

Wissen

Nobelpreis für Physik

Das Wunderlicht

Das Nobelpreiskomitee zeichnet drei Japaner für die Erfindung der blauen Leuchtdiode aus. Diese hat energieeffizientes und trotzdem angenehmes LED-Licht erst möglich gemacht.

Frank Grotelüsch

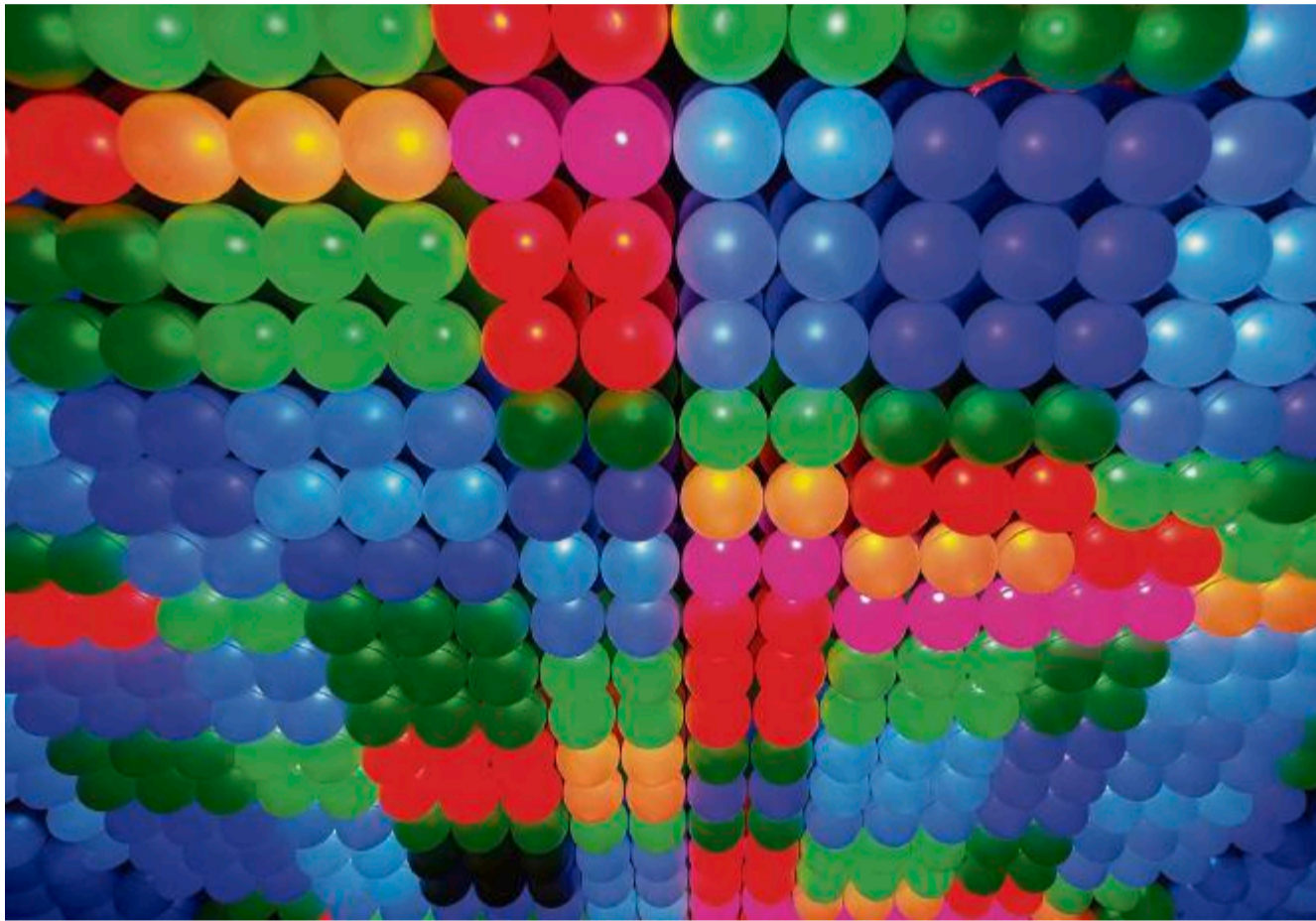
Die Lampe im Wohnzimmer, der Scheinwerfer im Auto, die Bildschirme von Handys und Fernsehgeräten - vieles davon basiert heute auf einer Errungenschaft, für die drei japanische Forscher den diesjährigen Physiknobelpreis erhalten: Vor 20 Jahren hatten Isamu Akasaki, Hiroshi Amano und Shuji Nakamura die blaue Leuchtdiode entwickelt. Für die LED-Technik bedeutete das einen Durchbruch. Zwar waren rote und grüne Leuchtdioden bereits in den 60er-Jahren auf den Markt gekommen, etwa als Signallämpchen in Armaturenblettern und Stereoanlagen. Doch erst die Erfindung der drei Japaner machte es möglich, weisses Licht mit LEDs zu erzeugen - und damit Lampen, Scheinwerfer und Bildschirme mit dieser Technik auszustatten.

