrschen können“, sagt Professor Wolff Schmiegel aus Bochum, Präsident des Krebskongresses, der heute in Berlin beginnt und bis Samstag läuft.

Eine aktuelle Studie aus Mailand unterstreicht Schmiegels Aussage: Europaweit retten bessere Früherkennung und wirksamere Therapiemethoden jährlich rund 150 000 Menschen vor dem Krebstod, die Sterberate ist gegenüber den frühen 90er-Jahren bei Frauen um acht, bei Männern sogar um neun Prozent zurückgegangen. In Deutschland sieht es dem Bochumer Krebsspezialisten zufolge ganz ähnlich aus: Unheilbare Patienten mit Brust-, Darm- oder Lungenkrebs, deren Lebenserwartung vor 20 Jahren im Mittel acht bis zehn Monate betrug, überleben heute zwei bis drei Jahre – mit weiter steigender Tendenz. Dies gelinge nicht durch den breiten Einsatz nebenwirkungsreicher Medikamente („Prinzip Gießkanne“, sagt Schmiegel, sondern durch eine passgenaue, individualisierte Therapie, die „die Lebensqualität der Patienten während der gesamten Behandlungszeit so hoch wie möglich halten kann“.

Im Fokus dieser individualisierten Therapie steht die Entdeckung molekularer Ziele. Denn die Erkenntnisse über die besonderen Prozesse in der Biologie von Krebszellen werden immer differenzierter – und damit gibt es auch immer mehr Möglichkeiten, an verschiedenen Stellen der Krebszellbiologie einzugreifen. Zum Beispiel kennen Mediziner bestimmte Rezeptoren, die wie Antennen auf der Oberfläche einer Krebszelle sitzen. Sie leiten den Befehl zur tödlichen Vermehrung an den Zellkern weiter. Heute können sie gezielt ausgeschaltet werden. Dies gelang das erste Mal vor zehn Jahren mit dem Brustkrebsmedikament Herceptin, das einen Rezeptor blockierte, der bei jeder fünften Patientin vermehrt vorkommt.

In Berlin beginnt heute der Deutsche Krebskongress: Neue Therapien verlängern das Leben von Patienten deutlich

Krebs wird beherrschbar



Herceptin-Antikörper lagern sich an Rezeptoren an der Oberfläche einer Krebszelle an. Diese kann dann von Immunzellen entdeckt und eliminiert werden

FOTO: PA

Herceptin ist ein Antikörper, der an die Tumorzellen andockt, die daraufhin vom Immunsystem erkannt und vernichtet werden. Das Medikament verlängert nicht nur das Überleben schwer kranker Frauen, sondern hilft auch vielen Patientinnen im Frühstadium, ihre Erkrankung vollständig zu besiegen. Inzwischen wird es auch bei etwa einem Viertel der Patienten mit Magenkrebs eingesetzt, bei denen der verdächtige Rezeptor überdurchschnittlich oft vorkommt.

Zahlreiche weitere Medikamente, die entweder direkt in die Signalübertragung der Krebszellen eingreifen oder aber die Versorgung des Tumors mit neuen Blutgefäßen

verhindern und ihm damit die Nahrungsgrundlage entziehen, sind mittlerweile für die Behandlung zugelassen. Selbst Lungenkrebspatienten, die häufig eine sehr schlechte Prognose haben, weil das Leiden erst spät erkannt wird, profitieren von dem neuen Therapieprinzip mit längerem, beschwerdefreiem Überleben. „Je besser wir die Signalwege in der Krebszelle verstehen, um so individueller kann in Zukunft die Therapie auf den einzelnen Patienten abgestimmt werden“, erklärte der Molekularbiologe Professor Edgar Dahl von der Universitätsklinik Aachen.

