

Igniting Ideas in Glass for Hot Furnaces Zündende Ideen aus Glas für heiße Öfen

The world's most powerful laser is now being built at the Lawrence Livermore Laboratory in California and will feature several thousand specialized glass components from SCHOTT. The thirty year partnership between physicists and glass experts has turned this technological masterpiece into reality.

Am kalifornischen Lawrence Livermore National Laboratory entsteht derzeit der leistungsstärkste Laser der Welt – mit einigen Tausend Spezialgläsern von SCHOTT. Die dreißigjährige Partnerschaft zwischen Physikern und Glasexperten hat diese technologische Meisterleistung ermöglicht.



For a short time, power of 500 trillion watts is generated when 192 bundled laser beams are focused to meet a small ball-shaped target at the National Ignition Facility.

Kurzzeitig soll eine Leistung von 500 Billionen Watt entstehen, wenn 192 gebündelte Laserstrahlen in der National Ignition Facility auf ein winziges kugelförmiges Ziel treffen.

Source | Quelle: SCHOTT AG

BERND MÜLLER

As Carl Sagan used to say, we are all made of star stuff. The American astronomer and author was merely trying to say that the chemical elements that make up all materials, including human beings, were forged inside supernovae billions of years ago and are still being forged there today. It has never been possible to reach these hot stars that can only be seen through telescopes. But, by the year 2010, this should change, when the National Ignition Facility (NIF) will be able to allow an extremely small, yet extremely hot, super novae to glow for a few trillionths of a second in order to decode the earliest origins of matter. The fusion plasma that results could one day even serve as a source of power generation in a power plant.

When the 192 lasers at the Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) in California shoot 500 trillion watts of power (a 5 followed by 14 zeros) into a spherical target only a few millimeters in size that is filled with deuterium and tri-

Wir alle bestehen aus Sternstaub“, pflegte Carl Sagan zu sagen. Damit wollte der amerikanische Astronom und Autor darauf hinweisen, dass die chemischen Elemente, aus denen alle Materie und auch wir Menschen aufgebaut sind, vor Milliarden Jahren und auch noch heute in Supernovä gebraut wurden. Diese heißen Sterne sind bisher unerreichbar und nur mit Teleskopen zu sehen. Spätestens 2010 soll sich das ändern: Dann wird die National Ignition Facility, kurz NIF, für wenige Milliardstel Sekunden eine zwar winzige, aber extrem heiße Supernova

leuchten lassen und helfen, die frühesten Ursprünge der Materie zu entschlüsseln. Das dabei entstehende Fusionsplasma könnte eines Tages sogar zur Stromerzeugung in einem Kraftwerk dienen.

Wenn die 192 Laser am Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) in Kalifornien eine Leistung von 500 Billionen Watt (eine 5 mit 14 Nullen) auf ein wenige Millimeter großes kugelförmiges Ziel, gefüllt mit Deuterium und Tritium, den schweren Brüdern des Wasserstoffs, schießen und ein 100 Millionen Grad heißes Plasma zünden, wird dies auch

Photo | Foto : LLNL



This beamlet laser delivers the energy for the NIF laser system and helps in testing new materials and techniques.

Dieser Beamlet-Laser liefert die Energie für die NIF-Laseranlage und dient der Erprobung neuer Materialien und Verfahren.

tium, the big brothers of hydrogen, to ignite a plasma with a temperature of 100 million degrees, this will also mark a huge success for the SCHOTT Advanced Optics team from North America. The glasses produced by the plant in Duryea, Pennsylvania, represent key components, because the light of the neodymium glass laser is generated inside several thousand glass slabs 745 by 425 by 45 millimeters in size. In terms of their size, chemical composition and precision, this glass is unique in the world today.

