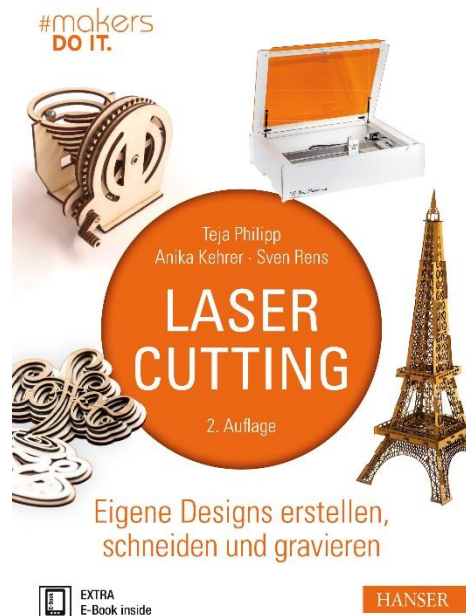


HANSER



Leseprobe

zu

Lasercutting

von Teja Philipp, Anika Kehrer und Sven Rens

Print-ISBN: 978-3-446-47345-4

E-Book-ISBN: 978-3-446-47453-6

ePub-ISBN: 978-3-446-47748-3

Weitere Informationen und Bestellungen unter

<https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446473454>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

Inhalt

1	Lasercutting also!	1
2	Vorhang auf für Lasertechnik	7
2.1	Das passiert in einem Lasercutter	8
2.1.1	Elektromagnetische Strahlung	10
2.1.2	Die Sache mit der Wellenlänge	13
2.1.3	Der Laserstrahl – ein besonderer Lichtstrahl	17
2.1.4	Laserschneiden bedeutet Lichtstrahlenabsorption	18
2.1.5	Grenzen der Technik: Absorptionseigenschaften und Bauarten	21
2.2	Gefahrenquellen	26
2.2.1	Gefahr durch Laserlicht	26
2.2.2	Sekundärgefahr durch Abgase bei Materialbearbeitung	34
2.2.3	Strom als Gefahrenquelle	36
2.3	Vorkehrungen und Schutzmaßnahmen	38
2.3.1	Schutzbrillen und Gehäuse	39
2.3.2	Luftfilter und Materialkenntnis	44
2.3.3	Abgasbehandlung von Laserschneidern	47
2.3.3.1	Einleitung	47
2.3.3.2	Partikelemissionen	48
2.3.3.3	Gasemissionen	50
2.3.3.4	Aktivkohle	52
2.3.3.5	Zusammenfassung und Ausblick	54
2.3.4	Umgang mit Hochspannung und Selbstbausätzen	55
2.3.5	Bedeutung und Auswirkungen der CE-Kennzeichnung	57

2.4	Typen von Lasercuttern.	61
2.4.1	So funktioniert ein Lasermedium.	61
2.4.2	Gaslaser.	66
2.4.3	Festkörperlaser.	70
2.4.4	Laserdiode – ein besonderer Festkörperlaser.	73
2.5	Einsatzbereiche von Lasercuttern	78
2.5.1	Industrie	78
2.5.2	Consumer Electronics	79
2.5.3	Maker-Szene	80
3	Einordnung, Nutzungsmöglichkeiten und Marktübersicht	81
3.1	Lasercutting – eine Technologie kommt in die Wohnzimmer.	81
3.1.1	Der Trend zum digitalen Maken.	81
3.1.2	Im Kielwasser des 3D-Drucks.	83
3.1.3	Lasercutter – Lückenfüller zwischen 3D-Drucker und Fräse	84
3.1.4	Lasercutting für Heimanwender.	85
3.1.5	Alltagsnahe Nutzungsszenarien.	87
3.2	Wie komme ich an Lasercutter heran?.	87
3.2.1	FabLabs	88
3.2.2	Dienstleister	88
3.2.3	Das eigene Gerät	91
3.3	Kauf eines Lasercutters – eine Marktschau	91
3.3.1	Charakteristika des Angebots.	92
3.3.2	Kaufkriterien	93
3.3.3	Marktschau: Diese Geräte werden angeboten.	99
4	Aus dem Kopf in die Datei	107
4.1	Dateiformate, die Sie kennen sollten	107
4.1.1	Die alte Plottersprache HPGL	108
4.1.2	Die noch ältere CNC-Sprache G-Code.	110
4.1.3	Vektorgrafiken und Pixelgrafiken	116
4.2	Software zum Erstellen von Laservorlagen	120
4.2.1	Beispiel Mr Beam-Software – <i>Quick Text</i> und <i>Quick Shape</i>	120

