Ein Lichtstrahl erobert die industrielle Fertigung

WERKZEUG
LASER

WERKZEUG **LASER**

Ein Lichtstrahl erobert die industrielle Fertigung

WERKZEUG
LASER

Ein Lichtstrahl erobert die industrielle Fertigung

IMPRESSUM

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Buches oder von Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Autorin, der Herausgeber sowie der Verlag versichern, dass die Inhalte dieses Buches gewissenhaft und sorgfältig auf Fehlerfreiheit überprüft worden sind. Verlag, Herausgeber und Autorin schließen eine Haftung aus, soweit gesetzlich zulässig.

Herausgeber Dr. Nicola Leibinger-Kammüller, TRUMPF GmbH + Co. KG, Ditzingen

Autorin Gabriela Buchfink

Projektleitung Frank Neidhart, Gabriela Buchfink

Projektbegleitung Dr. Nicola Leibinger-Kammüller, Dr. Klaus Parey, Ingo Schnaitmann, Paul Seiler

Gestaltung und Umsetzung Felix Schramm, Marie Bourdonné (SANSHINE GmbH, Stuttgart)

Lektorat Steffen Sommer (WortFreunde GmbH, Stuttgart)

Produktionsleitung Jeanette Blaum (SANSHINE GmbH, Stuttgart)

Druck Rösler Druck GmbH, Schorndorf

Veredelung Oskar Imberger & Söhne GmbH, Stuttgart

Verarbeitung Josef Spinner Großbuchbinderei GmbH, Ottersweier

Bildbearbeitung Reprotechnik Herzog GmbH, Stuttgart

Verlag Vogel Buchverlag, Würzburg

ISBN-13 978-3-8343-3052-9

ISBN-10 3-8343-3052-3

1. Auflage 2006

MILLIONENFACH BESCHRIFTET: HANDY-TASTATUREN, SAUBER GETRENNT: DICKE STAHLPLATTEN, VERSCHLEISSFEST BESCHICHTET: ÖLBOHRER, METERLANG GESCHWEISST: AUTOKAROSSERIEN, TAUSENDFACH DURCHBOHRT: FLUG-ZEUGTURBINEN, FEIN STRUKTURIERT: ZYLINDERLAUFFLÄCHEN. EIN LICHT-STRAHL EROBERT DIE INDUSTRIELLE FERTIGUNG: WERKZEUG LASER.

Vom Exoten zum Alleskönner

Ohne Licht kein Leben – Licht vermag uns auf ganz unterschiedliche Art zu begeistern. Ein besonders faszinierendes Lichtbündel ist der Laserstrahl. Meist ist er selbst unsichtbar. Seine enorme Energie wird erst sichtbar, wenn er sie an ein Werkstück abgibt.

In den letzten drei Jahrzehnten drang der Laser in nahezu alle Bereiche der industriellen Materialbearbeitung vor. Als wir 1978 den ersten Laser kauften und an eine unserer Maschinen anbauten, war diese Entwicklung nicht abzusehen. Auch 1985, als TRUMPF den ersten eigenen Laser präsentierte, galt der künstlich erzeugte Lichtstrahl außerhalb des Forschungslabors noch eher als exotisch. Das hat sich gründlich geändert. Wie selbstverständlich der Laser heute in der industriellen Materialbearbeitung geworden ist, zeigt dieses Buch.

Es folgt dem Laserstrahl von seiner Quelle, dem Laseraggregat, über das Strahlführungssystem bis zum Werkstück, das er mit unterschiedlichsten Verfahren bearbeitet. Viele Beispiele vermitteln einen Eindruck davon, wie universell der Laser im industriellen Alltag eingesetzt wird. Und fast täglich kommen neue Anwendungen hinzu. Der Laser ist immer für eine Überraschung gut.

Tauchen Sie ein in die faszinierende Welt eines Werkzeugs aus Licht!