Eine Leuchtdiode ist wie ein Sandwich, im einfachsten Fall besteht sie aus drei Schichten. Schickt man Strom hindurch, sammeln sich in der einen Deckschicht die Elektronen, also negative elektrische Ladungen. In der anderen Deckschicht reichern sich positive Ladungen an, sogenannte Löcher. Zwischen den Deckschichten - quasi als Wurstscheibe - befindet sich die aktive Schicht: In sie können Löcher und Elektronen «hineinfallen» und aufeinandertreffen, wobei sie Energie in Form eines kurzen Lichtblitzes abgeben. Anders als bei einer Glühlampe heizt sich das Material kaum auf - was eine LED bis zu 20-mal effizienter macht als eine Glühlampe.

Aussichtsloses Material

Für rote LEDs hatten Forscher schon früh ein probates Material in der Hand, den Halbleiter Galliumarsenid. Blaues Licht hingegen lässt sich damit nicht erzeugen, dazu ist die «Sprunghöhe» von Elektronen und Löchern schlicht zu klein. Also musste die Fachwelt nach einem anderen Material fahnden. In den späten 80er-Jahren setzten die meisten Forscher auf Zinkselenid, eine Verbindung aus Zink und Selen. Nur wenige Experten versuchten es mit einem anderen Werkstoff - Galliumnitrid. «1989 habe ich begonnen, mit Galliumnitrid zu experimentieren», erinnert sich der heute 60-jährige Shuji Nakamura. «Das ist eine Verbindung von Gallium und Stickstoff, die als ziemlich aussichtsloses Material galt.» Der Grund: Damals schien es schlicht zu schwierig, Kristalle von ausreichender Qualität zu züchten - die Voraussetzung für das Funktionieren einer LED.

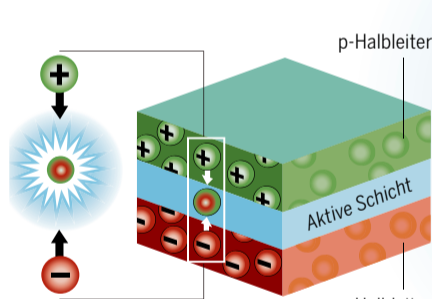
Dennoch gab Nakamura nicht auf - ebenso wenig wie der heute 85-jährige Isamu Akasaki sowie sein Doktorand Hiroshi Amano, mittlerweile 54 Jahre alt. Die beiden forschten als Team an der



Die sparsame und langlebige LED-Technologie setzt sich auf breiter Front durch. Foto: Paul Brown (Alamy)

So funktioniert die blaue LED-Leuchtdiode

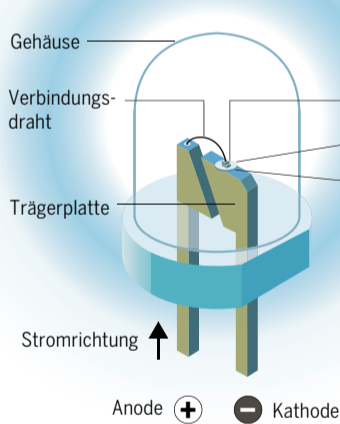
Grundprinzip der Leuchtdiode



Unter Spannung treffen negativ geladene Elektronen (-) aus dem n-Halbleiter auf Atome mit Elektronenmangel (+) aus dem p-Halbleiter. Dabei wird in der aktiven Schicht Licht emittiert.

