

**WAS WÜRDJE JEAN PROUVÉ WOHL SAGEN,** sähe er diese Stahlträger? Der französische Architekt und Konstrukteur, der eigentlich ein ausgebildeter Kunstschmied war, arbeitete Mitte der 1920er-Jahre in seiner Metallbaufirma daran, Fassaden, Fenster- und Türrahmen, Dachelemente und Ähnliches wirtschaftlich zu gestalten und zu konstruieren. Bis zu seinem Tod 1984 widmete er seine Schaffenskraft der Verquickung von Produktionstechniken aus der Industrie mit der Architektur – und hinterließ dabei eine Industriearchitektur im umgekehrten Sinne. Denn während andere Industriearchitekten mit ihren Fabriken und Werkstätten industrielle Fertigungsweisen erst ermöglichten, fragte er sich in erster Linie, was industrielle Fertigungsweisen umgekehrt für die Architektur leisten können.

Und jetzt diese Stahlträger. Ginge Prouvé durch die 2017 eröffnete TRUMPF Smart Factory in Chicago, schlug sein Herz sicher höher: Das 45 mal 55 Meter große, freitragende Hallendach in dieser vollständig vernetzten Fabrik ruht auf elf aus Einzelstücken geschweißten Stahlträgern (rechte Seite, fig. A). Sie wurden allesamt auf hauseigenen Maschinen geschnitten. Nicht nur fiktive Besucher wie Prouvé können so sofort sehen, was die Maschinen in der Smart Factory leisten – und erahnen, was Lasermaschinen überhaupt für die Architektur leisten.

Ziemlich sicher würde Prouvé seinen Fachkollegen Frank Barkow aus dem Architekturbüro Barkow Leibinger, das die Smart Factory für TRUMPF entwarf, zuallererst fragen, wie unermesslich hoch ihr Budget für das Gebäude war, dass sie derartige Konstruktionen einplanen konnten. Und er würde erfahren: gar nicht so hoch. Denn Lasermaschinen von TRUMPF haben die Stahlträger geschnitten und geschweißt und die Dachkonstruktion erschwinglich gemacht.

**ABER BITTE SCHARF!** Immer mehr Architekten wird klar, dass sie ihre Ideen umsetzen können, ohne die Budgets zu sprengen – wenn sie Lasertechnik einsetzen. Bauträger müssen sich weniger Sorgen um ihren Kostenrahmen machen und Passanten freuen sich über immer mehr ästhetische Gebäude. Besonders bei Flughäfen, Shoppingzentren oder Hotellobbys tendieren Architekten derzeit dazu, der Form dasselbe Gewicht wie der Funktion beizumessen. Konkret heißt das: Die tragenden Strukturen sollen nicht nur halten, sondern dabei bitteschön auch gut aussehen. Das führt dann – im Architektenjargon gesprochen – zu „Architecturally Exposed Structural Steel“ (AESS). Wie der Name schon sagt, sind hier die Stahlkonstruktionen von Gebäuden sichtbar. Anders als bisher ist es nun also wichtig, dass die Schweißnähte der Stahlkonstruktionen gut aussehen.

Michael Stumm, Vizepräsident des Schweizer Stahlprofilherstellers Montanstahl SA, sagt: „Hinter AESS steckt eine Neuklassifizierung qualitativ hochwertiger Stahlprodukte. Architekten stellen ganz neue Anforderungen an Stahlprofile.“ Eine wichtige Rolle spielen dabei die Kanten. Immer häufiger fragen Architekten gezielt nach scharfkantigen Profilen aus Stahl, sogenannten Sharp Corner Profiles (SCP). Denn eine scharfe Kante, also ein kleiner Radius, stört das Auge des Betrachters nicht, wenn der Blick auf die Trägerkonstruktion an Fassade oder Dach trifft. „Den Wunsch nach scharfen Kanten gab es seitens der Architekten schon immer“, erklärt Stumm, „aber umsetzen ließ er sich bisher nur bei Aluminium und bei dünnwandigen Stahlprofilen. Beides zu schwach, um schwere Strukturen zu tragen.“