Professor Dr.-Ing. E.h. Berthold Leibinger
Vorsitzender des Aufsichtsrats der TRUMPF GmbH + Co. KG, Ditzingen

10 | **FASZINIERENDES LICHT**

32 | **STRAHLQUELLEN FÜR DIE MATERIALBEARBEITUNG**

72 | **WERKZEUG AUS LICHT**

104 | **WAS LASER KÖNNEN**

220 | **LASER IN ALLEN LEBENSLAGEN**

244 | **LEUCHTENDE ZUKUNFT**

262 | GLOSSAR
268 | INDEX

278 | BILDNACHWEIS
280 | DANKSAGUNG

FASZINIERENDES LICHT

FUNKELN. GLITZERN. SCHIMMERN. STRAHLEN. LEUCHTEN. LICHT MACHT HELL. LICHT IST ENERGIE. LICHT TRÄGT INFORMATION. LICHT LÄSST SICH ALS WERKZEUG NUTZEN. ES BEGLEITET DEN MENSCHEN TAG FÜR TAG – VOM AUFGANG DER SONNE AM MORGEN BIS ZUM KÜNSTLICHEN LICHT WÄHREND DER NACHTSCHICHT. IN DER TECHNIK FASZINIERT EIN BESONDERER LICHT-STRAHL: DER LASER.

12 | **LICHT IST ÜBERALL**
Es werde Licht
Von Sonne, Mond und Glühwürmchen
Licht auf Knopfdruck

20 | **WAS IST LICHT?**
Was Newton noch nicht wusste
Lichtphänomene im Alltag
Die Farben des Regenbogens
Wie Licht entsteht

28 | **LASER – EIN LICHTSTRAHL EROBERT DIE WELT**
Das Laserprinzip
Was macht den Laserstrahl so besonders?
Vom ersten Laserblitz zum Massenprodukt
Das Jahrhundert des Lichts

Licht ist überall

ES WERDE LICHT

Wenn die Welt im Dunkeln liegt, weist Licht den Weg zum Leben. Das lässt sich am besten vom Gipfel eines Berges, am Strand oder vom Flugzeug aus erleben. Beleuchtete Häuser und Straßen glitzern in der Ferne mit dem Sternenhimmel um die Wette. Sie zeigen: Wo es leuchtet, leben Menschen. In den alten Schöpfungsmythen steht die Erschaffung des Lichts ganz am Anfang. In der Bibel spricht Gott: „Es werde Licht." Dieses erste Licht hat eine kosmische Dimension. Erst danach werden im Mythos die Gestirne geschaffen. Sonne und Sterne werden zu Göttern und Göttinnen – und sind es in vielen Kulturen bis heute geblieben.

Im alten Ägypten galt die Sonne zeitweise als oberste Gottheit: mächtig genug, um Leben zu geben, es aber auch in Trockenzeiten zu vernichten. In Indien gehört Vishnu, der Sonnengott, bis heute zu den obersten Göttern.

1

1 Sonnenaufgang über der Erde

2 Echsen sonnen sich, um ihre Körpertemperatur zu erhöhen.

3 Blitze zerreißen den Himmel und machen die Nacht taghell.

Energie und Lebensquelle Die Sonne ist die größte Lichtquelle unseres Planeten: Ein riesiger Gasball aus Wasserstoff und Helium mit einer Temperatur von rund 5 500 Grad Celsius an der Oberfläche. Pro Sekunde werden viele Millionen Tonnen Wasserstoff in Helium umgewandelt. Aus einem Bruchteil dieser Masse entsteht Licht. In 150 Millionen Kilometer Entfernung fängt die Erde gerade den 500-millionsten Teil davon auf. Das reicht aus für das Leben von Pflanzen, Tieren und Menschen.

Lebenselixier | Das Tageslicht ist die Grundlage für das Leben – nicht nur in Religion und Mythologie, sondern auch, nüchtern betrachtet, in der Energiebilanz unseres Planeten. Mit dem Sonnenlicht kommt die Energie auf die Erde, aus der das Leben in all seinen Facetten entsteht. In der Atmosphäre wird es in Wärme umgewandelt, Pflanzen nutzen es für die Photosynthese, bei der Kohlenhydrate und Sauerstoff entstehen. Reptilien sonnen sich, um ihre Körpertemperatur zu erhöhen, und sind dann aktiver.