4.2.2	Adobe Creative Suite (macOS, Windows)	122
4.2.3	CorelDRAW Graphics Suite (Windows)	123
4.2.4	Freie Software für Pixelgrafiken: GIMP (macOS, Windows, Linux) ..	124
4.2.5	Freie Software für Vektorgrafiken: Inkscape (macOS, Windows, Linux)	125
4.2.6	Online-Services	126
4.3	... und Action: eigene Laservorlagen erstellen	127
4.3.1	So bearbeiten Sie Pixelgrafiken mit GIMP	127
4.3.2	So bearbeiten Sie Pixelgrafiken mit PhotoScape	140
4.3.3	Fotos für die Gravur vorbereiten	142
4.3.4	Handzeichnungen für die Gravur vorbereiten	153
4.3.5	Fotos für die Vektorisierung vorbereiten	161
4.3.6	So bearbeiten Sie Vektorgrafiken mit Inkscape	171
4.3.7	Handzeichnungen für den Schnitt vorbereiten	178
4.3.8	Fotos für den Schnitt vorbereiten	194
4.3.9	Mit Schriften arbeiten	195
5	Von der Datei aufs Material	199
5.1	Kleine Materialkunde	199
5.1.1	Giftige oder entflammbare Stoffe identifizieren	200
5.1.2	Eigenschaften von Werkstoffen berücksichtigen	202
5.1.3	Testreihen, die Unterschiede veranschaulichen	207
5.2	Ein Lasercutter im Einsatz (am Beispiel von Mr Beam II dreamcut [s]) ..	213
5.3	... und Action: eigene Testreihen durchführen	218
5.3.1	Fokus testen	218
5.3.2	Mit Einzeltests herantasten	221
5.3.3	Mit Testmatrizen systematisieren	226
5.3.4	Fallen, in die Sie tappen könnten	232
6	Zwölf Lasercutting-Ideen – für jeden Anlass und Geschmack	235
6.1	Spiegel gravieren	236
6.1.1	Material und Vorlagen	237
6.1.2	... und Action	238

6.2	Frühlingsdeko fürs Fenster	239
6.2.1	Material und Vorlagen	240
6.2.2	... und Action.	241
6.3	Jeans-Kissen aufpeppen.	242
6.3.1	Material und Vorlagen	243
6.3.2	... und Action.	243
6.4	Buntes Frühstückssset	244
6.4.1	Material und Vorlagen	245
6.4.2	... und Action.	246
6.5	Smartphone-Halterung	247
6.5.1	Material und Vorlagen	248
6.5.2	... und Action.	249
6.6	Weihnachtliche Bestecktaschen	249
6.6.1	Material und Vorlagen	250
6.6.2	... und Action.	251
6.7	Stempel erstellen	252
6.7.1	Material und Vorlagen	252
6.7.2	... und Action.	253
6.8	Rechteckiges Windlicht	254
6.8.1	Material und Vorlagen	255
6.8.2	... und Action.	257
6.9	Deckel aus Edelstahl beschriften	258
6.9.1	Material und Vorlagen	259
6.9.2	... und Action.	260
6.10	Songtext auf Schiefer	262
6.10.1	Material und Vorlagen	262
6.10.2	... und Action.	264
6.11	Foto-Puzzle aus Holz	265
6.11.1	Material und Vorlagen	266
6.11.2	... und Action.	269
6.12	Vorlagenmagie: 3D-Objekte und Büroordner.	270

7	Benachbarte Maker-Technologien	273
7.1	Sich ergänzende Technologien: Lasercutting und 3D-Druck	273
7.2	Alternative Technologien: Lasercutting und Fräsen	275
7.3	Alternative Technologien: Lasercutting und Schneidplotter	277
7.4	Sich ergänzende Technologien: Lasercutting und Wasserstrahl- schneiden	278
7.5	Marktplatz im Aufbau: Web-Hubs fürs Lasercutting	280
7.6	Lasercutting für alle	281
8	Index	283

1

Lasercutting also!

So, so, Sie möchten sich also mit Lasercutting befassen. Vielleicht gehen Ihnen dazu gleich einige Fragen durch den Kopf: Was ist das eigentlich? Wer nützt es und zu welchem Zweck? Wie funktioniert die Technik dahinter? Was kann ich selbst umsetzen? Womöglich haben Sie den Begriff Lasercutting auch noch nie zuvor gehört und halten nun trotzdem dieses Buch in der Hand. Das ist überhaupt kein Problem. Sie werden die Technik ausführlich kennenlernen und staunen, was sich damit alles anstellen lässt. Wir wetten, Sie werden schon bald vor Ideen sprühen und selbst loslegen wollen.

Wer wir sind, und warum wir dieses Buch geschrieben haben

Wir, das waren Anika Kehrer, Teja Philipp und Sven Rens. Ich sage bewusst, weil ich, Teja Philipp, die Überarbeitung der vorliegenden zweiten Auflage alleine vorgenommen habe. Anika Kehrer ist gelernte Journalistin mit den Schwerpunkten IT & Technik. Sven Rens berät Crowdfunding-interessierte Unternehmen und Start-ups zu Gründungsthemen. Er ist geprüfter Laserschutzbeauftragter und Experte im Bereich Prozessmanagement. Ich bin Informatiker und habe 2014 das Startup Mr Beam Lasers in München gegründet.

Seit unserer ersten Crowdfunding-Kampagne sind acht Jahre vergangen. Acht Jahre, in denen ich mich intensiv mit dem Thema Lasercutting auseinandergesetzt habe. Mittlerweile sind nicht nur die Mr-Beam-Geräte in der vierten Generation erhältlich, sondern nahezu das gesamte Lasercutting-Umfeld hat sich intensiv weiterentwickelt. Das Angebot am Markt ist vielfältiger geworden. Trends wie Kameraunterstützung und Web-basierte Bediensoftware sind weiter auf dem Vormarsch. Außerdem durften wir erleben, dass viele Leser der ersten Auflage sich in die Selbstständigkeit gewagt haben und ein erfolgreiches Geschäft mit ihrem Lasercutter aufgebaut haben. Das ist ein unglaubliches Gefühl – und es motiviert ungemein, noch einmal in die Tasten zu hauen und dieses Buch auf den neuesten Stand zu bringen.