**FREIFORM STATT EIFORM** Wie also bekommt Montanstahl die heiß begehrten scharfen Kanten bei großen Stahlprofilen hin? Beispiel scharfkantige Rechteckhohlprofile (Kasten Seite 19): Sie sind als Trägerstruktur für Fassaden beliebt. Konventionell entstehen sie, indem Metallbauer einen Blechstreifen zum Viereck biegen und auf einer Seite schweißen. Der Nachteil beim Biegen zeigt sich an den Außenradien, für die die altbekannte Faustregel gilt: zweimal Materialstärke. Bei Profilen mit 20 Millimeter Wandstärke bekommt man also einen Außenradius von 40 Millimetern – das sind dann keine Rechteckhohlprofile mehr, sondern irgendetwas Eiförmiges. Alternativ kann man auch vier Blechstreifen nehmen und an allen Seiten schweißen. Das hat den zusätzlichen Charme, dass man verschiedene, genau an die Statik angepasste Materialstärken verwenden und somit Stahl sparen kann. Der Haken: Die Vierblechmethode ist extrem teuer und zeitaufwendig. Es sei denn, man macht es wie Montanstahl und setzt auf schnelle, tiefe und hoch belastbare Laserschweißnähte. Damit werden scharfkantige Rechteckhohlprofile so wirtschaftlich, dass sie für immer mehr Bauvorhaben überhaupt erst infrage kommen.

**TIEF DRIN** Beispiel scharfkantige T-Profile (Kasten Seite 19): Mit herkömmlichen Methoden waren scharfe Kanten hier höchstens bei kurzen und dünnwandigen T-Profilen möglich. Sind sie dicker, wird es schwierig. Um an der scharfen Kante spaltfrei fügen zu können, muss der Schnitt über die gesamte Länge sauber und gleichmäßig sein. Mit dem Laser bekommt Montanstahl das problemlos hin.

Noch anspruchsvoller wird's beim Schweißen: Konventionelle Verfahren wie MIG oder MAG hinterlassen wulstige Schweißnähte, die man später in mühsamer Nacharbeit schönschleifen muss. Noch schlimmer ist hierbei aber der Wärmeeintrag bei hoher Materialstärke: Lange Stahlprofile verziehen sich zu überdimensionalen Korkenziehern. Deswegen setzt Montanstahl aufs Laserschweißen: hohe Einschweißtiefe bei geringem Wärmeeintrag – und die Naht ist sauber. Das per Laser bearbeitete T-Profil sieht nicht nur besser aus, sondern ist in der Produktion auch noch schneller und billiger. →

# BAU'S MIT LICHT



fig. A

fig. B

TRUMPF Smart Factory in Chicago, USA (links, fig. A), Lakhta Center in St. Petersburg, Russland (fig. B, großes Bild)

Simon Menges, Gazprommet Eastern European Projects

fig. C

Parkhaus in Bietigheim-Bissingen (fig. C),  
Parkhaus in Ditzingen (fig. D), TRUMPF Hauptpforte  
(fig. E, rechte Seite) in Ditzingen, Deutschland



Stefan Müller

## ARCHITEKTUR

Wie nützlich die hohe Einschweißtiefe beim Laserschweißen ist, zeigt sich eindrücklich, wenn ein Hurrikan in ein noch nicht geschlossenes Gebäude fährt. So geschehen beim Novartis Headquarter in New Jersey, für das Montanstahl die Fassadenprofile fertigte. „Man hatte uns gesagt, dass es genügt, wenn wir bei der Materialstärke von zehn Millimetern nur ein bis vier Millimeter pro Seite einschweißen. Weil es für uns aber dank Lasertechnologie keinen Unterschied macht, haben wir die kompletten zehn Millimeter durchgeschweißt“, erzählt Stumm. Der Hurrikan verbog kein einziges Profil. Zusätzliche Sicherheit bei gleichem Aufwand.

**BEREIT FÜR DIE HIMMELSSCHRAUBE** Wer ohne Angst ins Auge des Sturms blicken kann, hat den Kopf frei für neue Formen. Viele Gebäudeentwürfe lassen sich nur noch mit Freiform-Profilen umsetzen. Doch bisher waren wilde Formen lediglich mit weichen, verhältnismäßig instabilen Aluminium-Profilen möglich. Was aber, wenn der Wind an der Spitze eines Wolkenkratzers an 15 Meter in die Höhe ragenden Aluminiumprofilen rüttelt? Hält das? Diese Sorgen müssen sich Gebäudegestalter nicht mehr machen. Wer seine verwinkelten Fassadenfantasien wahr werden lassen will, kann jetzt auch bei komplexen Geometrien mit Stahlprofilen bauen.

