

## Fokus auf die Optik: Jenoptik erweitert ihre Spezialkompetenzen.

Jenoptik beherrscht das große Einmaleins ihrer Spezialgebiete. Und sie arbeitet daran, ihre Kompetenzen systematisch weiter auszubauen, zu vervollständigen – und dabei technologisch führend zu sein. Diese Strategie liegt letztlich dem organischen und nachhaltigen Wachstum zugrunde, das den Unternehmensbereich Photonics bereits seit Jahren auszeichnet. Forschung und Entwicklung einschließlich der strategischen Implikationen liegen bei den einzelnen Konzerngesellschaften, mehr als 500 Mitarbeiter sind im Unternehmensbereich Photonics damit beschäftigt.

**Infrarot-Komponenten: robust wie Diamant.** Zum Beispiel Infrarot-Optik: Dieses Gebiet hat die JENOPTIK Laser, Optik, Systeme GmbH in den vergangenen Jahren weiter ausgebaut, sowohl die technische Ausrüstung als auch das technologische Know-how betreffend. Um Optiken herzustellen, mit denen sich unsichtbare Wärmestrahlung übertragen, bündeln und abbilden lässt, verfügt das Unternehmen über fast alle Fertigungsverfahren – und das auf höchstem Niveau.

Im vergangenen Jahr wurde diese Technologiekette weiter abgerundet – mit einer Beschichtungsanlage für das »Diamond-like carbon coating«, in die eine sechsstellige Summe investiert wurde. Im Ionenstrahlverfahren vermag sie eine besonders widerstandsfähige Beschichtung aus diamantähnlichem Kohlenstoff aufzutragen. Seit September 2005 stellt das Unternehmen nun auf dieser Basis Entspiegelungsschichten her, die auch rauen Kräften standhalten, etwa hohem mechanischem Druck oder Sandstürmen, wie sie beispielsweise militärischen Landfahrzeugen und ihren Infrarotoptiken zusetzen.

Damit zählt Jenoptik zu einer Handvoll von Unternehmen weltweit, die diese Technologie beherrschen. Das verbessert ihre Marktchancen erheblich – und hat sich bereits im vergangenen Jahr positiv auf den Umsatz ausgewirkt. Dass die Jenoptik über eine breite Vielfalt an optischen Beschichtungstechnologien verfügt, die vom ultravioletten bis in den infraroten Spektralbereich reichen, ist insgesamt ein bestimmender Wettbewerbsvorteil.

Ebenso zählt die Jenoptik zu den wenigen Unternehmen auf der Welt, die die asphärische Linse beherrschen. Und das auch im infraroten Spektrum: Per Single Point Diamond Turning, das die Jenoptik im vergangenen Jahr eingeführt hat, lassen sich Asphären für den infraroten Spektralbereich kosteneffizient herstellen. Zudem können sie zusätzlich mit diffraktiven Strukturen ausgestattet werden. Beides dient dazu, die optische Abbildung im selben optischen Element zu korrigieren. Auf diese Art verringert sich die Zahl der Komponenten, die nötig sind, um die infraroten Wellen durch

**Asphärische Linse.** Bei sphärischen Linsen, also Linsen mit kugelförmiger Oberfläche, entstehen physikalisch bedingte Fehler in der Abbildung. Asphärische Linsen korrigieren solche Fehler bereits in ihrem Inneren, und zwar durch ihre Formgebung. Um sie zu vermessen und zu optimieren, werden sowohl im sichtbaren als auch im infraroten Lichtbereich diffraktive optische Anordnungen eingesetzt, so genannte CGHs (Computer Generated Hologramms), auf die sich die Jenoptik ebenfalls spezialisiert hat.