Das Wissen, das wir Ihnen vermitteln, speist sich aus der Erfahrung dieser letzten acht Jahre. Wir haben es bei der eigenen Entwicklung von Lasercuttern so-

wie bei unseren vielen kreativen Anwendungen gesammelt. Auch aus den Fragen der Mr-Beam-Community haben sich Themen und Anregungen zu den jeweiligen Kapiteln ergeben. Wir merkten nämlich, dass viele Interessierte nicht ausreichend mit den physikalischen Grundlagen des Laserns vertraut sind. Woher auch? Vorrangig war ihre Begeisterung für die Technologie und die kreativen Möglichkeiten, die sie eröffnete. Erst bei der praktischen Anwendung tauchten plötzlich Fragen über Fragen auf. Was ist die Wellenlänge eines bestimmten Lasers? Welche Auswirkungen hat sie auf das zu bearbeitende Material? Warum kann ich die Wellenlänge nicht ändern? Warum kann ich Metall nicht so leicht lasern? Was ist eine Laserschutzklasse? Warum braucht der Cutter ein Schutzgehäuse? Solche Fragen wiederholten sich ständig. Daraus entstand die Idee, ein Buch zu schreiben, das genau diese Fragen beantwortet.

Das Buch wendet sich an alle, die sich fürs Lasercutting interessieren und Neulinge auf diesem Gebiet sind. Es enthält alle für Einsteiger relevanten Themen – von den Grundlagen der Lasertechnik über die aktuellen Marktentwicklungen bis hin zum Umgang mit Soft- und Hardware. In konkreten Beispielen zeigt es außerdem den Weg von einer Designidee über die Erstellung der Vorlage bis hin zum fertig gravierten oder geschnittenen Produkt. Ein Buch, das all diese Informationen in verständlicher und praxisnaher Weise vereint, gibt es bislang noch nicht. Die Inhalte, die wir gesammelt haben, waren bisher nur in aufgeteilter Form in verschiedener Fachliteratur zu finden. Sie werden von diesem Buch übrigens auch dann profitieren, wenn Sie sich bereits mit anderen Maker-Technologien beschäftigt haben, denn wir schlagen Brücken zu Techniken wie dem 3D-Druck oder dem Fräsen.

Im Folgenden möchten wir Ihnen einen kurzen Überblick darüber geben, was Sie in unserem Rundumpaket im Detail erwartet.

Kapitel 2: Vorhang auf für Lasertechnik (wissen, wie und warum ein Laser funktioniert)

Kapitel 2 stattet Sie mit den physikalischen und technischen Grundlagen des Laserns aus. Sie erfahren alles über das Wie und Warum. Sie lernen auch, dass Laserlicht nicht auf natürliche Weise entsteht, ihm aber natürliche physikalische Phänomene zugrunde liegen. So verstehen Sie schnell, wo die Grenzen des Lasercuttings liegen, also was nicht möglich ist und warum nicht. Sie erfahren außerdem, worin die Gefahren bei unsachgemäßer Handhabung liegen, wie die Hersteller Sie schützen (sollten) und wie Sie sich darüber hinaus selbst schützen können. Zum Abschluss beschäftigen wir uns damit, welche Typen von Lasern es überhaupt gibt und welche Ihnen davon wo begegnen. Wenn wir Sie mit diesem Kapitel für die verschiedenen Bau- und Funktionsarten begeistern können, dann haben wir unser Ziel erreicht.

Kapitel 3: Einordnung, Nutzungsmöglichkeiten und Marktübersicht (wissen, wonach Sie suchen müssen)

In Kapitel 3 gehen wir als Erstes der Frage nach, warum das Thema Lasercutting auf einmal einen solchen Aufwind erfährt. Laser an sich gibt es schließlich schon lange. Trotzdem rückt Lasercutting, insbesondere im Hobbybereich, erst jetzt in das Blickfeld einer größeren Zielgruppe. Von Laserbeamern haben Sie vielleicht schon gehört. Unter anderem durch ihre Beliebtheit kam es zu einer vermehrten Produktion von Laserdioden. Durch ihre günstige Verfügbarkeit wurden neue Geräte denkbar. Unabhängig davon entstanden an ganz anderer Stelle die nötigen Voraussetzungen, um einen Laserkopf selbst ansteuern zu können. So wurde es möglich, dass sich technisch kreative Leute daranmachten, Lasercutter für Heimanwender zu bauen. Neben dem klassischen CO₂-Lasercutter gibt es immer mehr alternative Herangehensweisen. Im Fokus der neu entwickelten Cutter stand auch eine neue Zielgruppe, nämlich die der kreativen Endanwender, die schöne Dinge herstellen möchten. In Kapitel 3 erfahren Sie, wo Sie Lasercutter ausprobieren können, welche Heimanwendergeräte es bereits am Markt gibt und worauf Sie bei der Anschaffung eines eigenen achten sollten.

Kapitel 4: Aus dem Kopf in die Datei (wissen, wie man Laservorlagen erstellt)

Nach der Lektüre von Kapitel 2 und 3 haben Sie die Schulbank lange genug gedrückt. In Kapitel 4 stürzen wir uns in die Praxis. Sie lernen den ersten Schritt der Produktion von lasergravierten oder -geschnittenen Gegenständen kennen: das Erstellen der Laservorlage. Dem stellen wir ein kleines Begriffe-Einmaleins voran. Es kommt in der Praxis nämlich nicht nur darauf an, eine schöne Grafik vorliegen zu haben, sondern auch darauf, sie in den Lasercutter einzuspeisen. Dabei begegnen Ihnen – je nachdem, welches Gerät Sie benutzen – Begriffe wie HPGL, G-Code oder gar Grbl. Wenn Sie wissen, was sich dahinter verbirgt, verstehen Sie den ganzen Prozess besser.