Das 2018 fertiggestellte Lakhta Center in Sankt Petersburg, das Hauptquartier des Gasriesen Gazprom, ist mit seinen 462 Metern das höchste Gebäude Europas (fig. B). Die oberen 22 Meter wären ohne Laser so nicht möglich gewesen. Gefertigt hat sie die Edelstahl-Mechanik GmbH, die in Göppingen sitzt. „Es war Wahnsinn“, sagt der Geschäftsführer Josef Eisele und meint die nur vier Monate von Auftragsvergabe bis Auslieferung. Da sich der Turm wie ein Spiralbohrer in den Himmel schraubt, ist jedes Blech der Außenverkleidung anders. Die kegelförmigen und in sich verdrehten Bauteile aus Edelstahl von einer Stärke bis zu 60 Millimetern wurden alle mit TRUMPF Lasern 3D-beschnitten. Damit aber nicht genug des Lasereinsatzes am Lakhta Tower: Um tödliche Eiszapfengeschosse zu verhindern, sind die Bleche am Turm von innen beheizt. Die Positionen für die Bolzen, die die lebensrettenden Heizungen halten, gravierten die Mitarbeiter der Edelstahl-Mechanik gleich mit dem Schneidlaser ein und sparten sich so einen nachgelagerten Markierprozess per Schablone. „Nur mit Lasertechnik war es möglich, alles in dieser kurzen Zeit und mit nur 100 Mitarbeitern zu schaffen“, sagt Eisele.

**ÄUSSERE WERTE ZÄHLEN** Ausgerechnet die perfekte Nahtqualität beim Laserschweißen macht manche Statiker misstrauisch: Kann etwas, das man kaum sieht, so fest halten? Diese Frage hört Eisele immer wieder. Als die Edelstahl-Mechanik GmbH jüngst Profile für einen Neubau der Universität Harvard (fig. G, Seite 18) lieferte, war es nicht anders: „Die Statiker aus den USA waren skeptisch, aber es blieb ihnen nichts anderes übrig, als das Ergebnis abzuwarten. Denn die geforderte Einschweißtiefe bei den großen Profilen war ohnehin nur mit dem Laser erreichbar“, erklärt Eisele. Am Projekt Harvard zeigt sich zudem, dass Eisele mit seiner Laserkompetenz auch dann punktet, wenn

es einfach nur schön werden soll: Jedes einzelne Fassadenteil ist mit dekorativen Löchern versehen, die ein Laser geschnitten hat. Mit Aufträgen im architektonischen Bereich ging es für Eisele vor etwa 20 Jahren los, als ihn ein befreundeter Fertigungsleiter darum bat, die Spiegelglanz-Bleche für eine Schmuckfassade mit dem Laser zu schneiden. Mechanische Bearbeitungsmethoden verschandelten die glänzenden Oberflächen. Dass inzwischen mehr Wert auf „Designbauten, bei denen das Auge eine große Rolle spielt“ gelegt wird, wie Eisele sagt, kommt ihm zupass. Denn das erhöht den Druck in Statiker- und Architektenkreisen, sich mit der für viele noch immer neuen Lasertechnik auseinanderzusetzen.

Herausforderungen in Sachen Akzeptanz kennt auch die Binder Parametric Metal GmbH. Der Vertriebsleiter Christian Geiger sagt: „Wenn wir mit Architekten sprechen, fällt auf, dass vielen die Vorteile einer Schmuckfassade aus Metall noch nicht ganz klar sind: Sie ist leicht zu montieren, rückstandslos recycelbar, sehr widerstandsfähig, kostengünstig und individuell anpassbar in der Form.“ Das Unternehmen mit Sitz im bayerischen Karlskron hat in der 3D-Metallfassade eine Nische gefunden und mit dem Laser das ideale Werkzeug, sie mit neuen Formen auszukleiden. Worauf es bei den Freiformflächen ankommt, die beispielsweise das Äußere von Parkhäusern (fig. C, links), aber auch den Innenbereich verschiedener Gebäude auf ungekannte individuelle Weise zieren, ist Genauigkeit. „Bei einer guten Fassade muss der Beschnitt umlaufend präzise sein, auch durch dreidimensionale Formen hindurch“, sagt Geiger. Diese Präzision ist für den Laser bei keiner Form ein Problem. Genauso wenig wie kleine Losgrößen oder Zeitdruck – zwei Herausforderungen, mit denen gerade Fassadenbauer häufig zurecht kommen müssen. „Der Laser ist schnell und flexibel. Wir können unsere Anlagen für vieles verwenden, weil sie sich in kurzer Zeit umprogrammieren lassen“, erklärt Geiger.

