Zeitschrift: astro sapiens : die Zeitschrift von und für Amateur-Astronomen
Band: 5 (1995)
Heft: 1

Artikel: Eine Laserdiode als künstlicher Stern
Autor: Howald, Lukas
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-896787

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 18.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Eine Laserdiode als künstlicher Stern

Lukas Howald

Seit kurzer Zeit sind Halbleiterlaser zu erschwinglichen Preisen auf dem Markt erhältlich. Sie eignen sich vorzüglich als helle und extrem kleine künstliche Sterne für den Foucault-Test und den Sterntest. In diesem Artikel möchte ich die einfache elektronische Schaltung beschreiben, die sich bei der 6. Starparty auf dem Hohberg sehr gut bewährt hat. Mit dem kleinen Gerät konnten die Teleskope bequem und mitten am Tag getestet werden. Neben dem Bauplan und der Funktionsweise sollen auch Aspekte der Sicherheit zur Sprache kommen.

Eigenschaften von Laserdioden

Laserdioden senden aus einer sehr kleinen Fläche monochromatisches Licht aus. Im Gegensatz zu den herkömmlichen Gaslasern tritt dieses Licht aber nicht als paralleler Strahl, sondern als weit aufgefächerter Lichtkegel aus der Quelle. Erst mit einer zusätzlichen Linsenoptik wird ein gebündelter Strahl erreicht (wie z.B. bei Laserzeigern für Diavorträge). Für den Einsatz als künstlichen Stern wird diese zusätzliche Optik jedoch nicht benötigt! Anhand der