Vieles spricht dafür, dass auch der Mensch in der Lage ist, Licht direkt zu nutzen. Der Blick in den blauen Himmel an einem Frühlingstag hebt sofort die Stimmung, weil über die Augen Nerven und Gehirnareale aktiviert und Hormone ausgeschüttet werden. Ende des 20. Jahrhunderts konnten Forscher zeigen, dass Licht viel weiter in den Körper eindringt als bisher angenommen. Der Mensch nimmt es nicht nur über die Augen, sondern auch über die Haut auf.

Die Meridiane der traditionellen chinesischen Medizin, die lange vergeblich gesucht wurden, entpuppten sich als Lichtleiter, die Licht zu den Organen transportieren. Farbtherapie und -akupunktur nutzen das, um zu heilen.

Kein Wunder also, dass der Begriff des Lichts positiv besetzt ist. Das Helle, das Gute, das Schöne sind Assoziationen, die Menschen weltweit damit verbinden.

Wortwörtlich | In der Sprache zeigt sich noch ein weiterer Aspekt: Licht steht in enger Verbindung mit Erkenntnis, Wissen und Weisheit. Schlaue Menschen sind Leuchten, weise Menschen lassen ihren Geist leuchten, und nicht nur Genies haben Geistesblitze. Wer Dinge gut erklären möchte, beleuchtet sie am besten von allen Seiten. Und wenn die Wahrheit ans Licht kommt, heißt es oft, den Standpunkt zu wechseln und die Dinge in einem anderen Licht zu betrachten.

2

3

Blut oder Ketchup? Dass chemische Reaktionen leuchten, machen sich Kriminaltechniker zu Nutze, um Blut aufzuspüren. Luminol, eine chemische Substanz, leuchtet, wenn sie mit Bestandteilen des Blutes reagiert. Um herauszufinden, woher die roten Flecken auf dem Teppich stammen, muss man sie nur mit Luminol besprühen. Wenn sie dann bläulich leuchten, ist die Sache klar: Blut und kein Ketchup.

1

VON SONNE, MOND UND GLÜHWÜRMCHEN

In der Natur strahlt Licht in den verschiedensten Formen und an ganz unterschiedlichen Stellen. Leuchtvorgänge werden allgemein unter dem Begriff Lumineszenz (von lateinisch lumen = Licht) zusammengefasst.

Heiß und kalt | Wer nach Lichtquellen in der Natur fragt, bekommt meist zuerst die thermischen genannt: Sonne, Blitz und Feuer. Die Sonne ist ein leuchtender Gasball, in dessen Kern Wasserstoffatome zu Heliumatomen verschmelzen. Diese Kernfusionen setzen Unmengen von Energie frei. Ein Teil davon wird von der Photosphäre als Licht abgestrahlt.

Die Helligkeit von Blitzen stammt dagegen von einer Gasentladung. Ihre extrem hohen Spannungen und Ströme ionisieren die Gasteilchen der Luft. Diese wiederum stoßen andere Teilchen an und bringen sie zum Leuchten. Im Feuer senden glühend heiße Holzscheite und Rußpartikel in flackernden Flammen sichtbares Licht aus.

Die Natur kennt jedoch auch kalte Leuchtvorgänge. Sie sind oft überraschender und faszinierender als die heißen. Man denke an Glühwürmchen in lauen Sommernächten, Kristalle, die unter UV-Licht farbig strahlen, oder faulende Baumstümpfe, die in der Dunkelheit fahl glimmen.

Leuchtende Lebewesen | Stoffe, die in lebenden Organismen chemisch miteinander reagieren, können leuchten. Solche Vorgänge werden als Biolumineszenz bezeichnet. Eines der bekanntesten Beispiele ist sicherlich der Leuchtkäfer, umgangssprachlich meist Glühwürmchen genannt. Glühwürmchen besitzen Leuchtzellen an der Bauchseite des Hinterleibes. Dort findet eine biochemische Reaktion statt, in der das Molekül Luciferin mit Sauerstoff reagiert und oxidiert. Die Energie, die bei dieser Reaktion frei wird, wird fast