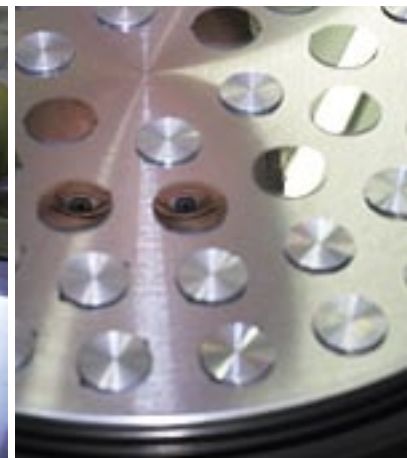
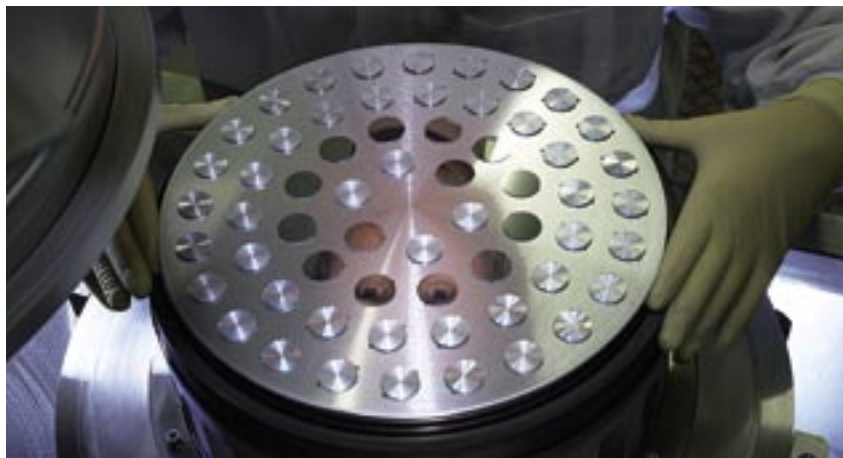
den Strahlengang einer Optik zu leiten. Zum Beispiel bei der hoch auflösenden VariOCAM-Infrarotkamera von Jenoptik: Ihre Objektive wurden mit asphärischen Linsen optimal gestaltet. Das System ist einfacher geworden, gleichzeitig leistungsfähiger und leichter. Und weil Infrarotmaterialien in der Regel sehr teuer sind, entstehen mit der integrierten Funktionalität auch kostengünstigere optische Anordnungen.

**Raumfahrt: die Jena-Optronik und die Erdbeobachtung.** Die Sonne zu simulieren – selbst darin hat die Jenoptik Expertise. In Gestalt der Jena-Optronik GmbH materialisiert sich die Weltraumkompetenz des Konzerns. Das Unternehmen stattet zahlreiche Missionen mit Instrumenten und Systemen aus. Um sie unter Weltraumbedingungen auf der Erde zu testen, sind neben dem umfangreichen Know-how der Mitarbeiter komplexe Testanlagen notwendig. In den vergangenen Jahren hat die Jena-Optronik entsprechend den Markanforderungen ihre Testanlagen so ausgerichtet, dass eine Serienfertigung von Weltraumgeräten möglich ist.

Getestet und fit fürs All gemacht werden hier unter anderem Lageregelungssensoren: Sie garantieren die exakte Ausrichtung von Satelliten im Orbit. Neu eingerichtet wurden vier Thermal-Vakuum-Kammern. Die Jena-Optronik kann nun im Haus testen und sicherstellen, dass ihre Weltraumprodukte mit einer Lebenszeit von bis zu 20 Jahren den Missionsanforderungen gewachsen sind.

Neben Lageregelungssensoren sind es vor allem Instrumente zur Erdbeobachtung, mit denen sich das Unternehmen weltweit einen Namen gemacht hat. Darunter sind Abkömmlinge der Multispektralkamera MKF-6, die vor fast 30 Jahren bei Carl Zeiss in Jena entwickelt worden war. Etwa die Produktfamilie Jena Spaceborne Scanner (JSS): Diese Multispektralkameras verfügen über eine hochmoderne Dreispiegeloptik und ein digitales Aufnahmegerät; CCD-Fotoelemente scannen die Erdoberfläche Zeile für Zeile ab (Pushbroom-Prinzip).

Mithilfe des JSS 56 wird das deutsche Unternehmen RapidEye AG im Jahr 2007 einen Geo-Informationsservice etablieren. Eine Flotte von fünf Satelliten, auf denen sich die Instrumente befinden, ermöglicht eine Datenabdeckung der gesamten Erde innerhalb von 48 Stunden. Die Kamera





arbeitet im sichtbaren Wellenlängenbereich und im nahen Infrarot. Die Daten liefern Informationen für Landwirtschaft und Kartografie. Anwender sind zum Beispiel landwirtschaftliche Versicherungsunternehmen, die Schäden prognostizieren oder ermitteln wollen, daneben Institutionen wie die EU, aber auch Agrarhändler, die an Warenterminbörsen handeln, oder landwirtschaftliche Großbetriebe, die Präzisionsanbau betreiben. Eine technologische Herausforderung für die Entwickler der Jena-Optronik war, das System so klein zu gestalten, dass es auf einer Kleinsatellitenplattform unterzubringen ist. Und das ist gelungen: Frontoptik, die Fokalebene und die Datenverarbeitung an Bord sind konkurrenzlos klein.