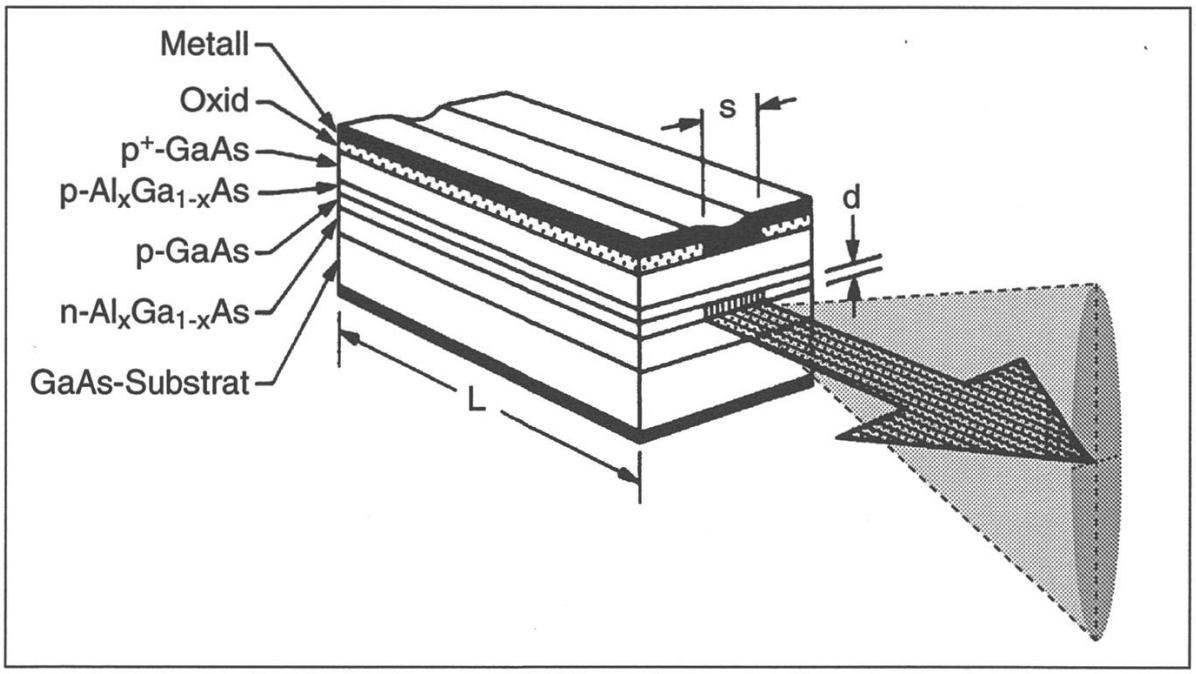

Abb. 1: Schichtaufbau der Laserdiode. Typische Dimensionen sind L = 1 mm, s = 10 µm und d = 1 µm. Das monochromatische Licht verlässt die Stirnseite des Bauteils als ovaler Kegel.

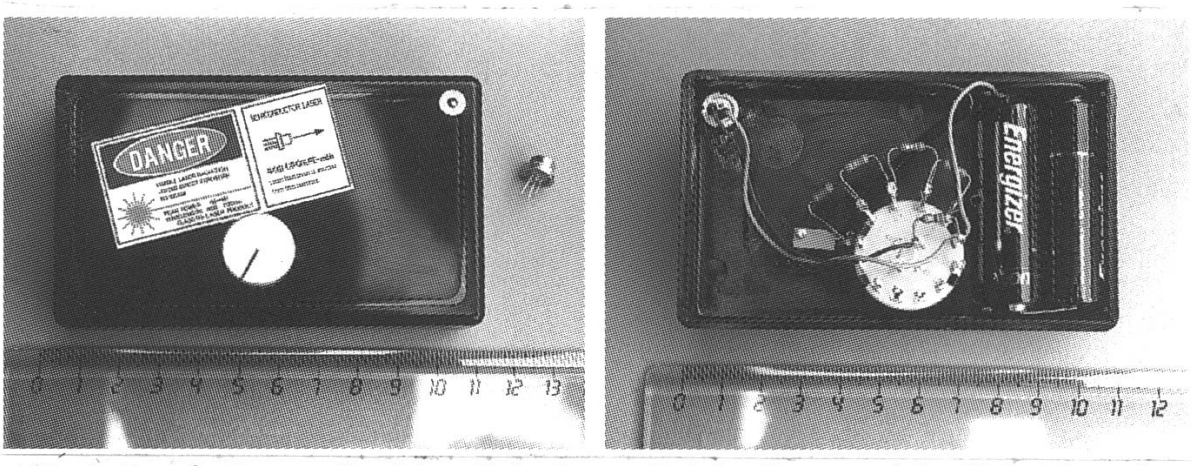

Abb. 2: Der fertiggestellte künstliche Stern. Bei der Frontansicht (links) ist neben dem Gehäuse eine einzelne Laserdiode zu sehen.

Laserdiode TOLD 9211 von Toshiba möchte ich im folgenden die optischen und elektrischen Eigenschaften dieser Bauteile erläutern.

Das Gehäuse der Lichtquelle hat etwa 9 mm Durchmesser und 5 mm Länge. Auf der Vorderseite ist ein kleines optisches Fenster eingelassen und an der Rückseite sind drei Anschlussdrähte zu finden. Das Innere ist ziemlich leer, da das eigentliche Halbleiterstückchen weniger als einen Kubikmillimeter misst. Die aus dotiertem Galliumarsenid hergestellte Schichtstruktur ist ein hochgezüchtetes Erzeugnis der modernen Halbleitertechnik. In Abb. 1 ist der Aufbau schematisch dargestellt. Die Schichtstruktur ist so aufgebaut, dass das Licht einer Leuchtdiode in einem engen Kanal zwischen den beiden Endflächen des kleinen Quaders hin und her reflektiert wird und dabei neue Lichtübergänge stimuliert (LASER = light amplification by stimulated emission of radiation). Ein Teil des Lichts verlässt das Bauteil durch die halbverspiegelte Stirnseite. Die so erzielte Leuchtdichte ist ungleich grösser als bei einer normalen Leuchtdiode (LED). LED's werden meist als Flächenemitter mit einer leuchtenden Fläche von zirka 1 mm^2 angeboten. Die Laserdiode TOLD 9211 wird als Kantenemitter bezeichnet. Ihre leuchtende Fläche ist ein Streifen von etwa 1 µm Dicke und 10 µm Breite, aus dem bis zu 4 mW Lichtleistung austritt! Aus 20 m Distanz betrachtet, ergibt dies eine maximale Winkelausdehnung von sagenhaften 0.1 Bogensekunden. Aufgrund der Lichtbeugung tritt das rote Laserlicht (Wellenlänge 670 nm) als ovaler Kegel aus. Senkrecht zum leuchtenden Streifen ist der Kegel rund 35° und parallel zum Streifen 8° aufgeweitet (beide Winkel sind als Halbwertsbreiten zu verstehen). Die Laserdiode leuchtet also einen ganzen Winkelbereich aus, so dass mehrere Teleskope gleichzeitig auf die Punktquelle schauen können. Der relativ grosse Öffnungswinkel

