

PHYSIKonkret

Nr. 26
Oktober 2015

LEDs – Physiknobelpreis 2014 für alltagstaugliche Beleuchtung höchster Effizienz

Für die Entwicklung extrem effizienter und langlebiger blau leuchtender Halbleiter-Leuchtdioden (LEDs) erhielten die drei japanischen Forscher Isamu Akasaki, Hiroshi Amano und Shuji Nakamura den Physiknobelpreis des Jahres 2014. Sie hatten es um 1990 geschafft, aus dem halbleitenden Material Galliumnitrid (GaN) Leuchtdioden für blaues Licht herzustellen. Über einen technischen Kniff ließen sich damit erstmalig effiziente und robuste LEDs für weißes Licht herstellen [1], das dem Sonnenlicht ähnelt. Sie stecken mittlerweile in Taschenlampen, Autoscheinwerfern, Straßenbeleuchtungen oder ähnlichen Massenprodukten.

Halbleiter-Leuchtdioden benötigen ein Material mit einer passenden energetischen Bandlücke zwischen dem sogenannten Valenz- und Leitungsband, in dem sich die Elektronen des Festkörpers aufhalten können. Der Abstand der Bandlücke bestimmt die Wellenlänge des erzeugten Lichtes und damit dessen Farbe. GaN und ähnliche Materialien waren bereits in den siebziger Jahren als hervorragende Kandidaten für die Erzeugung blauen Lichtes identifiziert worden; sie ließen sich jedoch trotz größter Anstrengungen technisch lange nicht beherrschen. Wesentlicher Grund war das Fehlen eines passenden

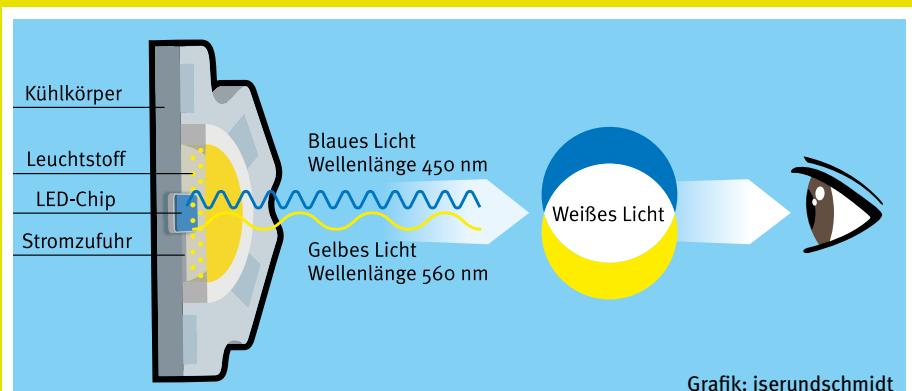
Substratmaterials. Akasaki und Amano entwickelten nun einen Prozess, der es erlaubt, auf einem kristallinen Substrat mit stark abweichender Gitterkonstante glatte und nahezu perfekte kristalline GaN-Schichten herzustellen. Diese konnten sie nach Wunsch dotieren. Als Industrieforscher setzte Nakamura diese Erkenntnisse um und entwickelte



„Die Beherrschung von GaN ist eine außerordentliche materialwissenschaftliche Leistung. LEDs revolutionieren die Beleuchtungstechnik. Bald werden sie die Beleuchtung dominieren.“

Edward G. Krubasik, Präsident der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Abb. 1: Blaue Leuchtdiode



Grafik: iserundschmidt

Aus blauem Licht wird weißes. Dazu regt das blaue einen Leuchtstoff an, der gelbes Licht abstrahlt. Beide überlagern sich und erscheinen weiß.

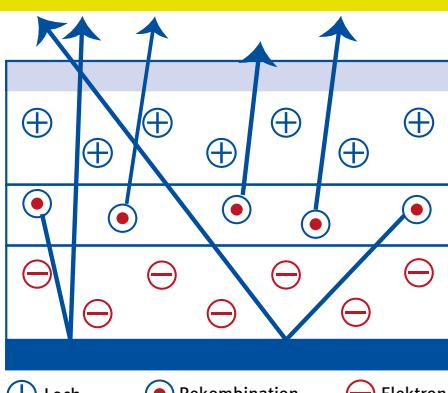
brauchbare Leuchtdioden mit passenden aktiven Zonen und ausreichender Effizienz [2].