Mit dem Instrumentkonzept METimage arbeiten die Entwickler aus Jena außerdem an einem abbildenden Radiometer, welches Spektralkanäle im mittleren und thermischen Infrarot-Bereich anbietet. Unterstützt vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt und vom Deutschen Wetterdienst soll es als nationaler Beitrag in zukünftige europäische Meteorologie- und Umweltsatelliten integriert werden.

Auch der Jena Airborne Scanner kann seinen Stammbaum sehen lassen: Die JAS 150 geht auf die MSK-4 zurück, eine flugzeuggestützte Version der Multispektralkamera MKF-6, ebenfalls rund 30 Jahre alt. Seit vergangenem Jahr existiert der Prototyp des digitalen Scanners. Darüber hinaus hat das System die höchste Auflösung im Marktsegment der Luftbildkameras. Mit der integrierten Software JenaStereo können die gewonnenen Daten verarbeitet und dreidimensionale Terrain-Modelle erstellt werden. Interessant sind die gewonnenen Daten beispielsweise für Städteplanung, Erntekontrolle und Hochwasserprognosen.

Strategisch bedeutsam für die Jena-Optronik war die Entscheidung des Ministerrats der Europäischen Weltraumorganisation ESA im Dezember 2005: Demzufolge bleibt Deutschland die zweitgrößte europäische Raumfahrtation nach Frankreich. Spezialgebiet ist die Erderkundung, für die die Bundesrepublik mit 31 Prozent die Führung übernehmen soll: Hier wird sich die Jena-Optronik mit ihren opto-elektronischen Systemlösungen beteiligen.

**Elektromechanik: Puma mit 170 Kilowatt.** Auch ein anderes Jenoptik-Unternehmen wird von politischen Entscheidungen stark beeinflusst: Als der Bundestag den Bau des neuen PUMA-Schützenpanzers beschlossen hat, bedeutete das für die ESW-Extel Systems Wedel einen Auftragsschub. Die ESW stattet Hubschrauber und militärische Fahrzeuge, Schiffe und Flugzeuge mit unterschiedlichen Systemen aus. Auch der neue Panzer, der seine Besatzung entsprechend neuester Standards vor Minen schützen soll, trägt an vielen Stellen die Handschrift des Jenoptik-Unternehmens südlich von Hamburg.

So liefert ESW das Energieerzeugungssystem, mit dem erstmals in einem Schützenpanzer eine elektrische Leistung von 170 Kilowatt installiert wird. Und darin sind zahlreiche Funktionen vereint, darunter die des Starters und des Generators mit der Steuerelektronik, dazu Hochleistungslüfter, um das Dieselmotorwerk zu kühlen, die Bordnetzversorgung, eine Antriebseinheit für die Klimaanlage und die Grobstaubgebläse. Der Puma, von dem zunächst 410 Stück hergestellt werden sollen, wird das erste Fahrzeug sein, das in Serie mit einem Startergenerator ausgestattet ist.