Die Erstellung oder Anpassung der Datei erfordert einen versierten Umgang mit Programmen für Vektor- und Pixelgrafiken. Wir erklären, welche Bedeutung diese zwei Arten von Grafiken für das Lasercutten haben. Die entscheidenden Handgriffe, die man für die Erstellung von Laservorlagen beherrschen muss, bilden den Schwerpunkt dieses Kapitels. Sie lernen sie anhand zahlreicher Übungen kennen. Die kostenlosen Grafikprogramme GIMP und Inkscape begleiten Sie durch diesen Abschnitt. Selbst, wenn Sie sich noch nicht mit diesen beschäftigt haben, werden Sie nach der Lektüre des Kapitels in der Lage sein, damit die nötigen Vorlagen zu erstellen.

Kapitel 5: Von der Datei aufs Material (wissen, wie die Arbeit am Gerät funktioniert)

In Kapitel 5 werden wir uns mit konkreten Materialien beschäftigen. Beim Lasercutten bilden die Grafik und das Material nämlich eine Einheit. Während man auf Webseiten wie *www.instructables.com* geradezu mit Anregungen für Materialverwendung überschwemmt wird, fehlen dort Informationen dazu, was man zu tun hat, wenn man selbst am Gerät steht. Welche Einstellungen müssen Sie vornehmen? Wie wirkt sich das Material auf die Laserparameter aus? Kann dabei etwas Gefährliches passieren?

Wir werden Ihnen nicht sagen: „Stellen Sie hier die Zahl X und dort die Zahl Y ein, und drücken Sie dann den roten Knopf.“ Nicht, weil wir Ihnen nicht helfen wollen, sondern weil wir dabei lügen würden. Die Geräte haben nicht nur alle verschiedene Leistungen, sondern auch die unterschiedlichsten Bedienoberflächen. Wir zeigen Ihnen stattdessen, wie Sie die Wirkweise eines konkreten Lasergeräts auf verschiedenen Stoffen testen können. Wir vermuten, dass Sie schnell Gefallen daran finden werden, alles Mögliche auszuprobieren, denn die jeweiligen Materialien verhalten sich unterschiedlich bei Lasereinwirkung. Daher werden Sie sich beim Maken nicht nur die zwei klassischen kreativen Fragen stellen (Was will ich lasern und auf welches Werkstück?), sondern auch die Eigenheiten der Materialien bei der Ideenfindung einfließen lassen.

Kapitel 6: Zwölf Lasercutting-Ideen – für jeden Anlass und Geschmack (Inspiration und Anleitung)

Angenommen, Sie haben auf das ganze Wie, Wo, Was und Warum keine Lust, können Sie die ersten Kapitel auch einfach überspringen und gleich Kapitel 6 lesen. Begeben Sie sich direkt dorthin, beziehen Sie erst einmal keine Wellenlängen und Testmatrizen ein. Viel Spaß! Wir hoffen, dass dieses Kapitel eine ansehnliche und vor allem anregende Reihe von Projekten enthält, die Ihnen Lust aufs Lasercutten machen. Wenn Sie Kapitel 6 als Erstes lesen, werden Sie vielleicht den ein oder anderen Begriff oder einen Zusammenhang nicht auf Anhieb verstehen. Das macht aber nichts. Sie können das jederzeit nachholen. Dieses Kapitel ist das Herzstück des Buches. Wir hätten ewig mit dem Basteln weitermachen können, aber irgendwo mussten wir einen Schlussstrich ziehen, damit Sie das Buch schneller in Ihren Händen halten können. Wenn Sie die vorangegangenen Kapitel gelesen haben, werden Sie an dieser Stelle merken, wie sich all das vermittelte Wissen zu einem Bild zusammensetzt. Jetzt sehen Sie nämlich die praktischen Auswirkungen der zuvor erläuterten Theorie.

Kapitel 7: Benachbarte Maker-Technologien (ein Blick über den Tellerrand)

In Kapitel 7 blicken wir hinter den Horizont des Lasercuttings. Wir haben uns gefragt – und vielleicht fragen Sie sich das auch –, wie sich Lasercutten zu anderen

bekannten Maker-Techniken verhält. Naheliegender ist zum Beispiel die Frage, wie sich 3D-Drucken und Lasercutten ergänzen, aber auch, worin eigentlich der Unterschied zwischen Schneidplotten und Lasercutten besteht. Auch Techniken, die noch nicht so sehr im Fokus von Makern liegen, wie etwa das Wasserstrahlschneiden, haben wir in diesen Ausblick aufgenommen.

Jetzt haben Sie es in der Hand. Wie wir in Kapitel 4 und Kapitel 6 immer wieder erwähnen: Machen Sie doch, was Sie wollen! Es gibt kaum Grenzen bei der Umsetzung Ihrer Ideen. Genau das ist der Geist der Maker. Wir wollen, dass Sie mit Freude an das Thema Lasercutting herangehen, aber natürlich ist es uns auch ein Anliegen, Sie mit dem nötigen Know-how und Verständnis für Ihre Sicherheit auszustatten. Dafür stehen wir. Und, sind Sie dabei?

Wem Dank gebührt

Wir haben an der einen oder anderen Stelle dieses Buches Infoboxen angelegt, um wichtige Personen und Vorkommnisse im Hintergrund zu würdigen. Es gibt jedoch noch ein paar Worte, die wir persönlich loswerden möchten.