entschärft auch die Gefahr einer Blendung des Auges, da von blossem Auge und auch mit Teleskopen meist nur ein kleiner Teil der gesamten Lichtleistung aufgefangen wird. Selbstverständlich soll die Laserdiode niemals nahe vor das Auge gehalten werden (also vor dem Zugriff von Kindern schützen!) und bei besonders kurzbrennweitigen Teleskopen grosser Öffnung ist etwas Vorsicht geboten.

Die Kennlinie der Laserdiode ist in Abb. 3 dargestellt. Bei zunehmendem Versorgungsstrom steigt die Lichtleistung anfangs gleichmässig aber schwach. Ab einem gewissen Schwellwert (engl. threshold) beginnt der eigentliche Betrieb des Lasers und die Lichtleistung nimmt schlagartig zu. Da sich die Spannung über der Laserdiode (typisch 2.3 V) nur wenig ändert, wird die Helligkeit immer über den Strom kontrolliert.

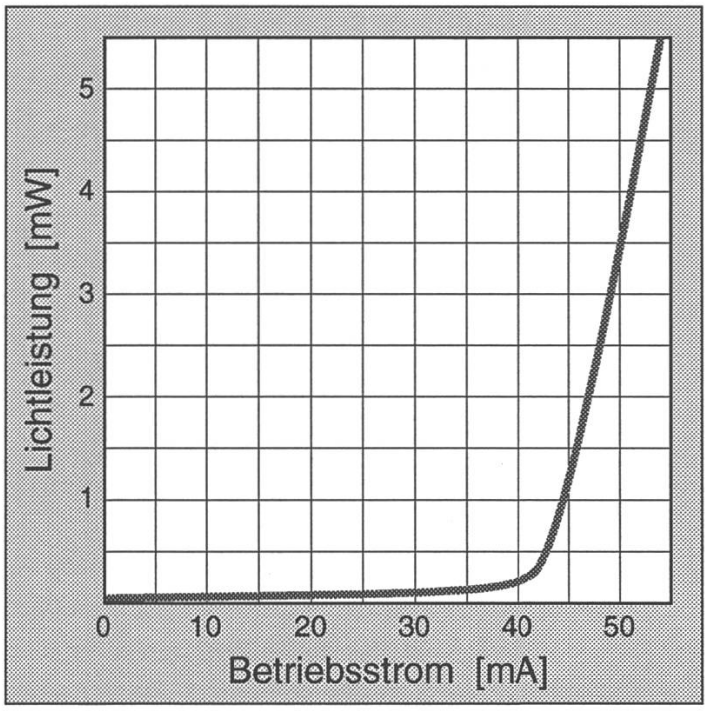

Abb. 3: Die Kennlinie der Laserdiode zeigt mit zunehmendem Betriebsstrom zuerst einen schwachen Anstieg und ab einem gewissen Schwellwert (hier 42 mA) einen starken Anstieg der Lichtleistung. Der Schwellwert ist für jede einzelne Diode etwas anders und verschiebt sich bei erhöhter Gehäusetemperatur zu grösseren Strömen.