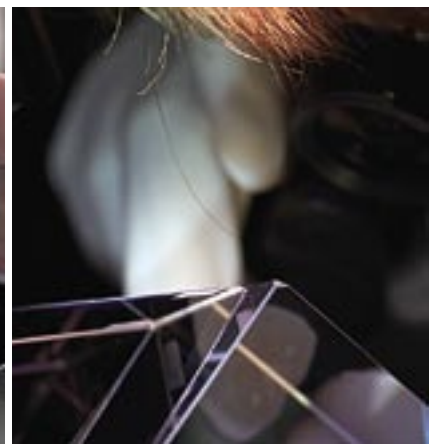
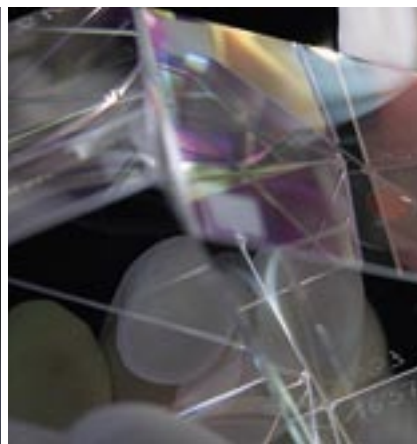
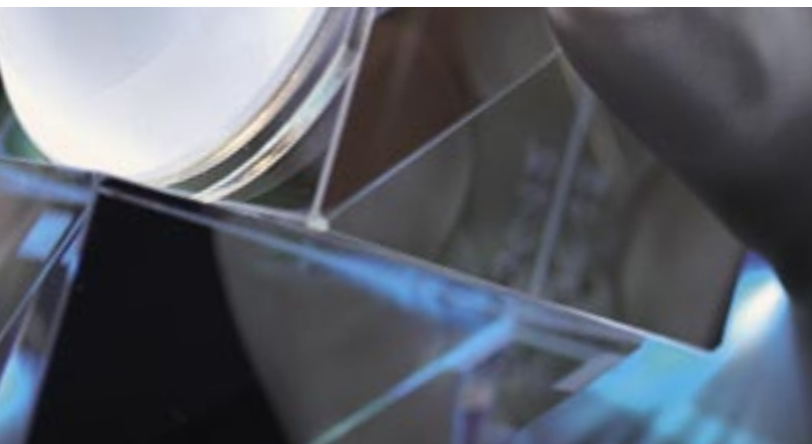
Die Baugruppen sind modular aufgebaut und lassen sich auch an größere Leistungsklassen anpassen. Damit bilden sie die Basis für zukünftige unterschiedlichste Anwendungen, beispielsweise für Hybrid- und elektrisch angetriebene Militärfahrzeuge. Vom Diesel- kann dabei auf Elektroantrieb umgestellt werden, was besonders leises Fahren im Schleichbetrieb ermöglicht.

**Verkehrsüberwachung: Radar revolutioniert.** In der Verkehrsüberwachungstechnik ist erneut ein Technologiesprung zu vermelden: Nachdem die Entwickler der ROBOT Visual Systems GmbH dem digitalen Beweisfoto zum Durchbruch verholfen haben, revolutionieren sie nun auch die Radartechnik. In Zukunft können auch durch unbemannte Radaranlagen Verkehrssünder zweifelsfrei ermittelt werden. Dabei wird auf die sonst übliche Sensorik in der Fahrbahn völlig verzichtet; man spricht deshalb von einer nicht-invasiven Messmethode. Möglich ist das, weil die neue Radartechnik nicht nur die Geschwindigkeit eines vorbeifahrenden Fahrzeuges misst, sondern gleichzeitig auch die Entfernung des vorbeifahrenden Objektes. Damit lässt sich eindeutig nachweisen, auf welcher Fahrspur sich das betroffene Fahrzeug bewegt hat. Das war bisher mit Radarsystemen so nicht möglich: Entweder musste aufwändig Sensortechnik in der Fahrbahn verlegt werden oder Beamte hatten durch den so genannten »aufmerksamen Messbetrieb« einen eindeutigen Beweis sicherzustellen.

Der neuen Methode ging eine zweijährige Entwicklungsphase voraus. Auf der internationalen Verkehrssicherheitsmesse »Intertraffic« wird sie im April 2006 erstmalig dem Fachpublikum präsentiert. Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig wird noch in diesem Jahr darüber befinden, ob die neue Technologie für den Einsatz auf bundesdeutschen Straßen zugelassen werden kann. Robot Visual Systems geht davon aus, dass sich die neue Radartechnik auch international gut vermarkten lässt, vor allem wegen der starken Nachfrage nach nicht-invasiven Lösungen. In Deutschland wird diese Radartechnik die heute übliche Fahrbahnsensorik und den aufmerksamen Messbetrieb überflüssig machen.