Viele verschiedene Molekülklassen sind an der Antwort der Zelle

auf äußere Signale beteiligt. Erst seit Kurzem ist bekannt, dass auch microRNA, kurze Ribonukleinsäuren (kurz: mRNA), die aus nur rund 22 Bausteinen bestehen, wahrscheinliche eine zentrale Rolle bei der Zellkommunikation spielen. Rund 10 000 mRNAs wurden bislang identifiziert und in einer Online-Datenbank hinterlegt. Von einigen weiß man inzwischen, dass sie das Tumorwachstum bremsen, von anderen, dass sie den Krankheitsprozess beschleunigen können. Erste mRNAs werden zur Diagnose, Klassifikation sowie zur Verlaufsprognose bei Leber-, Lungen- und Eierstockkrebs eingesetzt.

Auf der soeben zu Ende gegangenen Wissenschaftskonferenz AAAS in San Diego hatten Forscher um Professor Victor Velculescu von der Johns-Hopkins-Universität in Baltimore einen neuen Bluttest für Krebskranke vorgestellt. Mit ihm können auch Rückstände von Tumorzellen nachgewiesen werden, die bei bisherigen Testverfahren unsichtbar blieben. Der noch experimentelle Test soll Ärzten helfen, ihre Patienten besser zu überwachen und notfalls früher einzugreifen, um Metastasen vorzubeugen. Patienten, die nach einer Operation bereits krebsfrei sind, könnten weitere Behandlungen erspart bleiben. „Der Test zeigt, wer geheilt ist und wer nicht“, berichtete Velculescu.

Natürlich ist auch die zielgerichtete, molekulare Therapie nicht frei

von Nebenwirkungen. Aber sie sind in der Regel milder aus als bei den herkömmlichen Chemotherapien. Meist werden die beiden Medikamentenklassen miteinander kombiniert, um die Wirksamkeit der giftigen Chemotherapie zu erhöhen. Der Vorteil für den Patienten: In Kombination kann die Chemotherapie deutlich reduziert und mitunter auch die Behandlungszeit verkürzt werden. „Weniger Chemotherapie bedeutet mehr Lebensqualität“, sagte Schmiegel.

Gleichwohl ist die medikamentöse Therapie für den Krebspatienten belastend. Deshalb wäre es wünschenswert, bereits vor Therapiebeginn festzustellen, wer mit großer Wahrscheinlichkeit von einer Behandlung profitieren wird. Dies ist inzwischen in vielen Fällen möglich. Voraussetzung hierfür ist eine molekulargenetische Untersuchung mithilfe sogenannter Genchips („Microarrays“). Mit dieser leistungsfähigen Technologie lassen sich theoretisch Tausende Genaktivitäten gleichzeitig erfassen.

Die Chips nutzen ein relativ einfaches Prinzip: Die Erbinformation (DNA) liegt normalerweise als Doppelstrang vor. Die Microarrays

WELT ONLINE

Mehr über neueste Therapien und Diagnoseverfahren: welt.de/medizin

Die häufigsten Krebsarten

In Deutschland erkranken nach Schätzung des RKI jährlich so viele Menschen an Krebs	
Männer: 229 200	Frauen: 197 600
Prostata	60 100
Darm	36 300
Lunge	32 500
Harnblase	19 400
Leukämien, Lymphome	11 500
Magen	10 600
Niere	10 100
Mundhöhle, Rachen	7900
Haut	7400
Bauchspeicheldrüse	6400
Hoden	5000
Speiseröhre	4100
Nervensystem	3900
Kehlkopf	3400
Schildrüse	1600
Brust	58 000
Darm	32 400
Lunge	14 600
Gebärmutterkörper	11 100
Leukämien, Lymphome	10 600
Eierstöcke	9700
Haut	8500
Harnblase	8100
Magen	7200
Bauchspeicheldrüse	7000
Niere	6400
Gebärmutterhals	5500
Schildrüse	3700
Nervensystem	3300
Mundhöhle, Rachen	2900

Stand 2006 Quelle: Robert-Koch-Institut

Maus mit menschlicher Leber zum Testen von Medikamenten

SAN DIEGO – Amerikanische Biologen haben eine Maus mit einer menschlichen Leber gezüchtet. An ihr wollen die Wissenschaftler vom Salk Institute im kalifornischen San Diego testen, welche Medikamente gegen Hepatitis B und C helfen.