Anlagen, deren Zusammenspiel TRUMPF in der Smart Factory in Chicago demonstriert. Was würde nun Jean Prouvé zum Werkzeug Laser sagen, während er die Industrie 4.0 vom Skywalk aus begutachtet? Vielleicht, dass er schon immer um die Fähigkeit der Maschinenindustrie wusste, die Architektur zu beflügeln? Vielleicht würde er in der TRUMPF Smart Factory die materialisierte Verzahnung von Industriearchitektur und Architektur aus Industrie erkennen. Vielleicht wäre er aber auch einfach nur aus dem Häuschen. ■

### Ansprechpartner:

Klaus Löffler, Telefon: +49 (0)7156 303-30962, klaus.loeffler@trumpf.com

fig. D



Hermann Köpf

David Franck

fig. E

**KANN EINE  
SCHWEISSNAHT, DIE  
MAN KAUM SIEHT,  
SO FEST HALTEN?**

TRUMPF Betriebsrestaurant in Ditzingen, Deutschland (fig. F), TRUTEK Building in Seoul, Korea (fig. H)



fig. F

David Frand

**ÄSTHETIK DER NAHT: WENN PROFILE UND TRÄGER SICHTBAR VERBAUT WERDEN, KOMMT ES AUCH AUF SCHÖNHEIT AN.**

fig. G



Harvard John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences in Boston, USA (fig. G), Stavros Niarchos Foundation Cultural Centre in Athen, Griechenland (fig. I).