Der nächste Schritt in der Radartechnik wird bereits vorbereitet: Ebenfalls per Radar soll in Zukunft regelwidriges Verhalten an Ampelkreuzungen erkannt werden. Dazu wird neben der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Entfernung zusätzlich der Winkel zum Objekt bestimmt. Mit dieser Methode können Fahrzeuge über eine längere Strecke verfolgt und ihr Fahrverhalten permanent mit anderen Daten abgeglichen werden, etwa dem Rotsignal der Verkehrsampel. Dadurch lässt sich unter anderem zweifelsfrei beweisen, ob ein Fahrzeug die Kreuzung bei Rotsignal überquert hat. Diese Technologie, die sich derzeit noch in der Entwicklung befindet und 2007 in den Markt eingeführt wird, vereinfacht die Beweisführung erheblich.

**Chipproduktion der Zukunft: neuer Rekord.** 50 Mann stark forscht das Entwicklerteam der XTREME technologies GmbH in Göttingen und Jena an einer Gasentladungsplasmaquelle für das extrem ultraviolette (EUV) Spektrum. Seit die Arbeiten im Jahr 2000 begonnen haben, nähert sich das Unternehmen Schritt für Schritt der Chipproduktion der Zukunft: Die Wellenlängen des ultravioletten Lichts sind bald nicht mehr kurz genug, um die immer kleineren Chipstrukturen herstellen zu können. Deshalb wird voraussichtlich ab 2009 in das extrem-ultraviolette Spektrum übergegangen, das nahe der weichen Röntgenstrahlung liegt.

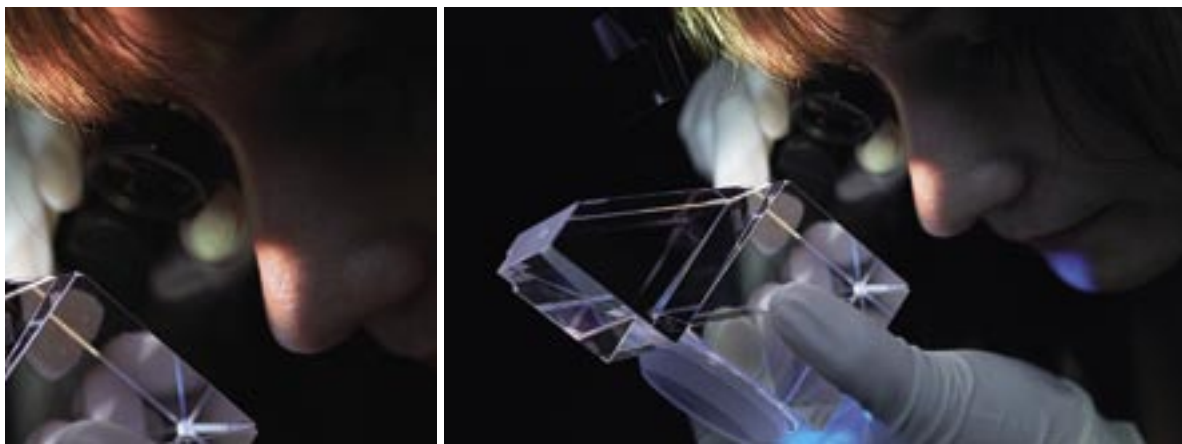


Der Technologiesprung steht und fällt mit der Lichtquelle. Laserinduzierte Plasmen und Gasentladungsplasmen sind das Spezialgebiet von Xtreme technologies, und wie bereits in den vier vorangegangenen Jahren konnte das Unternehmen auch 2005 erneut die effizienteste Strahlquelle zur Verfügung stellen. Nachgewiesen wurde das Funktionsprinzip unter Laborbedingungen, als mit einer Gasentladungsplasmaquelle kurzzeitig eine Leistung von 800 Watt erreicht wurde. Das ist die höchste Ausgangsleistung, die weltweit bei 13,5 Nanometern jemals erzeugt worden ist und nahe dem Wert, der aus derzeitiger Sicht für die industrielle Fertigung nötig ist.

Geht es nach der Semiconductor Roadmap, in der die Halbleiterindustrie ihre nächsten Schritte festschreibt, wird EUV ab 2009 in der Massenproduktion eingesetzt – ein ehrgeiziges Ziel, an dem die Xtreme technologies mit Hochdruck arbeitet. Um die Prozesse zu evaluieren, haben im Jahr 2005 sowohl Intel als auch das Halbleiterkonsortium International SEMATECH die ersten Mikrobelychter in Betrieb genommen – sie kommen von der britischen Firma Exitech und sind mit EUV-Quellen von Xtreme technologies bestückt.