This level of technological excellence only becomes possible when the customer and the supplier work closely together to overcome the obstacles that inevitably result from such a mammoth project. LLNL and SCHOTT have been working together for 30 years. Even back in the seventies, SCHOTT produced phosphate glass for use in lasers that had conventional spherical shapes back then. Over time, the demands of

LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL LABORATORY

The national security laboratory for the U.S. Government focuses on research in strategic, homeland and energy security. Based in Livermore, California, (about 40 miles east of San Francisco), Lawrence Livermore has an annual budget of 1.6 billion U.S. dollars and more than 8,000 employees, 3,500 of whom are highly qualified scientists, engineers and other experts.

LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL LABORATORY

Nationales Sicherheitslabor der US-Regierung mit Forschungsschwerpunkt strategische und innere Sicherheit sowie Energie. Lawrence Livermore mit Sitz in Livermore, Kalifornien, verfügt über ein Jahresbudget von 1,6 Milliarden US-Dollar und mehr als 8.000 Mitarbeiter, darunter über 3.500 hochqualifizierte Forscher, Ingenieure und andere Experten.

HEART OF GLASS

The light produced by the NIF laser is generated inside special glass slabs that were manufactured at the SCHOTT site in Duryea, U.S.A. However, this only works, if the correct exact chemical formulation is used. Here, neodymium atoms that give the glass a violet color and are excited by bolts of light play a key role. When they return to their original state, infrared light that increases its own intensity inside glass is released, much like an avalanche. The beam of light that leaves the glass is focused onto one extremely small point for only a few billionths of a second.

HERZ AUS GLAS

Das Licht der NIF-Laser wird in speziellen Glasplatten erzeugt, hergestellt am SCHOTT Standort Duryea, USA (Foto). Dies gelingt aber nur, wenn die exakte chemische Rezeptur stimmt. Die Hauptrolle spielen Neodym-Atome, die dem Glas eine violette Farbe verleihen und die mit Lichtblitzen angeregt werden. Bei der Rückkehr in den Grundzustand wird Infrarotlicht frei, das sich im Glas wie eine Lawine selbst verstärkt. Der Lichtstrahl, der das Glas verlässt, ist auf einen winzigen Punkt fokussiert und nur wenige Milliardstel Sekunden kurz.



Photo | Foto : SCHOTT AG

the research lab increased along with the technology, however, SCHOTT was always able to meet them by providing new types of glass and manufacturing methods. For this reason, it was really only a matter of course for LLNL to get in touch again with the company when planning of the NIF started to unfold. By working together, experts from SCHOTT and LLNL succeeded in developing a new type of glass, as well as a manufacturing technique for making the slabs. Initially, the laser glass was melted during various working steps. Later, this took place using one continuous process. This increased the speed

ein Erfolg für das Nordamerika-Team von SCHOTT Advanced Optics sein. Die Gläser aus dem Werk in Duryea, Pennsylvania, sind eine entscheidende Komponente, denn das Licht der Neodym-Glas-Laser entsteht in mehreren Tausend Glasplatten mit den Abmessungen 745 mal 425 mal 45 Millimeter. Dieses Glas ist, was Größe, chemische Zusammensetzung

und Präzision anbelangt, einzigartig in der Welt. Möglich ist so eine technologische Meisterleistung nur, wenn Kunde und Lieferant eng zusammenarbeiten und gemeinsam die Hürden meistern, die bei einem solchen Mammutprojekt zwangsläufig auftauchen. Die Partnerschaft zwischen LLNL und SCHOTT besteht mittlerweile seit 30 Jahren. Schon in den



Photo | Foto : SCHOTT AG

“SCHOTT did the machine and design engineering to make the laser glass and came up with all of the chemicals we’d have to buy. Livermore bought the equipment SCHOTT needed and SCHOTT built a plant using all of this Livermore-furnished equipment. This had never been done before at this scale.”

Jack Campbell, NIF Project Manager Advanced Optical Materials, on NIF as a culmination of the 30-year partnership between SCHOTT and the Lawrence Livermore National Laboratory.