Während ich, Teja Philipp, an dieser Neuauflage gearbeitet habe, war ich unglaublich dankbar für die Vorarbeit der Co-Autoren Anika und Sven. Ohne ihr wertvolles Wissen, das sie ins erste Buch haben einfließen lassen, wäre diese zweite Auflage kaum möglich gewesen. Ebenso möchte ich meiner Frau Julia und meiner Tochter Lavinia nochmals von Herzen danken. Lavinia ist nun fünf Jahre alt und seit ihrer Geburt mit einem Lasercutter im Haushalt konfrontiert. Damit macht sie unter Anleitung unseren Weihnachtsbaumschmuck, Geschenke für die Großeltern und ihr eigenes Spielzeug. Vielen lieben Dank, Julia und Lavinia, für euer ausgesprochen großes Verständnis, eure Unterstützung und eure Liebe.

Ich habe zudem das große Glück, mit dem besten Team der Welt zu arbeiten. Jeder Tag bei Mr Beam Lasers ist besonders. Jede neue Herausforderung ist ein kleines Abenteuer. Mit dem Wissen, dass man sich auf das Beam-Team zu 100 % verlassen kann, wird aus Respekt irgendwann die Vorfreude, mit den Besten der Welt eine tolle Aufgabe zu lösen, dabei von allen zu lernen und danach etwas schlauer zu sein. Vielen lieben Dank, Beam-Team, für den Spaß, für den Einsatz und dafür, dass ich auch nach acht Jahren noch genauso für Lasercutter brenne wie am Anfang.

Einen besonderen Dank möchte ich auch an Gina Häußge von Octoprint.org und an Stephan Watterott und sein Team von Watterott Electronic richten. Ihre kontinuierliche Unterstützung und ihren bereichernden Austausch möchte ich ungern missen. So macht Wachstum Spaß.

Wenn ich den Wald vor lauter Bäumen nicht mehr sehe, behält Sarah Knapp den Überblick. Danke Sarah für deine tatkräftige und eloquente Unterstützung bei der Arbeit an diesem Buch.

Nicht zuletzt bin ich sehr glücklich zum genau richtigen Zeitpunkt einige sehr inspirierende Menschen getroffen zu haben. An Falk Strascheg, Susy und Carl Baasel sowie Robert Oetl für das entgegengebrachte Vertrauen, die motivierenden Worte und den bereichernden Austausch: Vielen Dank!

München, Juni 2022

Teja Philipp

2

Vorhang auf für Lasertechnik

In diesem Kapitel erfahren Sie,

- wie ein Lasercutter funktioniert,
- welche Gefahren die Lasertechnik mit sich bringt und wie Sie sich vor diesen schützen,
- welche Lasercutter-Bauformen es gibt und worin sich diese unterscheiden,
- in welchen Einsatzbereichen Lasercutter vorkommen.



Bild 2.1 Das Frühstück ist bereit zum Anrichten. Und was werden Sie so anrichten?

Wie kam es dazu, dass Sie dieses Buch in der Hand halten? Wie wurden Sie auf das Thema Lasercutting aufmerksam? Sind Sie ein Maker und möchten Ihre handwerkliche Arbeit mit dem Gerät verbessern? Oder sind Sie einfach fasziniert von der Technologie und möchten mehr darüber erfahren? Womöglich sollen Sie sich auch für den Beruf oder das Studium in das Thema einarbeiten. Ganz gleich, aus welchem Grund Sie hier gelandet sind: In diesem Kapitel erhalten Sie eine kompakte Einführung in die Laser(cutter)technik.

Wenn Sie die Theorie bereits kennen und gleich zur Tat schreiten möchten, können Sie zu Kapitel 4 springen. Wir empfehlen jedoch dringend, sich vor dem Gebrauch mit der Funktionsweise und den Gefahren des Lasercutters vertraut zu machen. Sie erfahren hier, wie Sie sich vor den zum Teil unsichtbaren Gefahren schützen, welcher Cutter für Ihre Anwendungsfälle der Beste ist und auch, warum man nicht jedes Material bearbeiten kann.

Nach dem Lesen dieses Kapitels werden Sie die Welt mit etwas anderen Augen sehen. Sie werden verstanden haben, dass wir die Dinge, die uns umgeben, nur deswegen sehen, weil sie ständig mit dem interagieren, das wir „Licht“ nennen, und Sie werden nachvollziehen können, dass es einem Laser nicht anders ergeht. Auch er kann nur manches „sehen“ und anderes nicht. Dieses Verständnis wird Ihre Arbeit mit dem Cutter erleichtern.

Bonusvorteil: Immer, wenn irgendjemand künftig das Wort „Laser“ benutzt, können Sie mit der Kenntnis der Langfassung des Wortes prahlen und erklären, was dahintersteckt. Erobern Sie die nächste Smalltalk-Runde für sich!

■ 2.1 Das passiert in einem Lasercutter

Der Begriff Lasercutting setzt sich aus zwei Worten zusammen – dem Laser und dem Cutting, also Schneiden. Ein Lasercutter ist demnach ein Gerät, das mittels Laserlicht etwas schneiden kann. Das ist jedoch nur die halbe Wahrheit, denn ein Lasercutter kann zusätzlich noch Gravieren. Eine Gravur ist dabei nichts anderes als die vorsichtige, leichtere Art des Schneidens: Das Material wird nicht komplett durchtrennt, sondern es wird lediglich etwas von der Oberfläche weggebrannt. Einerseits stellt ein Lasercutter also Formen durch Schnitt her. Andererseits ermöglicht er, Gegenstände mit Bildern, Logos oder Sprüchen zu versehen. Das erlaubt unzählbare Möglichkeiten der Individualisierung.