TA-Grafik kmh / Quelle: Nobelprice.org

Die blaue Leuchtdiode

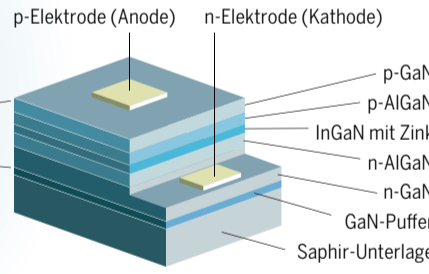


Universität Nagoya, unabhängig von ihnen suchte Nakamura in den Labors der japanischen Firma Nichia nach einer Lösung. Das Ergebnis: 1992 leuchtete im Labor erstmals eine blaue LED aus Galliumnitrid auf. Damit hatten die Japaner das Rennen gegen die Mainstream-Frak-

tion gewonnen - gegen diejenigen Forscher, die auf das Material Zinkselenid gesetzt hatten.

Bereits kurze Zeit später, 1995, verblüffte Nakamura die Fachwelt mit einer weiteren Innovation - der blauen Laserdiode. Hier dient eine blaue LED als

Die Wellenlänge des emittierten Lichtes hängt allein von der Zusammensetzung der Halbleiter ab.



Die preisgekrönte blaue Diode besteht aus verschiedenen Gallium-Nitrid-Schichten (GaN), zum Teil gemischt mit Indium- (In) und Aluminiumlegierungen (Al).

Lichtquelle, und eine raffinierte Anordnung aus hauchdünnen Halbleiterschichten sorgt dafür, dass das Licht aus der LED quasi im Gleichschritt marschiert - das Kennzeichen von Laserlicht. Jahrelang war Nakamura der einzige Mensch auf der Welt, der wusste, wie man solche



Isamu Akasaki

Der 85-jährige Akasaki war es gewohnt, im Labor zu übernachten. Seit 1992 ist er Professor an der Universität Meijo sowie emeritierter Professor der Universität von Nagoya.



Hiroshi Amano

Der 54-jährige Japaner war der Doktorand von Isamu Akasaki. Heute ist er Professor an der Universität von Nagoya.



Shuji Nakamura

Der 1954 geborene Nakamura hat mittlerweile die amerikanische Staatsbürgerschaft angenommen und ist Professor an der University of California in Santa Barbara.

blauen Laserchips herstellt - was ihm in der Branche den Ruf eines Hexenmeisters einbrachte. Heute kommen die blauen Laser unter anderem beim Abtasten von Blu-Ray-Discs zum Einsatz, einer Weiterentwicklung der DVD.

Als die Forscher angingen, mithilfe der blauen LED eine weisse Lichtquelle zu entwickeln, kombinierten sie zunächst auf einem einzigen Chip blaue, rote und grüne LED miteinander, deren Licht sich zu weissem Licht mischte. Doch mittlerweile ist die Fachwelt auf eine andere Technik umgeschwenkt. Als Ausgangspunkt dient eine Weiterentwicklung der blauen LED - eine Leuchtdiode, die im Ultravioletten strahlt. Deren UV-Licht beleuchtet eine spezielle Farbstoff-Schicht, die wiederum das UV-Licht in weisses Licht umwandelt. Über die Wahl des Farbstoffes lässt sich einstellen, welche Farbtemperatur das Licht haben soll - ein eher kaltes Weiss fürs Büro oder ein warmes Weiss für die behagliche Atmosphäre im Wohnzimmer.

Bilder Die Medizin- und Physik-Nobelpreisträger der Schweiz

www.nobelpreise.derbund.ch

Der Nobelpreisträger, der mit 200 Franken abgespeist wurde

Shuji Nakamuras Karriere in Japan wirft ein düsteres Licht auf die dortigen Verhältnisse.

Christoph Neidhart

Tokio

Hätte sich Shuji Nakamura nicht schon als junger Ingenieur in den Zwängen der japanischen Gesellschaft widersetzt, er hätte seine Erfindung nie gemacht. Dabei war dem Studienabgänger aus Ikata, einem Fischerdorf auf der kleinen Insel Shikoku, gar nicht bewusst, dass er sich auflehnte.