In den vergangenen zwanzig Jahren haben sich weiße Leuchtdioden zu extrem effizienten Lichtquellen entwickelt. Ihr geschicktes Chipdesign erlaubt heute, dass bis zu 90 % des erzeugten Lichtes nach außen abgestrahlt wird. Im Labor erreichen sie mittlerweile Wirkungsgrade von über 75 %. Industriefirmen arbeiten zudem weltweit daran, die Herstellungskosten weiter massiv zu senken.

Gehäuse einen Leuchtstoff einzubauen, der einen Teil des blauen Lichtes in gelbes umwandelt (s. Abb. 1).

Die Mischung aus blauem und gelbem Licht wird vom menschlichen Auge als weiß empfunden. Experten gehen davon aus, dass Leuchtdioden bis Ende unseres Jahrzehnts den Markt der Weißlichtquellen dominieren. Wegen ihrer hohen Effizienz ließen sich etwa 10 – 15 % des weltweiten elektrischen Energieverbrauchs einsparen, was allein in den USA rund 50 große Kraftwerke überflüssig machen würde. So mit erfüllen die drei Nobelpreisträger vorzüglich Alfred Nobels Forderung „besonders zum Wohle der Menschheit beigetragen“ zu haben.

Abb. 2: Aufbau einer LED



Bei der Vereinigung (Rekombination) von Elektronen und „Löchern“ wird Licht erzeugt. Bei den „Löchern“ fehlen Elektronen im Festkörper.

transparente Leiterschicht (ITO)
p-dotierte Schicht
Aktive Zone
n-dotierte Schicht
Leiterschicht

Der Trick, aus blau strahlenden Leuchtdioden weißes Licht herzustellen, besteht darin, in das

Literatur:

- [1] Physikkonkret Nr. 17, Juli 2013
- [2] H. Riechert, Physik Journal, Dez. 2014

Deutsche Physikalische Gesellschaft

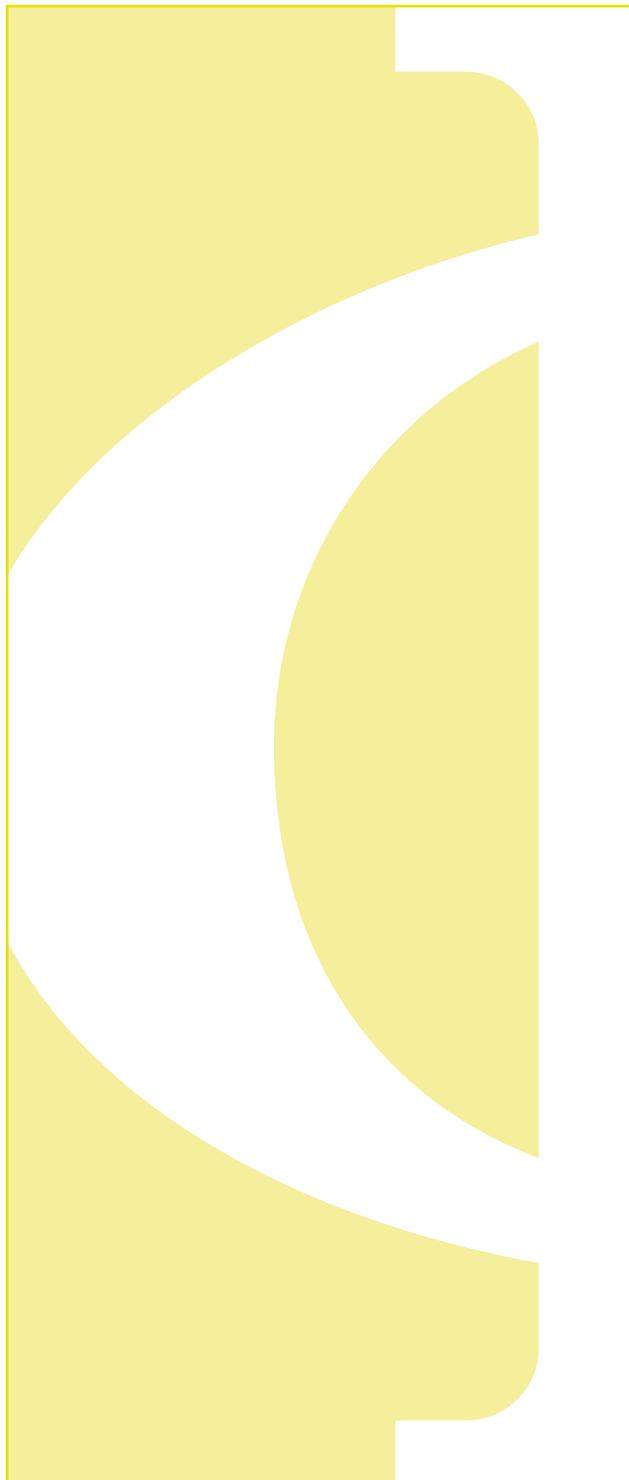
Die Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V. (DPG), deren Tradition bis in das Jahr 1845 zurückreicht, ist die älteste nationale und mit mehr als 62.000 Mitgliedern auch die größte physikalische Fachgesellschaft weltweit. Sie versteht sich als Forum und Sprachrohr der Physik und verfolgt als gemeinnütziger Verein keine wirtschaftlichen Interessen. Die DPG unterstützt den Gedankenaustausch innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft mit Tagungen und Publikationen. Sie engagiert sich in der gesellschaftspolitischen Diskussion zu Themen wie Nachwuchsförderung, Chancengleichheit, Klimaschutz, Energieversorgung und Rüstungskontrolle. Sie fördert den Physikunterricht und möchte darüber hinaus allen Neugierigen ein Fenster zur Physik öffnen.

