

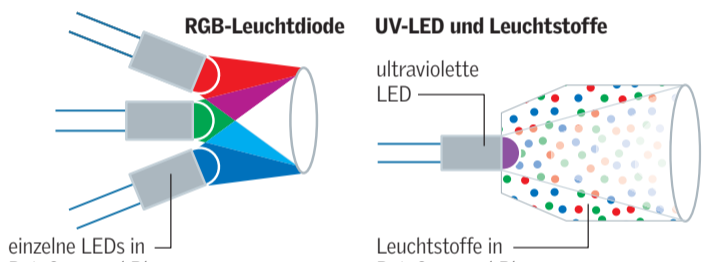
Von der Halbleiterfunzel zum heißen Spot

Noch sind Leuchtdioden kleine, blinkende Lämpchen. Doch bald könnten LEDs die antiquierte Glühbirne ablösen



Es werde hell: LED (Licht emittierende Diode) im Physik-Labor

Zwei Verfahren, um weißes LED-Licht zu erzeugen



Die RGB-Leuchtdiode: Die Einzel-farben Rot, Grün, Blau mischen sich zu einem Weiß. Einsatz: in Displays.

Die ultraviolette LED bestrahlt einen Farbstoffmisch. Er wandelt UV-Licht in weißes um. Einsatz: in Lampen.

Von Frank Grotelüsch, Bremen

Der verflixte Projektor macht, was er will: Erst überspringt das Gerät Folie um Folie, dann blättert es unmotiviert zurück. 700 Fachleute kichern, der Japaner am Rednerpult grinst verlegen, dann murmelt er Entschuldigungen – die Powerpoint-Präsentation scheint ihn zu überfordern. Dennoch: Shuji Nakamura ist der Star der Internationalen Nitrid-Halbleiter-Konferenz, die zur Zeit in Bremen stattfindet. In den 90er Jahren hatte der Physiker die Fachwelt verblüfft, als er im Alleingang eine blau leuchtende Diode entwickelte und damit die Basis für eine mögliche Umwälzung schuf: Künftig sollen Leuchtdioden die Glühbirne ersetzen, um Häuser, Straßen und Wohnzimmer zu erhellen.

In den Industrieländern fließen rund 20 Prozent des elektrischen Stroms in die Beleuchtung. Drei Viertel davon ließen sich sparen, würde man Glühbirnen und Leuchtstoffröhren durch Leuchtdioden ersetzen. „Ihr Wirkungsgrad ist viel höher“, erklärt Nakamura, Forscher im kalifornischen Santa Barbara. „Er liegt bei 50 Prozent, Leuchtdioden wandeln also die Hälfte des eingesetzten Stroms in Licht um.“ Dagegen bringt es eine Glühbirne auf einen Wirkungsgrad von gerade mal fünf Prozent, eine Leuchtstoffröhre schafft 30 Prozent.

Eine Leuchtdiode – kurz LED – ist ein kleiner Elektronikchip aus speziellen Halbleitern wie Galliumarsenid oder Galliumnitrid. Ein elektrischer Strom vermag die Elektronen darin energetisch anzuregen. Kurz darauf regen sich die Elektronen wieder ab und verlieren ihre Energie in Form von Licht. Je nach Material zeigt dieses Licht eine andere Farbe. Schon lange glimmen Dioden aus Galliumarsenid als rote, gelbe oder grüne Signallämpchen in Hi-Fi-Anlagen oder Fernsehern. Mittlerweile haben die Ingenieure die Leuchtkraft der Galliumarsenid-Winlinge soweit gesteigert, dass sie für Ver-

kehrampeln und Bremslichter taugen. Zwar kosten die elektronischen Rotlichter mehr als simple Glühbirnen. Doch sie verbrauchen weniger Energie und halten länger.

Nur: Für Hängelampen und Autoscheinwerfer ist weißes Licht gefragt. Hier kommt Nakamuras Erfindung ins Spiel: Vor zehn Jahren glückte es ihm, den widerständigen Halbleiter Galliumnitrid halbwegs zu domestizieren. Im Gegensatz zum etablierten Galliumarsenid leuchtet Galliumnitrid blau bis ultraviolett. Seine Idee: Lässt man das Licht auf eine dünne Leuchtstoffschicht scheinen, vermag dieser Leuchtstoff die hochenergetische UV-Strahlung in niederenergetisches Weißlicht zu übersetzen. Seit einigen Jahren gibt es weiße LEDs als Fahrradleuchten zu kaufen, in Handys beleuchten sie das Display. Für Abblendlicht und Tischleuchte aber sind sie noch zu schwach. „Ziel ist ein Lichtstrom von 200 Lumen pro Watt“, sagt der Bremer Physiker Detlef Hommel. „Die besten Labor-Prototypen schaffen derzeit erst knapp die Hälfte.“