Nach dem Elektronik-Studium an der Provinz-Hochschule Tokushima wollte Nakamura in die Halbleiterforschung. Dazu hätte er zu einem Grosskonzern nach Tokio gehen müssen. «Aber ich war als Mittelschüler auf Klassenreise dort und fand die Grossstadt schrecklich»,

erzählt der einstige Landjunge. Ausserdem hatte er gehört, diese Konzerne schickten die meisten Forscher über 40 in die Verwaltung. Das fand er grauhaft. Sein Professor vermittelte ihn stattdessen an einen alten Freund, Nobu Ogawa, der in Tokushima eine Lampenfabrik namens Nichia besass. Der Alte stockte für Nakamura seine Forschungsabteilung auf: von zwei auf drei Leute.

Nichia produzierte Leuchtstoffröhren, aber das Geschäft lief schlecht. Ogawa brauchte etwas Neues, deshalb liess er den jungen Nakamura mit Halbleitern probieren. Der stand jeden Tag 12 Stunden im Labor, auch sonntags. Und bald allein, die zwei Kollegen mussten auch hier in die Verwaltung. Nach drei Jahren hatte er ein Verfahren für rote Dioden ausgetüftelt, aber Toshiba war schneller und schnappte Nichia Patente und Profite weg. Mit der infraroten Diode wiederholte sich das.

Aus purer Verzweiflung, erzählte Nakamura später, habe er dem alten Ogawa den Vorschlag gemacht, eine blaue Diode aus Galliumnitrid zu entwickeln. Daran waren alle Grossen gescheitert, sie hatten sogar bewiesen, dass es gar nicht gehe. Also gab es da keine Konkurrenz. In der Forschungswelt wurde Nakamura zudem gar nicht wahrgenommen; er hatte keinen Doktor und durfte nicht publizieren, Nichia behandelte seine Patente als Geschäftsgeheimnis.

Zu Nakamuras Überraschung wollte der Alte nur wissen, was das kostete. 1993 schaffte der Ingenieur den Durchbruch: seine Kristalle leuchteten blau.

Vom Arbeitgeber ausgenutzt

Zuletzt hatte Nakamura vor allem in den Abendstunden daran gearbeitet. Die Firma hatte aufgeben wollen. Zum Glück blieb der Forscher dran: Seine Erfindung vervielfachte Nichias Umsätze,

das Provinzunternehmen wurde zum Marktführer. Es hält heute 80 Nakamura-Patente. Seine Kristalle stecken in Smartphones, DVD-Geräten, Lampen, Lichtsignalen und Reklame-Anzeigen. Nakamura wurde dafür mit einer Prämie von 200 Franken abgespeist.

1999 erhielt Nakamura, inzwischen 45, eine Professur an der University of California Santa Barbara. Nichia verabschiedete ihn freundlich. Doch zwei Jahre später verklagte ihn die Firma, er habe Geschäftsgeheimnisse verraten. Erst jetzt, so Nakamura, sei ihm klar geworden, wie sehr ihn Nichia ausgenutzt hatte. Er verklagte die Firma auf 20 Milliarden Yen, etwa 200 Millionen Franken. So etwas hatte Japan noch nie gesehen. Umso sensationeller war, dass das Bezirksgericht in Tokio ihm recht gab. Es stünden ihm sogar 750 Millionen Franken zu, hiess es im Urteil, aber er habe nur auf 200 Millionen geklagt.

Nichia hetzte öffentlich gegen Nakamura und ging in Berufung. In Japan gilt: Je höher das Gericht, desto eher urteilt es zugunsten einer Firma oder des Staates. Der Berufungsrichter drängte zum Vergleich, Nakamura musste sich mit 10 Millionen Franken zufriedengeben. Gleichwohl hat der Prozess Japans Establishment geschokt: Erstmals hatte sich ein Einzelner erfolgreich gegen die «Japan AG» gewehrt. Nakamura wurde zum scharfen Kritiker von Japans verkalkten Strukturen, die Aussenseiter zu unterdrücken suchen. Seine Erfindung mag die Welt verändern, «Japan ändert sich nicht, sonst wäre es nicht mehr Japan.»

Ein Nichia-Sprecher sagte am Dienstag, die Firma sei stolz, dass die Forschung für einen Nobelpreis in ihrem Labor gemacht worden sei. Aber das sei nicht Nakamura allein gewesen, sondern viele Nichia-Mitarbeiter. In der Ein-Mann-Forschungsabteilung.