Inzwischen ist Xtreme technologies, die zu 50 Prozent der Jenoptik gehört, nicht nur technologisch führend, sondern auch der weltweit größte Anbieter für EUV-Quellen und EUV-Messtechnik: Zum einen hat die japanische USHIO Inc., die selbst an Gasentladungsplasmaquellen forscht, im Juli 2005 die andere Hälfte des Unternehmens von der Lambda Physik AG übernommen. Zum anderen wurden im Jahr 2005 die Messtechnik-Kompetenzen der JENOPTIK Mikrotechnik GmbH integriert, die die Xtreme technologies nun gemeinsam mit der EUV-Quelle aus einer Hand anbieten kann.

**Diodenlaser: direkter Draht zur Wissenschaft.** Aus Diodenlasern solide industrielle Strahlquellen zu machen – das ist der Anspruch der JENOPTIK Laserdiode GmbH. Und im vergangenen Jahr hat das Unternehmen dafür die Messlatte erneut höher gelegt: Zum ersten Mal weltweit hat eine Versuchs-



anordnung mit Hochleistungsdiodenlasern die 500-Watt-Grenze durchbrochen. Üblich sind heute 40 bis 60 Watt; nachdem das Jenoptik-Unternehmen nun in neue Grenzbereiche vorgedrungen ist, sollen Ende 2007 mehr als doppelt so leistungsfähige Strahlquellen bereit für den Markt sein.

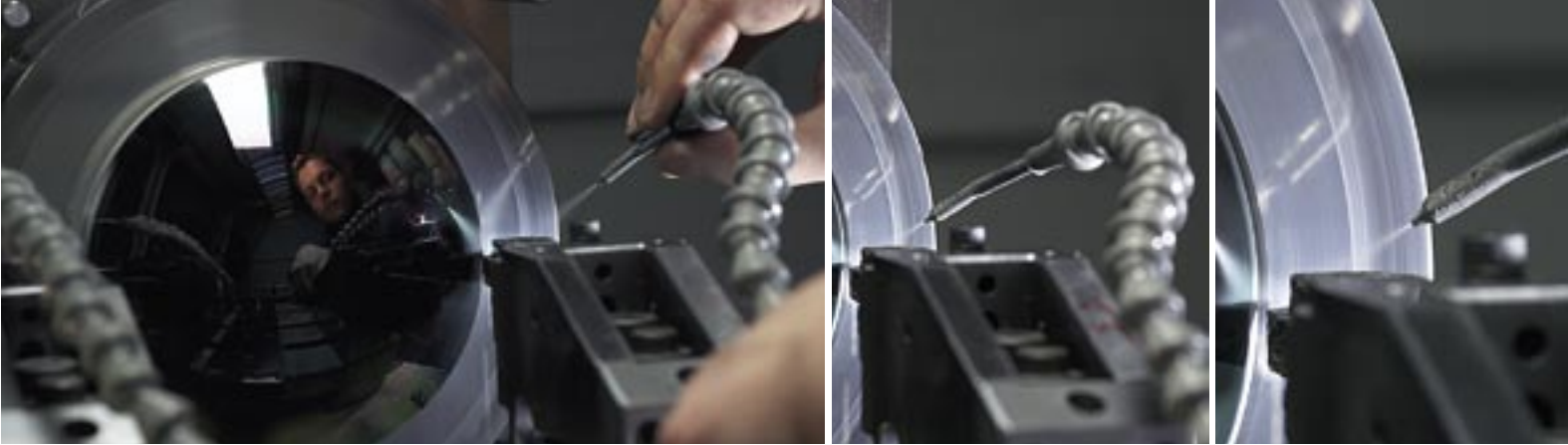
Diodenlaser sind die effizientesten aller künstlichen Lichtquellen. Hochleistungsdiodenlaser werden eingesetzt, um Scheibenlaser zu pumpen, wie sie die JENOPTIK Laser, Optik, Systeme GmbH herstellt. Des Weiteren finden sie Anwendung in der Materialbearbeitung, etwa um Metalle zu löten oder zu härten oder um Kunststoffe zu schweißen, aber auch in der Medizin, um beispielsweise dauerhaft Haare zu entfernen. Die Applikationen sind vielfältig, und der Leistungsbereich der Laser lässt sich je nach Bedarf variabel anpassen.