Die Versorgungsschaltung für die Laserdiode kann sehr einfach gehalten werden. Sie sollte eine Helligkeitsregelung und ein sicheres Ein- und Ausschalten des Gerätes ermöglichen. Laserdioden sind *extrem empfindlich gegen Stromspitzen und statische Aufladung*. Ich empfehle, aus bitterer Erfahrung, niemals Netzgeräte für die Stromversorgung, sondern Batterien oder Akkus zu verwenden. Da der Betriebsstrom der TOLD-Laserdiode nur 30 bis 50 mA beträgt, reichen gute Batterien der Grösse Mignon (oder AA) für 20 Betriebsstunden und mehr. Für das Auspacken und Montieren der Diode gelten die gleichen Vorsichtsmassnahmen wie für CMOS-Bauteile. Man soll also statische Aufladung von Bürostühlen oder Kunststoffunterlagen vermeiden und sich über einen Schutzwiderstand (1 MΩ) erden oder zumindest auf gleiches Potential wie die leitende Ver-

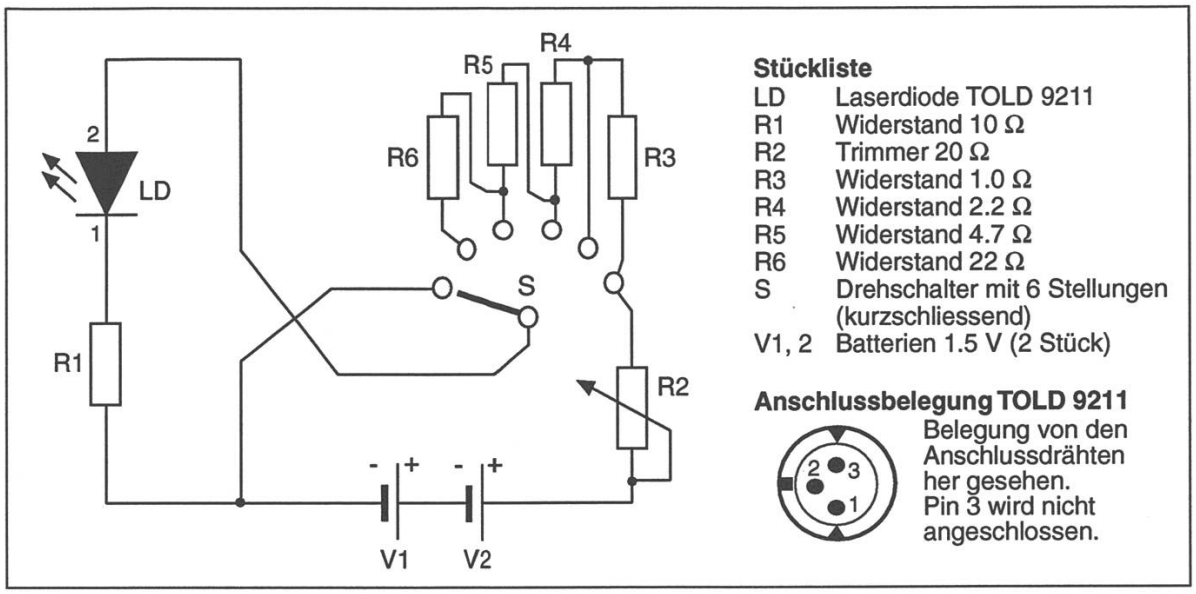

Abb. 4: Schaltplan und Stückliste für die einfache Versorgungsschaltung.

packung der Diode legen. Die Anschlussdrähte sollte man nicht unnötig berühren und falls die Kontakte gelötet werden, darf nur ein Niederspannungs-Lötkolben zum Einsatz kommen. Die Anschlüsse werden mit Vorteil gesteckt. Es gibt spezielle dreipolige Transistorsokkel, die auf die Diode passen. Gerade so gut können aber auch einzelne Stecksockel von integrierten Schaltungen benützt werden.