Da sich nur Menschen und Schimpansen mit diesen Krankheiten infizieren können, ist es schwierig, Medikamente zu testen, die gegen die Erkrankung helfen können. Deshalb wollten die Biologen ein Tier mit einer menschlichen Leber züchten. Für das Experiment nahmen die Wissenschaftler eine

Maus, die einen Leberdefekt hatte, der es ermöglichte, dass menschliche Leberzellen auf der Mausleber wuchsen. Diese vermehrten sich schnell, und schließlich bestand die Leber zu 95 Prozent aus menschlichen Zellen. Als die Forscher die Maus mit Hepatitis B und C infizierten, war sie nicht resistent gegen die Viren wie im Normalfall, sondern erkrankte tatsächlich.

Nun hoffen die Wissenschaftler, dass sie Wirkstoffe und Gen-Therapien gegen Erkrankungen wie Hepatitis B und C sowie Leberkrebs an der Maus testen können. *mag*

Virtuelle Rundgänge durch eine historische Stadt

SAARBRÜCKEN – In vielen Archiven lagern Karten, Gemälde und Fotos von alten Stadtbildern. Aus solchen Informationen lassen sich mithilfe von Computern historische Städte digital rekonstruieren. Informatiker der Universität des Saarlands und des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz haben aus alten Plänen, Skizzen und Kupferstichen in mühevoller Kleinarbeit eine virtuelle dreidimensionale Welt der Festungsstadt Saarbrücken erschaffen, wie sie im 17. Jahrhundert erbaut worden war. Maße von Häuserfronten, Gebäudeansichten und sogar die verwendeten Materialien und Farben wurden ermittelt und berücksichtigt.

Anhand des 3-D-Modells lassen sich jetzt per Spezialbrille ganze Straßenzüge der historischen Stadt betrachten. Virtuelle Spaziergänge sind möglich. Das von Professor Phillip Slusallek geleitete Forschungsprojekt wird Anfang März auf der Computermesse Cebit der Öffentlichkeit präsentiert.

„Wir wollen der Bevölkerung die Möglichkeit geben, die einzigartige Geschichte der ehemaligen Festungsstadt virtuell zu erleben“, sagte Projektleiter Georg Demme. Geplant ist, die virtuelle Stadt mit historischen gekleideten Figuren zu bevölkern, die beispielsweise als virtuelle Fremdenführer agieren.

Doch es geht den Forschern nicht nur um Show. Die naturgetreue Simulation des historischen Saarlouis soll den Stadtplanern helfen, die noch vorhandene Festungsstruktur zu bewahren und behutsam für das moderne Stadtbild zu nutzen. *N.L.*



Reise in eine längst vergangene Zeit: Straßenzug im historischen Saarlouis

WISSENSCHAFT

ARCHÄOLOGIE

Runder Aztekentempel
Archäologen haben im Zentrum von Mexiko City die Grundmauern eines runden Aztekentempels entdeckt. Der Forscher Eduardo Matos Moctezuma geht davon aus, dass dieser Tempel dem Gott des Windes geweiht war. Seine Überreste befinden sich nahe der heutigen Kathedrale. Er war Teil der Hauptstadt des Aztekenreiches, Tenochtitlán, und wurde wahrscheinlich Ende des 15. Jahrhunderts kurz vor der Ankunft der Spanier errichtet. Vermutlich war er rund 30 Meter hoch. *dpa*

RAUMFAHRT

Computerfehler auf der ISS
Ein Computerfehler hat am Sonntag kurzfristig für Aufregung in der „Internationalen Raumstation“ (ISS) gesorgt. Die Verbindung zwischen Station und Erde sei kurz unterbrochen gewesen, meldet der Onlinedienst Space.com gestern unter Berufung auf einen Sprecher der amerikanischen Luft- und Raumfahrtbehörde Nasa in Houston. Einer der drei Steuerungs- und Kontrollcomputer sei ausgefallen. Das Reservegerät habe aber die Verbindung nach etwa einer Stunde wiederhergestellt. Das Lebenshaltungssystem der Station sei nicht betroffen gewesen. Für die Mannschaft habe keine Gefahr bestanden. Nach der Ursache für den Ausfall wird noch gesucht. Die Station wird von drei Hauptcomputern gesteuert. Davon ist einer aktiv, der zweite ist Reserve. Der dritte befindet sich im Stand-by-Modus. *dap*