Laubsäge 4.0

Haben Sie einmal gesehen, wie filigran manche Laubsägearbeiten ausgeführt sind? Und wissen Sie zufällig, wie lange so eine Arbeit dauert? Sehr lang. Wir haben eine gute Nachricht: Ein Lasercutter ist wie eine digitale und viel effizientere Laubsäge. Er hat gegenüber der mechanischen, traditionellen Variante zahlreiche Vorteile: Erstens kann unsere digitale Laubsäge gravieren – das kann eine analoge nicht. Zweitens ermöglicht die Digitalisierung, den Bearbeitungsprozess zu automatisieren: Jede Grafik lässt sich mit einem Lasercutter exakter und weitaus schneller als von Hand vervielfachen. Drittens erlaubt die „Laubsäge 4.0“ granuläre Feinarbeit. Die Grenze, ab der sich kleinste Ecken und Rundungen nicht mehr mit der Hand sägen lassen, ist gesprengt. Viertens erfolgt Laserschneiden kontaktlos. Man muss das Werkstück also nicht fixieren. Das macht die Bearbeitung leichter zu handhaben und außerdem verzieht es sich nicht, wenn keine mechanische Kraft darauf einwirkt. Es wird weder gestreckt noch zusammengedrückt, denn der Laser arbeitet nur mit thermischer Kraft.

Während die Bedeutung von „Cutting“ nun klar ist – nämlich Schneiden und Gravieren –, ist nicht so schnell erklärt, was genau ein Laser eigentlich macht. Dabei begegnet uns das Wort relativ häufig im Alltag: Laserpointer flitzen auf projizierten Vortragsfolien über die Wand, die schweifenden Strahlen einer Lasershow beeindruckend mit Effekten, und digitale Lasermaßbänder erleichtern dem Handwerker Messungen beim Bau. Doch keines dieser Geräte schneidet etwas weg. Zum Glück. Aber wieso nicht? Und warum kann so ein leuchtender Strich – mehr scheint es ja nicht zu sein – überhaupt etwas zerstören? Um dies herauszufinden, müssen wir uns ein wenig mit den Grundlagen der Physik beschäftigen.



Physik – muss das sein?

Ja. Und nein. Die Sache ist die: Laser arbeiten stets mit einer ganz bestimmten elektromagnetischen Wellenlänge und wirken mit dieser physikalisch auf ihre Umwelt ein. Zu wissen, was so eine Wellenlänge überhaupt ist und was sie für den Laser bedeutet, wird Ihnen helfen, besser mit den Geräten und Werkstoffen umzugehen. Deswegen lautet die Antwort ja. Im Übrigen wird es Sie verblüffen, wie eng der Zusammenhang zwischen einem so feurigen technischen Gerät wie dem Lasercutter und dem alltäglichen Sehen ist. Wenn Sie hingegen einfach nur mit dem Basteln loslegen möchten und die Sicherheitsvorkehrungen kennen, lautet die Antwort nein. Sie können auch ohne das Hintergrundwissen sehr viel Freude bei der Arbeit mit Lasercuttern haben. Und pst: Sie können auch erstmal weiterblättern und später heimlich hierher zurückkehren.

Das Wort Laser ist ein Akronym der Vorgangsbeschreibung „**L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation“. Auf Deutsch heißt das „Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung“. Ein Laser sendet (= emittiert) Lichtstrahlen

gewollt (= stimuliert) so aus, dass sie eine höhere Energie besitzen als normales Licht (= Lichtverstärkung). Er ist also eine Lichtquelle, die absichtlich hochenergetisches Licht erzeugt. So hochenergetisch, dass es schneiden und gravieren kann. Laserlicht kommt dabei nie in der Natur vor, es wird immer künstlich erzeugt.

2.1.1 Elektromagnetische Strahlung

Wir machen einen Ausflug in die Physik und schauen uns genauer an, wie ein Laserstrahl entsteht, welche Eigenschaften er hat und woraus er besteht. Dazu klären wir erst die Frage, was Strahlung ist. Grob umrissen gibt es die Teilchenstrahlung sowie die elektromagnetische Strahlung.

Teilchenstrahlung bezeichnet die radioaktive Strahlung, bei der Elektronen, Neutronen oder Positronen durch die Gegend fliegen. Radioaktive Strahlung teilt sich wiederum in Alphastrahlung mit schweren und Betastrahlung mit leichten Teilchen auf.

Die elektromagnetische Strahlung besteht nicht aus Teilchen. Ein bestimmter Teil der elektromagnetischen ist zwar auch gleichzeitig eine radioaktive Strahlung, nämlich die Gammastrahlung. Bei elektromagnetischer Strahlung haben wir es aber nicht mit Teilchen, sondern – diesen Salat haben wir Einstein und Planck zu verdanken – mit Quanten zu tun. Sie sind nicht die kleinsten Bruchstücke von Materie, sondern die kleinsten Bruchstücke von Energie.



Was genau bedeutet elektromagnetische Strahlung?

Sobald sich in einem Raum ein Atom oder Molekül befindet, das elektrisch positiv oder negativ geladen ist, baut es zu anderen Atomen und Molekülen eine elektrische Spannung auf. Es hat, wenn es elektrisch geladen ist, nämlich entweder zu viele Elektronen (= negativ geladen) oder zu wenige Elektronen (= positiv geladen). Die Spannung baut es auf, weil es immer versucht, im Tausch mit anderen Partikeln seinen Elektronenhaushalt auszugleichen. Die Spannung U ist umso größer, je mehr andersartige Ladungen das gegenüberliegende Partikel besitzt, also je größer die sogenannte Ladungsdifferenz ist.