Beschreibung des Schaltplans

Die Schaltung (Abb. 4) wird mit zwei 1.5-V-Batterien betrieben. Der maximale Betriebsstrom wird von R1 und R2 begrenzt. Bei Bedarf kann der Spannungsabfall über R1 zur Messung des Stromes herangezogen werden (I=U/10 Ω oder 0.1 V entsprechen 10 mA). Der Trimmer R2 sollte etwas versteckt eingebaut werden, damit der Maximalstrom nicht versehentlich verstellt werden kann. Mit dem Drehschalter wird das Gerät eingeschaltet und die Helligkeit in Stufen bis zum Maximalwert gesteuert. Die optimale Abstufung hängt etwas vom Einsatz der Diode ab. In der Nullstellung ist die Laserdiode über R1 kurzgeschlossen. Alle Widerstände sollten mindestens 0.5 W aushalten. Die meisten Laserdioden haben in ihrem Gehäuse noch eine Fotodiode zur Messung der Lichtintensität eingebaut. Bei der TOLD 9211 entspricht Pin 3 dem Ausgang dieser Fotodiode. In unserer Schaltung mit Stromkontrolle wird dieser Ausgang jedoch nicht benützt. Die ganze Elektronik lässt sich in einem kleinen Gehäuse unterbringen, wobei die Laserdiode mit Vorteil dicht an eine Ecke des Gehäuses montiert wird, damit der Strahlengang beim Foucault-Test optimal verläuft. Aussen am Gerät muss unbedingt ein *Gefahrenschild* angebracht werden, wie es auf jeder

Verpackung von Laserdioden zu finden ist. Diese Vorschrift wird dann sinnvoll, wenn uneingeweihte Personen an das Gerät gelangen.

Erste Inbetriebnahme

Wie oben erwähnt, sind Laserdioden extrem empfindlich gegen Überstrom. Bei jedem noch so kurzen Strompuls zu grosser Amplitude verabschieden sie sich mit einem kurzen Lichtblitz. Danach sind sie höchstens noch als Leuchtdioden zu gebrauchen. Der Maximalstrom darf den auf dem mitgelieferten Datenblatt (oft auf der Verpackung) angegebenen Wert nicht überschreiten. Falls kein Datenblatt mehr zur Verfügung steht, tastet man sich am sichersten über kleine Versorgungsströme bis zum Schwellwert des Lasers heran. R2 wird dazu auf kleinsten Strom (grössten Widerstand) eingestellt und dann gleichmässig hochgefahren. Bei einer intakten Laserdiode ist die Schwelle nicht zu übersehen. Bei fehlendem Datenblatt sollte nicht weiter als 7 mA über den Schwellenstrom gefahren werden.

Wie weit muss nun eine Punktquelle entfernt sein, damit man von einem Sterntest sprechen kann? Für praktisch alle Teleskope gilt die Faustregel, dass ab einer Entfernung von 20facher Brennweite der Sterntest perfekt ist [1]. Die Erfahrung zeigt aber, das für Kutter- und Yolo-Reflektoren eine minimale Distanz von 100facher Brennweite eingehalten werden muss.

Zum Schluss möchte ich die Vorteile der Laserdiode gegenüber echten Sternen in Stichworten auflisten:

- Kein schönes Wetter nötig
- Wegen der kleineren Distanz stört die Luftunruhe viel weniger als bei einem echten Stern. Bei einer guten Optik erscheinen die Beugungsringe exakt wie im Lehrbuch!
- Nachführung des Instrumentes entfällt
- Die grosse Helligkeit ermöglicht auch Sterntests bei Tag
- Foucault-Test und Sterntest an Systemen mit bis zu zwei unbeschichteten Spiegeln möglich

Die Laserdiode eignet sich ideal zum Test von Spiegelteleskopen und kann auch bei Refraktoren verwendet werden. Einzig für die Beurteilung von Farbfehlern muss eine Weisslichtquelle anstelle der monochromatischen Laserdiode dienen.