MEDIZIN

Cannabis fördert Schizophrenie
Erwachsene, die an Schizophrenie erkrankt sind, sollten eines auf gar keinen Fall tun: Cannabis rauchen. Das teilte das European Brain Council mit. Schizophrenen sind mit 23 Prozent die häufigsten psychischen Störungen in Europa. Wenn Schizophrenie ihren Cannabis-Konsum einschränken, sei das Risiko eines schizophrenen Anfalls deutlich geringer, schreiben die Experten. *ph*

POLITIK

Forscher schreiben zu viel
Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) will die Publikationsflut eindämmen. Forscher dürfen künftig bei Förderanträgen im Lebenslauf nur noch fünf Arbeiten angeben – „eben jene fünf, die sie selbst für die wichtigsten ihrer wissenschaftlichen Arbeit halten“, sagte gestern DFG-Präsident Matthias Kleiner. Bei Publikationen mit direktem Bezug zum Forschungsprojekt dürfen künftig pro Förderjahr nur noch zwei Veröffentlichungen genannt werden. Ein Forscher, der für drei Jahre Mittel beantragt, darf also sechs Veröffentlichungen nennen. Mit dem Motto „Qualität statt Quantität“ wolle die DFG „Pflöcke gegen die Publikationsflut“ einschlagen, sagte Kleiner. *dpa*

Monogame Frösche

Aus Sorge um den Nachwuchs bleiben manche Amphibien treu

DURHAM – Sein ganzes Fröschleben lang ist ein Pfeilgiftfrosch seiner Lebensgefährtin treu. Biologen um Jason Brown von der Duke-Universität im US-Bundesstaat North Carolina in Durham feiern *Ranitomeya imitator* deshalb als den ersten monogam lebenden Frosch. Sie untersuchten zwölf Froschpaare im peruanischen Regenwald und konnten für elf von ihnen per genetischen Vaterschaftstest beweisen, dass jeweils der gesamte Nachwuchs immer den gleichen Vater und die gleiche Mutter hatte.

Das Geheimnis dieser Froschtreue liegt allerdings kaum in ro-

mantischer Liebe begründet. Vielmehr ist es die Größe der Wasserpfützen, in die der Frosch seinen Laich ablegt, die sie zur lebenslangen Partnertreue bewegt: Zunächst legt das Weibchen nach der Befruchtung seine Eier auf einem Blatt ab. Nach einer Weile trägt das Männchen jede einzelne geschlüpfte Kaulquappe auf seinem Rücken vom Blatt zu einer Pfütze und bewacht den kleinen Pool. Werden die Kinder hungrig, kommt die Mutter und legt ein unbefruchtetes Ei in die Pfütze. Dies verspeisen die Kleinen dann. Die Aufsicht gelang den Fröscheltern nur deshalb, weil sie

zusammenarbeiten, schreiben die Wissenschaftler. Deshalb haben sie keine Zeit, um mit anderen Fröschen fremdzugehen.

Alle anderen Pfeilgiftfrösche ziehen ihren Nachwuchs in fünfmal so großen Pfützen auf, in denen die Kaulquappen mehr Nahrung finden. So muss die Mutter nicht zusätzliche Eier in die Pfütze ablegen, und das Männchen kümmert sich allein um den Nachwuchs. Nur so besteht für Männchen und Weibchen die Gelegenheit, nach anderen Fröschen Ausschau zu halten, und wie die Frösche beweisen: Gelegenheit macht Diebe. *mag*

Wissenschaft:

Telefon: 030 - 25 91 - 7 36 36
Fax: 030 - 25 91 - 7 19 67
E-Mail: wissenschaft@welt.de
Internet: welt.de/wissenschaft