In der DPG sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Studierende, Lehrerinnen und Lehrer, in der Industrie tätige oder einfach nur an Physik interessierte Personen ebenso vertreten wie Patentanwälte und Wissenschaftsjournalisten. Gegenwärtig hat die DPG neun Nobelpreisträger in ihren Reihen. Weltberühmte Mitglieder hatte die DPG immer schon. So waren Albert Einstein, Hermann von Helmholtz und Max Planck einst Präsidenten der DPG.

Die DPG finanziert sich im Wesentlichen aus Mitgliedsbeiträgen. Ihre Aktivitäten werden außerdem von Bundes- und Landeseite sowie von gemeinnützigen Organisationen gefördert. Besonders eng kooperiert die DPG mit der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.

Die DPG-Geschäftsstelle hat ihren Sitz im Physikzentrum Bad Honnef in unmittelbarer Nähe zur Universitäts- und Bundesstadt Bonn. Das Physikzentrum ist nicht nur ein Begegnungs- und Diskussionsforum von herausragender Bedeutung für die Physik in Deutschland, sondern auch Markenzeichen der Physik auf internationalem Niveau. Hier treffen sich Studierende und Spitzenwissenschaftler bis hin zum Nobelpreisträger zum wissenschaftlichen Gedankenaustausch. Auch Lehrerinnen und Lehrer reisen immer wieder gerne nach Bad Honnef, um sich in den Seminaren der DPG fachlich und didaktisch fortzubilden.

In der Bundeshauptstadt ist die DPG ebenfalls präsent. Denn seit ihrer Vereinigung mit der Physikalischen Gesellschaft der DDR im Jahre 1990 unterhält sie das Berliner Magnus-Haus. Dieses 1760 vollendete Stadtpalais, das den Namen des Naturforschers Gustav Magnus trägt, ist eng mit der Geschichte der DPG verbunden: Aus einem Gelehrtentreffen, das hier regelmäßig stattfand, ging im Jahre 1845 die „Physikalische Gesellschaft zu Berlin“, später die DPG hervor. Heute finden hier Kolloquien und Vorträge zu physikalischen und gesellschaftspolitischen Themen statt. Gleichzeitig befindet sich im Magnus-Haus auch das historische Archiv der DPG.



Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V.

Geschäftsstelle Tel.: 02224 / 92 32 - 0
Hauptstraße 5 Fax: 02224 / 92 32 - 50
53604 Bad Honnef E-Mail: dpg@dpg-physik.de

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft dankt
Henning Riechert vom
Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Berlin
für die wissenschaftliche Beratung