Belmisch Architekten



fig. H

Christian Richter

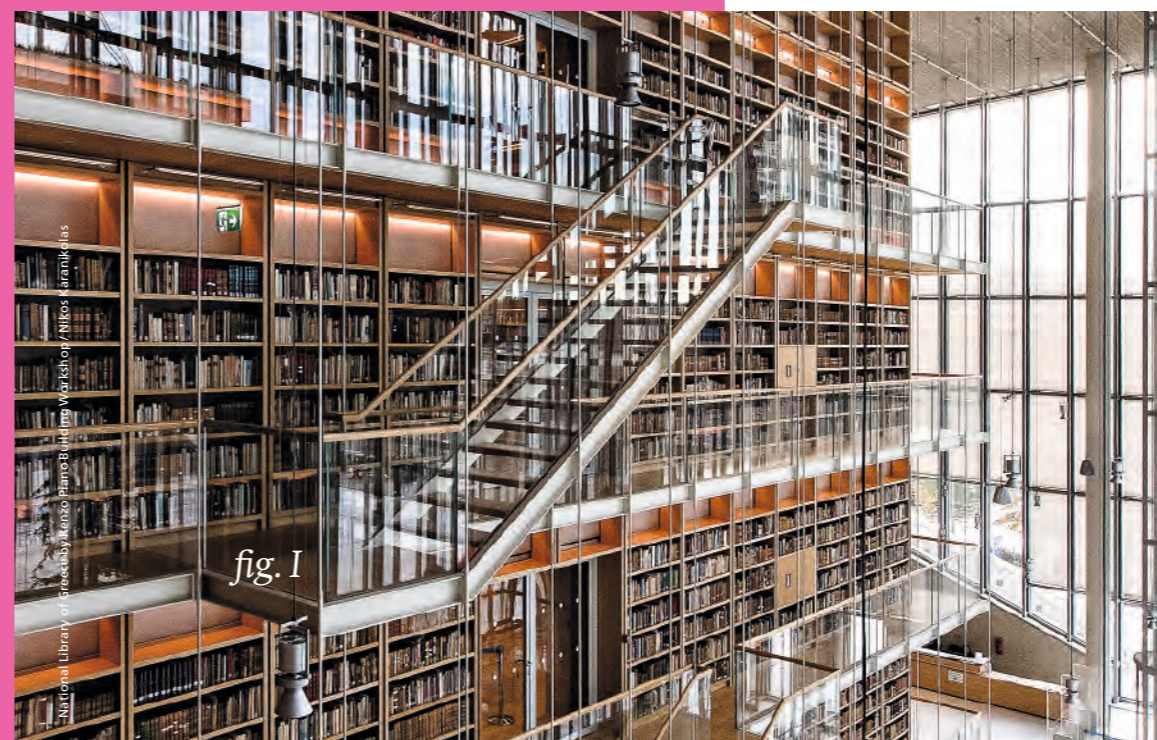


fig. I

National Library of Greece by Kenzo Piano Building Workshop, Nikos Pirri & Iosif

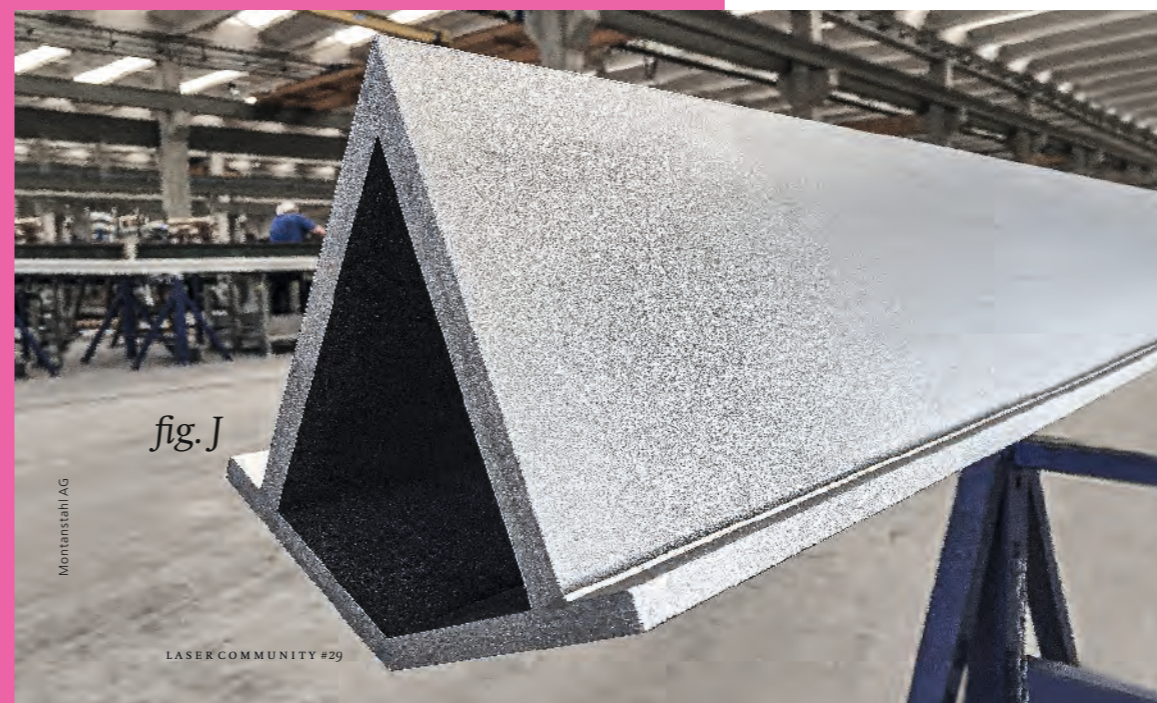
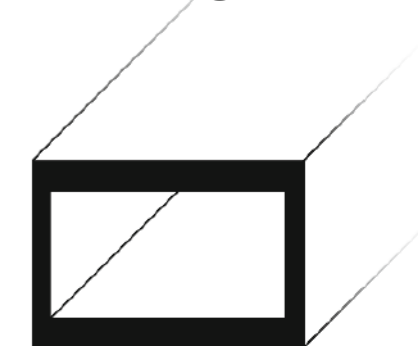