Denn es ist ausgesprochen knifflig, einen passablen Halbleiterkristall aus Galliumnitrid zu züchten. Bislang dampfen die Experten die Bestandteile Gallium und Stickstoff Schicht für Schicht auf eine Unterlage aus Saphir auf. Doch problematisch ist, dass Saphir eine andere Kristallstruktur als Galliumnitrid besitzt. „Als wollten Sie Kirschen auf eine Kiste Apfelsinen schichten“, erläutert Hommel die Schwierigkeit. Übertragen auf den Halbleiter heißt das: Der entste-

hende Kristall wird spürbar verzerrt und verbogen – was seine Leuchtkraft drastisch reduziert.

Also setzen die Forscher auf eine neue Fertigungsmethode, Homoepitaxie genannt. „Zunächst dampfen wir wie üblich Galliumnitrid auf Saphir auf, lösen dann aber den Saphir vorsichtig vom Halbleiter“, erläutert Jean-Pierre Faurie vom französischen Hersteller Lumilog. Die so erzeugte Halbleiterschicht dient als Unterlage für einen weiteren Bedampfungsschritt, bei dem dann deutlich bessere Galliumnitrid-Kristalle entstehen. „Besonders die Deckschichten des

Kristalls geraten viel gleichmäßiger“, sagt Keith Evans von der US-Firma Kyma Technologies. „Dadurch lassen sich wesentlich hellere Leuchtdioden bauen.“ Doch noch ist die Homoepitaxie zu teuer für den Massenmarkt. „Auf Lampen mit weißem LED-Licht werden wir noch zehn Jahre warten müssen“, sagt Faurie. „Aber dann ist es eine Revolution – ein ebenso großer Sprung wie beim Übergang von der Kerze zur Glühbirne.“

Derweil bastelt Shuji Nakamura schon am nächsten Projekt, einer noch leuchtstärkeren Art von Galliumnitrid. Die heute genutzten Kristalle haben einen Nachteil: Ihre Atome sind so angeordnet, dass sich innerhalb des Kristalls ein elektrisches Feld ausbildet. „Deshalb versuchen wir, Kristalle zu züchten, die kein inneres Feld mehr haben.“ Solche Gebilde könnten deutlich effizienter leuchten, sind aber extrem schwer zu fertigen – selbst für den japanischen Halbleiter-Hexenmeister wird das nicht einfach.

„Ziel ist ein Lichtstrom von 200 Lumen pro Watt“

Detlef Hommel, Physiker

WISSENSWERTES

Batterie aus Kuhmist und Ernteabfall

Aus Dreck Strom machen – diesem Ziel sind US-Forscher einen Schritt näher gekommen. Mikroben im Kuhmist bilden den Schlüssel zu der neuen mikrobiologischen Brennstoffzelle. Die Forscher füllten Zylinder mit der Magenflüssigkeit von Kühen, den Mikroben und mit Ernteabfällen. Den Reaktionsraum trennten sie durch eine Membran, dann schlossen sie zwei Elektroden an. Bei dieser künstlichen Verdauung wanderten Protonen und Elektronen: Eine mikrobiologische Brennstoffzelle war entstanden. Der Stromfluss reichte aus, um eine Batterie mit 1,2 Volt aufzuladen. In ländlichen Regionen könnten so Ernteabfälle in elektrischen Strom umgewandelt werden, schreiben die Forscher.

Oliven gegen Entzündungen

Frisch gepresstes Olivenöl wirkt ähnlich wie ein Schmerzmittel: Es enthält eine Substanz, die wie der pharmazeutische Wirkstoff Ibuprofen gegen Entzündungen vorgeht. Genau wie dieser hemmt auch Oleocantal Cox-Enzyme im Stoffwechsel. Diese Eiweiße sind an bestimmten Entzündungsreaktionen im Körper beteiligt. Gegen akute Schmerzen eignet sich Olivenöl nicht, möglicherweise beuge der regelmäßige Verzehr des Nahrungsmittels aber bestimmten Krebsarten und Herz-Kreislauf-Leiden vor, schreibt ein internationales Forscherteam im Fachblatt „Nature“.

Doppelanalyse gegen Bioterror

Ein neues Verfahren soll einen möglichen Terrorangriff mit Coxiella-burnetii-Bakterien frühzeitig erkennen. Mit einer Kombination aus chemischer und mathematischer Analyse ließen sich die Erreger schnell aufspüren und klassifizieren, so der US-Forscher Facundo Fernandez. Die Bakterien lösen das potentiell tödliche Q-Fieber aus.