„SCHOTT übernahm Entwurf und Konstruktion der Maschinen zur Herstellung des Laserglases und besorgte alle notwendigen Chemikalien. Livermore erwarb die erforderliche Ausrüstung und SCHOTT baute damit die Anlage. In dieser Größenordnung war das vorher noch nie der Fall.“

Jack Campbell, NIF Projektmanager Advanced Optical Materials, über das NIF als ein Höhepunkt der 30-jährigen Partnerschaft zwischen SCHOTT und dem Lawrence Livermore National Laboratory.

of manufacturing by twenty times, while reducing the costs by a factor of five.

Development of the glass types used in the NIF lasers took nearly five years. Clearly, not everything went smoothly, but this was hardly a surprise, when one considers that the boundaries of what is technologically possible had to be explored. Finally, SCHOTT succeeded in initially manufacturing 200 glass slabs that offered the required properties. In 2005, early experiments confirmed that the lasers would be able to function as desired and that ignition of the plasma would, in fact, take place as originally calculated, as soon as all of the 192 lasers went into operation. These efforts also paid off for SCHOTT. The manufacturing technique used for the NIF glass is also being used for the French megajoule laser now being built near Bordeaux.

< |
marlene.deily@us.schott.com

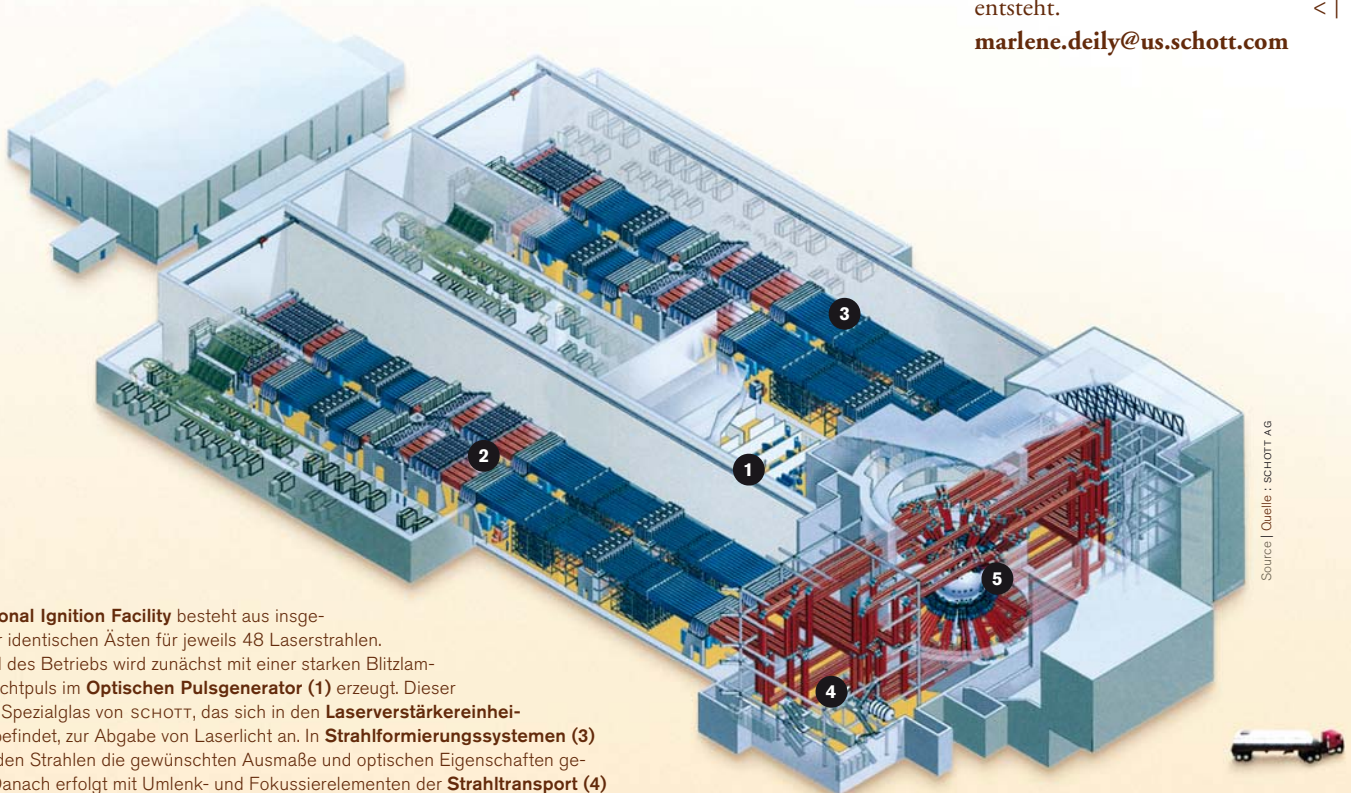
70er Jahren produzierte SCHOTT Phosphatglas für Laser, damals noch mit konventioneller sphärischer Form. Die Ansprüche des Forschungslabors stiegen mit der Zeit, doch SCHOTT hielt mit immer neuen Glastypen und Fertigungsmethoden Schritt. So war es fast selbstverständlich, dass LLNL wieder auf den Technologiekonzern zuzuging, als die Planung der NIF Gestalt annahm. Gemeinsam entwickelten SCHOTT-Experten mit LLNL-Forschern eine neue Glassorte sowie ein neues Produktionsverfahren zur Herstellung der Scheiben. Dabei wurde zuerst in