Im vergangenen Jahr hat die Jenoptik Laserdiode ihre Wachstumsziele übererfüllt, weil der Markt die Hochleistungsdiodenlaser aus Jena als besonders zuverlässig und effizient angenommen hat. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass die Jenoptik-Forscher den Wirkungsgrad ihrer Hochleistungsdiodenlaser auf 60 Prozent hochgeschraubt haben – und das ist in Produkten ein besonderes Verkaufsargument. Damit erhalten die Kunden bei gleichem Stromverbrauch und der gleichen anfallenden Wärmemenge leistungsfähigere Laserwerkzeuge, wobei die Leistung gegenüber dem Preis überproportional ansteigt. Dadurch werden Hochleistungsdiodenlaser auch für neue Kundenschichten interessant.

Um das zu erreichen, hat die Jenoptik die gesamte Prozesskette optimiert – und zwar beginnend beim Ausgangsmaterial. Diodenlaser können, ähnlich wie Mikrochips, auf Halbleiterwafern in großen Mengen kostengünstig hergestellt werden. Diese Aufgabe ist inzwischen intern vergeben – an die JENOPTIK Diode Lab GmbH in Berlin-Adlershof. Sie ist im Februar 2002 als Spin-off aus der engen Kooperation zwischen der Jenoptik und dem Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik hervorgegangen.

Hier entstehen auf Gallium-Arsenid-Wafern (GaAs) Barren, die zahlreiche einzelne Emittierstreifen enthalten. Diese Barren sind auf hohen Wirkungsgrad getrimmt – dafür waren verschiedene physikalische Eigenschaften, die zum Teil gegenläufig sind, sorgfältig gegeneinander abzuwägen. Das Unternehmen ist technologisch weltweit führend, auch dank des engen Kontaktes mit dem benachbarten Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik. Die Forschungsergebnisse – zum Beispiel zum erhöhten Wirkungsgrad – werden direkt in das Unternehmen übergeleitet; mit ihrer Hilfe werden sowohl die Barren als auch der Produktionsprozess ständig verbessert.

In Jena werden die Barren dann auf Wärmesenken aufgebracht, die die überschüssige Hitze ableiten. Mehrere solcher Submounts können zu so genannten Stacks gestapelt werden – und auch das ist eine Kunst für sich. Denn wie leistungsfähig das Werkzeug am Ende ist, entscheidet nicht allein das Halbleitermaterial des Barrens, sondern auch die Kunst der Montage und des Stapelns.



Die Kompetenz, die sich das Unternehmen in Aufbau und Montage erworben hat, war wesentlich dafür, dass der höhere Wirkungsgrad der Hochleistungsdiodenlaserbarren auch in Produkte umgesetzt werden konnte.

Bereits in den Vorjahren hat die Jenoptik Laserdiode dafür die Grundlagen geschaffen. So war das Wegkühlen der überschüssigen Hitze anfangs ein zu komplexes Unterfangen für raue industrielle Umgebungen, bis das Unternehmen eine stark vereinfachte und weniger wartungsaufwändige Lösung vorgelegt hat. Hinzu kommen Testverfahren, die seit einigen Jahren zwingend zum Produktionsprozess zählen und mit denen alle relevanten Daten protokolliert und analysiert werden. Seither hat sich die Zahl der Reklamationen verringert, und branchenweit kann die Jenoptik Laserdiode auf besonders zuverlässige Diodenlaserstrahlquellen verweisen.

Am Schluss lässt sich das Produkt noch veredeln – je nach Applikation wird das Licht durch eine Linse oder durch Einkoppelung in eine Lichtleitfaser zu seinem Bestimmungsort geführt. Auch das beherrscht das Jenoptik-Unternehmen. Und am Anfang der Produktionskette entsteht derzeit ein Neubau: Für 14 Millionen Euro baut die JENOPTIK Diode Lab GmbH in Berlin eine Halbleiterfabrik, unmittelbar neben dem Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik. Damit behalten die Jenoptik-Hochleistungsdiodenlaser den direkten Draht zur Wissenschaft.