fig. J

Montanstahl AG

**STAHLBAU IM PROFIL**



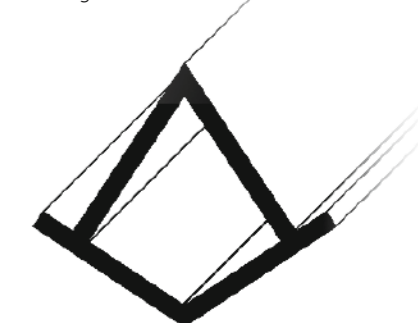
**RECHTECKHOHLPROFILE**

Der Nachteil bei konventionell geschweißten Rechteckhohlprofilen sind die Außenradien. Bei Laserprofilen werden vier Blechstreifen aneinandergeschweißt, was zu scharfen Kanten führt. Die Dicke der Streifen kann auch unterschiedlich sein. Das spart Material und verbessert die Statik.



**SCHARFKANTIGE T-PROFILE**

Laser schneiden die scharfen Kanten über die gesamte Länge und Tiefe, aber geringem Wärmeeintrag. Das Ergebnis: saubere Nähte und null Verzug.



**FREIFORMPROFILE**

Der Laser ermöglicht es, rasch und sauber auch komplexe Profilgeometrien in stabilem Stahl zu schweißen (fig. J).



Der US-amerikanische Architekt und Hochschulprofessor Frank Barkow über das Zusammenspiel von Lasertechnologie und Architektur.

# „Es ist eine Revolution der Möglichkeiten“



Herr Barkow, das Architekturbüro Barkow Leibinger entwirft seit 20 Jahren Gebäude auch für den Maschinenbauer und Laserhersteller TRUMPF. Wie hat sich diese Zusammenarbeit auf Ihre Arbeit als Architekt ausgewirkt? Es gab einige Aha-Momente, in denen mir aufging, dass diese Maschinen ein unglaubliches Potenzial für unsere Zwecke besitzen, das noch nicht wirklich erforscht ist. Als meine Partne-

## ARCHITEKTUR

rin Regine Leibinger und ich in den 1980er-Jahren in Harvard studierten, ging die Architektur gerade zur digitalen Technik über – erst digital zeichnen, dann real fertigen. Als Ende der 1990er-Jahre unsere Zusammenarbeit mit TRUMPF begann und ich zum ersten Mal bewusst Maschinentische sah, die ein Laser geschnitten und geschweißt hatte, dachte ich: Wenn wir diese Anwendungen auf den Maßstab von Gebäuden übertragen, können wir damit völlig neuartige Tragwerke und Fassaden herstellen.

**Sie beschränken also neue Wege in der Architektur?** Das Neue waren die Möglichkeiten der Digitalisierung, denn für Fassaden oder Möbel Produkte der Maschinenbaubranche zu nutzen, war auch damals schon durchaus üblich. Wir aber fragten uns, was das digitale Zeitalter uns bringt. Und dann haben wir vor fast 15 Jahren angefangen, Gebäude wie die Hauptpforte oder das

Betriebsrestaurant von TRUMPF in Ditzingen zu entwickeln – Gebäude, die ohne Digital- und Lasertechnik gar nicht möglich gewesen wären.

**Können Sie das konkretisieren?** Es gibt Projekte, die wir vor 20 Jahren nicht hätten umsetzen können. Zum Beispiel die 2017 eröffnete TRUMPF Smart Factory in Chicago: Die Träger für den Hauptraum sind mithilfe von TRUMPF Maschinen lasergeschnitten und lasergeschweißt. Das ging sehr schnell und war überaus wirtschaftlich. Früher wäre so etwas schlicht zu teuer gewesen. Ohne Lasertechnik wären wir gezwungen gewesen, mit analogen Werkzeugen etwas Konventionelleres zu schaffen – was wahrscheinlich ungefähr fünfmal so lange gedauert und dreimal so viel gekostet hätte. Wenn man schaut, was inzwischen technisch und auch wirtschaftlich machbar ist, ist das in gewisser Weise eine Revolution der Möglichkeiten. So gesehen ist die neue Technologie für uns ein Wegbereiter.

**Wie beeinflusst das Ihre Vorgehensweise, wenn Sie ein neues Projekt planen? Setzen Sie sich jetzt immer zuerst mit Technikern zusammen?** Früher haben wir etwas entworfen, ein paar Monate später den Statiker hinzugezogen und wieder ein paar Monate später eine Fassadenfirma, die zum Beispiel Blech verarbeitet. Jetzt versuchen wir, möglichst früh in einen Workshop mit den Verarbeitern zu gehen, um herauszufinden, ob sich unsere Ideen in die Tat umsetzen lassen. Dieses Wissen beeinflusst den Designprozess.