Ich wünsche allen Besitzern einer Laserdiode schöne Beugungsringe, und vergessen Sie bitte trotz allem die echten Sterne nicht. ☆

Quellenverzeichnis

[1] Wilford, W.T.: Star Tests, in: Malacara, D.: Optical Shop Testing. John Wiley & Sons, Chichester 1992.

Bezugsquellen

Eine Lieferfirma für die Laserdiode TOLD 9211 ist die ILEE AG, Schützenstrasse 29, CH-8902 Urdorf. Der Preis betrug im September '94 etwa sFr. 65.–. Neben Toshiba stellen auch Philips und Sharp rote Laserdioden her.

CAMBRIDGE

Now in paperback

Unusual Telescopes

PETER L. MANLY

Peter Manly surveys more than 150 unusual telescopes designed by amateur and professional astronomers to suit some special need.

'Anyone interested in the limits of human endeavour will get much pleasure out of it.'
New Scientist

'A mine of information ... ' *Astronomy and Space*

£12.00 net Paperback 0 521 48393 X 240 pp. 1995

The 20-cm Schmidt-Cassegrain Telescope

PETER L. MANLY

The author describes all aspects of how to use the telescope in easy stages, and provides details of a full range of accessories and detectors available with advice on their use. He ensures that viewing the moon, planetary system and galaxies properly becomes second nature to you.

£16.95 net Hardback 0 521 43360 6 283 pp. 1994

The Observer's Guide to Astronomy

Edited by PATRICK MARTINEZ

Translated by STORM DUNLOP

From pencil drawings of the moon to observations with CCD cameras and photoelectric photometers of the most distant galaxies, this guide is packed with practical tips for amateur astronomers of all interests.

Volume 1

£50.00 net Hardback 0 521 37068 X 610 pp. 1994
£24.95 net Paperback 0 521 37945 8

Volume 2

£50.00 net Hardback 0 521 45265 1 571 pp. 1994
£24.95 net Paperback 0 521 45898 6

Practical Astronomy Handbooks 4

Observing Comets, Asteroids, Meteors, and the Zodiacal Light

STEPHEN J. EDBERG and DAVID H. LEVY

A clear and easy to use guide on how to make successful and valuable observations and records of comets, asteroids, meteors and the zodiacal light.

£19.95 net Hardback 0 521 42003 2 259 pp. 1994

Practical Astronomy Handbooks 5

The Guide to Amateur Astronomy

Second Edition

JACK NEWTON and PHILIP TEECE

Foreword by H. SAWYER HOGG

How do you choose your first telescope? Or build one from first principles? How do you get started in astrophotography? And progress to CCD imaging? *The Guide to Amateur Astronomy* answers the questions of the novice and the experienced amateur astronomer in one easy-to-use and comprehensive account.

£24.95 net Hardback 0 521 44492 6 347 pp. 1995

The Planet Observer's Handbook

FRED W. PRICE

Price's book is a guide to planetary observation for amateurs. It provides highly detailed practical instructions to observational techniques and analysis of data.

'This is a refreshing book ... Price has put a great deal of effort into the book, and it must be regarded as a definite success. It will be valuable both to the beginner and to the serious planetary observer. I strongly recommend it.'
Patrick Moore, *New Scientist*

£24.95 net Hardback 0 521 44257 5 430 pp. 1994

For further information contact Giulia Williams at the address below
or email us on science@cup.cam.ac.uk

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

The Edinburgh Building, Cambridge CB2 2RU