Kontakt: wissenschaft@ftd.de

Ein Haus aus Baumgras

In Deutschland entsteht derzeit das erste Gewerbegebäude aus Bambus und Stroh

Von Nicola Kuhrt

In Deutschland gilt das Baumgras als Exot: Schließlich kommt der Bambus ursprünglich aus Asien. Mittlerweile hat sich die Pflanze in vielen Vorgärten als Zierbegrünung breit gemacht. Doch nun entdecken die Deutschen, dass Bambus auch ein wunderbarer Baustoff ist: Kein natürliches Material wächst schneller und besitzt mehr Elastizität, Härte und Festigkeit. In Südamerika, Afrika und Asien werden die Stängel des Baumgrases daher traditionell zum Hausbau verwendet. Jetzt entsteht hier zu Lande das erste Bambusgebäude, in Darmstadt wurde gerade Richtfest gefeiert. Bereits im Oktober soll das Haus bezugsfertig sein.

Die tragende Konstruktion besteht aus 33 Bambusstützen. Sie sind 3,10 Meter hoch und haben einen Durchmesser von zwölf Zentimetern. Auf den Stützen liegt die Dachkonstruktion aus Holz auf. Gedämmt wird das Dach innen durch Hanf, von außen durch Grasbewuchs. Die Wände bestehen aus Strohballen, die mit einem Lehmgemisch verputzt werden. Sie erreichen im Endzustand eine Dicke von 40 Zentimetern. Das ist das Standardmaß für ein Energiesparhaus. Der Grundriss sieht von oben aus wie ein Kleeblatt, die 90 Quadratmeter Grundfläche sollen so aufgeteilt werden, dass ein großer Besprechungsraum und drei kleinere Zimmer entstehen.

Das Bambushaus ist nicht nur ein ökologi-

scher Traum. Die Materialkosten sind zudem recht gering. „Die Strohballen: 1600 €, Lehm für die Wände: 2500 €, das unbearbeitete Bambusrohr 100 € pro Stück“, zählt Architektin Susanne Körner von Shakti Architecture auf. Allerdings sind spezialisierte Handwerker vonnöten, um ein solches Projekt zu realisieren. Außerdem musste in Darmstadt der Boden des Grundstücks verdichtet werden. Daher liegen die Baukosten in diesem Fall mit rund 266 000 € höher als bei einem konventionellen Haus. Hinzu kommt, dass Bambus in Deutschland als Baustoff noch nicht zugelassen ist. Deshalb musste das zuständige Ministerium für Wirtschaft und Technik in Wiesbaden dem Projekt zustimmen.

Um die Bambuskonstruktion zu stabilisieren, verwenden Asiaten traditionell Seile: Die Rohre werden damit festgezurr. Die modernere Technik, die Stäbe zu verschrauben,

lässt ebenfalls eine Schwachstelle an der Verbindung entstehen. Die Tragfähigkeit des einzelnen Bambusrohrs, das über eine Zugfestigkeit von Stahl verfügt, kann so nicht ausgenutzt werden.

Um dieses Problem zu lösen und um flexibler bauen zu können, entwickelte Evelin Rottke vom Lehrstuhl für Tragkonstruktionen der RWTH Aachen den so genannten konischen Stabanschluss. Das Prinzip ist einfach: Das Ende eines Stabs wird auf einen vordefinierten Durchmesser verjüngt und dann umwickelt. In das Innere des Rohrs wird das gewünschte Verbindungselement aus Stahl, etwa eine Schraube oder ein Innengewinde, eingelegt und mit Beton fest eingegossen. So kann sich der Bambus bei Belastung nicht spalten.

Christoph Tönges, der als Student an der Entwicklung des konischen Stabanschlusses beteiligt war, hat mittlerweile ein eigenes Unternehmen, Conbam, gegründet. Beim Bambushaus in Darmstadt setzte er diese Technik ein: Am unteren Ende verband er die Bambusträger mit Fußplatten aus Stahl, am oberen Ende mit so genannten Balkenschuhen, in denen die Hölzer der Dachkonstruktion aufliegen.

Ingenieurin Rottke hält Bambus für haltbar und auch sicher genug für den Hausbau. Generell sei Bambus zwar brennbar, aber schwer entzündlich: „Bambus ist ein fantastisches Baumaterial, das sich auch in Deutschland weiter durchsetzen wird.“



Aus der Vogelperspektive gesehen: Bambushaus in Darmstadt

Jetzt am Kiosk:



Außerdem im Heft:
Wie sich der Wahlausgang auf die Börse auswirkt
Pflegeversicherung: Was Pflege kostet

Capital

Keine Fragen mehr.