**Hat sich die Lasertechnik in der Architektur inzwischen**

**so stark verbreitet, dass Sie sie bei jedem Projekt einsetzen?** Das ist kein Dogma, es hängt immer vom einzelnen Projekt ab, welche Technologien wir bei unseren Bauprojekten einsetzen. Oft kombinieren wir High- und Lowtech. Der Laser könnte vielleicht alles machen, doch er muss es nicht. Wenn wir einen Hammer brauchen, benutzen wir einen Hammer. So einfach ist das. Aber ich habe die Möglichkeiten, die mir die Lasertechnik bietet, immer im Hinterkopf und nutze sie quasi als Archiv.

**Ein Archiv, das sich stetig füllt ...** Ja. Wenn TRUMPF etwas Neues entwickelt, schicken wir immer wieder Mitarbeiter nach Ditzingen, die sich mit den Möglichkeiten der Maschinen beschäftigen, und überlegen, wie wir den neuen Laser in der Architektur nutzen könnten. Kleines Beispiel: Als TRUMPF die Rohrschneidanlage TruLaser Tube auf den Markt brachte, sprudelten bei uns die Ideen für architektonische Anwendungen. Ganz aktuell geht darauf die Lamellen-Fassade aus lasergeschnittenen Profilen des erst kürzlich eröffneten neuen TRUMPF Parkhauses in Ditzingen zurück. Ziel ist ja auch, dass die Architektur durch solche Elemente etwas über die Kernkompetenz und damit die Identität von TRUMPF vermittelt.

**Thematisieren Sie bei Ihren Studierenden in Harvard, Princeton und der Architectural Association in London konkret den Nutzen des Lasers für die Verwirklichung architektonischer Ideen?**

Ja, absolut. Wir stellen die Chancen moderner Technologien wie des Lasers in unseren Vorlesungen vor. Und wir beziehen die Studierenden in unsere Forschungen ein. Wir zeigen ihnen eine Maschine und fragen, wie sie sie als Werkzeug für ihre Zwecke nutzen würden. Es ist erstaunlich, was sie sich einfallen lassen.

**Wie könnte Lasertechnologie die Architektur in Zukunft noch weiter verändern?** Ich glaube, wir werden durch die Möglichkeiten der additiven Fertigung ganz neue architektonische Formen kreieren können. Erste Bauobjekte wie etwa Brücken gibt es ja schon, die zumindest teilweise mithilfe dieser Technologie hergestellt wurden. Zum anderen können wir dank Laser auch synthetische Materialien schneiden und schweißen und somit in unseren Projekten einsetzen. Hier werden sich neue Chancen ergeben. Solche Materialien haben ganz andere Eigenschaften, was uns wiederum ermöglichen wird, ganz anders zu denken, zu konstruieren und zu bauen. Was mich außerdem fasziniert, ist die Vorstellung vom „Bauen 4.0“: eine Baustelle, auf der Maschinen arbeiten, die digital und physikalisch miteinander verbunden sind. Genauso, wie es die Maschinen in der vollständig vernetzten Smart Factory von TRUMPF in Chicago tun. ■

**Frank Barkow**  
Der 1957 geborene US-Amerikaner gründete 1993 gemeinsam mit Regine Leibinger das Architekturbüro Barkow Leibinger in Berlin. Kenner Partner während ihres Architekturstudiums in Harvard. Barkow lehrte an verschiedenen Hochschulen wie der EPFL in Lausanne, der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste in Stuttgart und als Gastprofessor in Harvard, seit 2016 unterrichtet er an der Princeton University. Für ihre architektonische Arbeit erhielten Barkow und Leibinger zahlreiche Auszeichnungen, darunter den Preis des Deutschen Stahlbaus 2018 für die TRUMPF Smart Factory in Chicago.

Simon Merges, Corinne Rose



Elf Stahlprofile, aus Einzelstücken geschweißt, tragen das Dach der Produktionshalle der TRUMPF Smart Factory in Chicago, USA.