Die Spannung erzeugt entlang ihres Weges ein elektrisches Feld. Dieses heißt so, weil in seinem Einzugsgebiet elektrische Kraft wirkt. Die Feldlinien eines elektrischen Feldes, welche die Stärke und Wirkungsrichtung der Kraft anschaulich machen, führen immer von der positiven zur negativen Ladung. Denn die Stelle, an der sich zu wenige Elektronen befinden, übt eine Kraft auf die Stelle aus, an der zu viele Elektronen sind. Sie möchte die fehlenden Elektronen zu sich herüberzuholen. Die Stärke dieser Kraft hängt davon ab, wie stark die Spannung zwischen den beiden Polen ist. Ist sie stark genug, setzen sich die Elektronen in Bewegung – es fließt Strom! Seine Stromstärke I ist umso größer, je mehr Elektronen unterwegs sind.

Jetzt passiert Folgendes: Rund um den fließenden Strom entsteht zusätzlich ein Magnetfeld. Anders als bei der Kraft des elektrischen Feldes, die von A nach B wirkt, umschließen die Feldlinien eines magnetischen Feldes den sie erzeugenden Strom kreisförmig. Sie führen einmal drumherum und dann zu sich selbst zurück. Wichtig ist: Ohne Stromfluss gibt es dieses magnetische Feld nicht und seine Feldstärke ist umso größer, je stärker der Strom ist, also je mehr Elektronen fließen.

Ändert die Spannung die Richtung, nennt man das Wechselspannung. Zusammen mit der Spannung ändert sich bei gleichbleibenden Reisebedingungen für die Elektronen – etwa Breite und Leitfähigkeit des Weges – jedes Mal auch die Stromstärke. Denn je höher oder niedriger die Spannung, desto mehr oder weniger Elektronen werden angezogen. Entsprechend ändern sich die Kräfte im elektrischen und im magnetischen Feld. Ergebnis: Beide Felder schwingen in Abhängigkeit voneinander. Darum fasst man das Ganze unter dem Begriff „elektromagnetisches Feld“ zusammen. Die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde bezeichnet man als Frequenz.

Wenn ein solches Gebilde mit relativ hoher Frequenz schwingt – die untere Grenze liegt bei ein paar Kilohertz –, beginnt es, sich wie eine Welle im Raum auszubreiten. Es ist ein wanderndes Kraftfeld, in dem sowohl elektrische als auch magnetische Kräfte wirken. Dieses wandernde Kraftfeld, das sich wellenförmig verhält, nennt man elektromagnetische Strahlung. Alle Frequenzen, mit denen sich die Wellen in einem Medium fortbewegen können, bilden das elektromagnetische Spektrum dieses Mediums. Die sogenannten Photonen tragen die Kräfte in den Wellen. Diese regsamen Kollegen lernen wir gleich noch besser kennen.

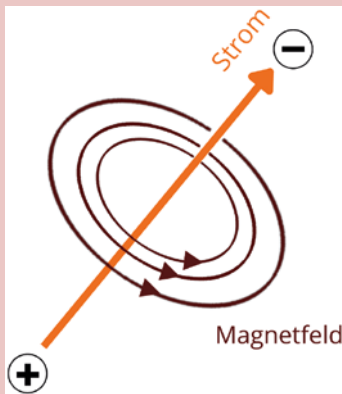


Bild 2.2 Bewegungsrichtung von Magnetfeldlinien und Stromfluss

Quanten sind etwas schwer zu Erfassendes. Viele Menschen nutzen daher lieber das Wort Lichtteilchen. Doch das beschreibt nicht ganz korrekt, was ein Quant ist. Das Wort Photon (griechisch *photos* = Licht) bezeichnet das kleinste (Energie-) Bruchstück von Licht. Doch dieses ist eben kein Teilchen, sondern ein Quant: eine Daseinsform, die aus reiner Energie besteht (siehe Bild 2.3).

Index

Symbole

3D-Druck 2, 5, 78, 82, 83, 84, 85, 86, 87,
111, 273, 282
3Dhubs.com 89

A

Abgasbehandlung 47
Abluft 44, 93, 213
Abluftfilter
– Aktivkohle 52
Absorption 18, 20, 22, 28
– Absorptionseigenschaften 21, 202
Acryl 23, 201, 247
Adobe Creative Suite, *siehe* Adobe
Illustrator
Adobe Illustrator 118, 122, 125
Adobe Photoshop 122, 125
Adsorptionsfilter
– Aktivkohle 52
Al 118
Aktivkohlefilter 52
Aluminium 258
angeregter Zustand 20, 62
Arduino 111
Argon-Ionenlaser 69
AutoCAD 118
Autotracer 126

B

Balsaholz 219, 224
Bystronic 71

C

CD-Brenner 42
CE-Kennzeichen 57, 93
CE-Konformität 60
CO₂-Laser 3, 23, 43, 64, 67, 80, 85
CO₂-Röhre 93
Convertio 126
Copyshop 88
– Ladengeschäft 89
CorelDRAW 123
CorelDRAW Graphics Suite,
siehe CorelDRAW
Cupcake CNC 83
Cutcraft 90
Cutworks 90

D

Desktop-Lasercutter 91, 99
Dienstleister 88
Digital Fabrication 82
Diodenlaser 61, 62, 69, 86, 87
Dithering 146
dpi 118, 138, 139
Dremel 86
Due 86
DVD-Brenner 31, 42, 77, 80, 85
DXF 118