einzelnen Arbeitsschritten, später in einem kontinuierlichen Prozess das Laserglas aufgeschmolzen. So wurde die Produktion schließlich um das 20fache beschleunigt und die Kosten wurden um den Faktor 5 reduziert. Fast fünf Jahre dauerte die Entwicklung der Gläser für die NIF-Laser. Nicht alles ging glatt – kein Wunder, wenn man zur Grenze des technologisch Machbaren vordringt – doch in einer Pilotanlage fertigte SCHOTT zunächst 200 Glasscheiben mit den erforderlichen Eigenschaften. 2005 bestätigten erste Experimente, dass die Laser wie gewünscht arbeiten und dass die Zündung des Plasmas – wenn einmal alle 192 Laser in Betrieb sind – tatsächlich wie vorausberechnet erfolgen wird. Auch für SCHOTT hat sich die Anstrengung gelohnt. Das Herstellungsverfahren für das NIF-Glas wird auch für den französischen Megajoule-Laser genutzt, der gerade in der Nähe von Bordeaux entsteht.

< |
marlene.deily@us.schott.com

NATIONAL IGNITION FACILITY

The **National Ignition Facility** consists of a total of four identical branches for 48 laser beams each. During operation, a pulse of light is first generated in the **Optical Pulse Generator (1)** using a strong flashbulb. This excites the specialized glass from SCHOTT found inside the **Laser Amplifier Unites (2)** into releasing laser light. In **Beam Forming Systems (3)**, the beams are given the desired dimensions and optical characteristics. Then, diversion and focusing elements are used for the **Beam Transport (4)** to the **Target Chamber (5)**, where all of the beams finally reach the fuel capsule.



Die **National Ignition Facility** besteht aus insgesamt vier identischen Ästen für jeweils 48 Laserstrahlen. Während des Betriebs wird zunächst mit einer starken Blitzlampe ein Lichtpuls im **Optischen Pulsgenerator (1)** erzeugt. Dieser regt das Spezialglas von SCHOTT, das sich in den **Laserverstärkereinheiten (2)** befindet, zur Abgabe von Laserlicht an. In **Strahlformierungssystemen (3)** werden den Strahlen die gewünschten Ausmaße und optischen Eigenschaften gegeben. Danach erfolgt mit Umlenk- und Fokussierelementen der **Strahltransport (4)** zur **Targetkammer (5)**, wo schließlich alle Strahlen auf die Brennstoffkapsel treffen.