E

Edelstahl 258
Einzeltests 218, 221

elektromagnetisches Spektrum *14, 15*
 elektromagnetische Strahlung *10, 20*
 Emblaser *111*
 Epilog *68, 85, 102*
 Etsy *281*
 eurolaser GmbH *65*

F

FabLab *80, 83, 85, 88, 280, 281*
 Faserlaser *71*
 FDM *83*
 Festkörperlaser *61, 70*
 Filz *208, 223, 231, 244, 249*
 Flux *86*
 Fokus *218*
 Fokus testen *218*
 Formlur *90*
 Fräsen *2, 84, 111, 275, 279*
 Freeform4U *88*
 Full Spectrum Laser *85, 100, 102*

G

Gasemissionen *50*
 Gaslaser *37, 61, 66*
 G-Code *3, 110, 137, 226*
 – Converter *111*
 – Übung *113*
 Gefahren *26, 34, 36, 46, 201*
 Gehäuse *39*
 GIF *118*
 GIMP *3, 124, 127*
 – Ebenen *128*
 – Entsättigen *132*
 – Schwellwert *136*
 – Tonwertkorrektur *133*
 – Werkzeugeinstellungen *167*
 – Zauberstab *168*
 Glas *21, 23*
 Glowforge *86, 100, 110, 111*
 Grbl *3, 112*
 Grenzwerte *32*
 Grenzwert zugänglicher Strahlung
 (GZS) *28*
 Gummi *252*

H

Holz *206, 210, 223, 231, 239, 244, 247, 265*
 HP *108*
 HPGL *3, 108*
 Hub *89*
 Hubs.com *281*

I

Inkscape *3, 119, 125, 221*
 – Anzeigemodus (Umriss) *193*
 – Auswahlwerkzeug *177*
 – Bitmap nachzeichnen
 (vektorisieren) *181*
 – Dokumenteneinstellungen *174*
 – Ebenen *174, 178, 179*
 – Knoten hinzufügen/löschen *185*
 – Knotenwerkzeug *177*
 – Kontur vs. Füllung *183*
 – Pfade trennen/verbinden *185*
 – Schrift *195*
 Instructables.com *4, 270, 272*

J

JPG *118*
 Just Laser *102*

K

Kamann & Partner *90*
 Karton *219*
 Kautschuk *252*
 Kohärenz *17*
 Kraftplex *206, 239, 270*

L

Laserbeamer *79, 80*
 Lasercutter
 – für Heimanwender und
 Kleinunternehmer *92*
 – für Profis *93*
 – Low Budget *92*

Laserdiode 3, 73, 74, 75, 79, 86, 112
Laserdrucker 79
Lasergravur
– Fotografien 142
– Handzeichnungen 153
Laserhub.com 281
Laserkennzeichnung 27
Laserklasse 26, 29, 94
Laserlicht 17, 19, 23, 26, 28, 29, 63, 93
Lasermedium 61
Laserpointer 30, 31, 42, 79
Laserschneiden 47
Lasersicherheit 58
Lasertyp 21, 23, 37, 61, 202, 274
Laservorlage 2, 3, 87, 89, 120, 127
Lidschlussreflex 29
LPS-Lasersysteme 69
Luftfilter. *siehe* Abluft

M

Make 83
MakerBot 83
Markt 85, 88
– Charakteristika 2, 92
– Geräteübersicht 99
– Kaufkriterien 93
Maschinenrichtlinie 58
maximal zulässige Bestrahlung (MZB) 28
Metall 21, 22, 23, 78, 258
Microslice 65, 86
Monochromasie 17
Moosgummi 207, 223
Mr Beam 1, 77, 87, 111, 213, 235
Mr Beam Design Store 281
Mr Beam II 100
Mr Beam III 102
Mr Beam-Software 120
muherz 86

N

Nd-YAG-Laser 72
Normen 26, 27, 33, 58, 93

O

Oku 86

P

Papier 221, 223, 225, 254
Partikelemissionen 48
Photon 12, 20, 61
PhotoScape 140
Pierce Time 200, 233
Pixelgrafik 3, 116, 127, 179
Plotterdatei 109
PNG 118
Ponoko.com 90
Pumpenergie 62

R

Rauchgas 47
– Gasemissionen 50
– Partikelemissionen 48
REACH-Verordnung 58
Reflexion 19, 22, 203, 205, 233
RepRap 111
Resonator 61, 62
Rubinlaser 70

S

Schiefer 262
Schneidplotter 5, 109, 277
Schutzbrillen 39
Schutzmaßnahmen 34, 38, 56, 80
Sculptheo 90
Shapeways.com 281
Showlaser 32, 42, 79
Spiegel 234, 236
spontane Emission 18, 20, 37
Spreadshirt 89
Stiftplotter 108, 277
stimulierte Emission 9, 18, 63
Stoff (Jeans) 242
SVG 118
– Inkscape, normales, optimiertes 119

T

Testmatrizen 218, 226
Thingiverse.com 281
Tiny Scanner 153
Transmission 19, 23, 205
Trotec 68, 72, 85, 102

U

Universal Laser 85

V

Vectorization 127
Vektorgrafik 3, 116, 127, 171
Vektorisierung 161, 172, 177, 179, 194
– in GIMP vorbereiten 194
– Online-Tools 126

W

Wasserstrahlschneiden 5, 278
Wellenlänge 2, 13, 16, 19, 21, 23, 25, 28,
29, 61, 202