

man die Papagenoszenen je mit besser-wissender Nachsicht belächelt hat, so als hätte der Kindskopf Mozart einen Anspruch auf Verzeihen, wie für seine Bäsle-Briefe.

Die (für mich) vielleicht schönste Szene: Der Prinz darf, als Pamina ihn anfleht, nicht sprechen; Papageno sitzt vor einem Spaghettiberg und schweigt ausnahmsweise mal, weil er das Maul voller Nudeln hat. Doch plötzlich ergreift auch ihn die elegische Klage der Prinzessin, er hört auf zu essen, verbirgt seine Tränen, während Pamina das vermeintliche Ende ihrer Liebe beklagt. Daß es die Komik ist, auf deren Grundlage sich der schöne Ernst des Märchens, die Trauer des Traums erst richtig entfalten können, Freyers scheinbar verspielte und dabei stets höchst konzentrierte Aufführung macht das in solchen Momenten deutlich.

was das Werk als Widerspruch enthält. Jeder Blickwinkel der Oper hat seine Wahrheit, jede Wahrheit der Oper offenbart auch ihre Tücken.

So gab denn Freyer auch einer Glanznummer der Oper, bei der Bühnenbildner und Regisseure gerne ihren putzigen Witz vorführen, eine neue Wendung, wie sie nur der Traum erlaubt. Als nämlich Tamino mit seiner Flöte die wilden Tiere zur Vernunft bringt, war das in Freyers Traumwelt nicht eine Schar von tanzenden Steiftierchen und Stofflöwen. Statt dessen schlichen sich die Nachtmahre und Alpträume unseres Unterbewußten von der Bühne, von der unwiderstehlichen Unschuld von Mozarts Musik vertrieben: die polizeiliche Gewalt hatte Krokodilzähne, die Laszivität einen Schweinekopf und die Macht eine blutige Metzgerschürze. Und die Musik brachte sie nicht zum drolligen

FORSCHUNG

Wundersames Licht

**Laserstrahlen schweißen Stahl, ta-
sten Bildplatten ab und verschließen
Wunden. Mit ultrakurzen Blitzen des
scharf gebündelten energiereichen
Lichts könnte nun auch eine völlig
neue Chemie entwickelt werden.**

Charles V. Shank hat sich an das Extreme gewöhnt. Aber um anderen verständlich zu machen, mit welch kleinen Bereichen von Zeit und Raum er es zu tun hat, muß er weit ausholen.

„In einer Sekunde kann Licht von der Erde fast bis zum Mond reisen“, erläutert der Forscher der amerikanischen Bell Laboratories. „In 30 Femtosekunden kommt es etwa zehn Mikrometer weit, das entspricht beispielsweise einem Drittel der Stärke eines menschlichen Haares.“

Lichtblitze von 30 Femtosekunden Dauer – trotz des auschaulichen Vergleichs schwer vorstellbar – kann ein von Shank geleitetes Team seit neuestem erzeugen, berichtete er auf einer Fachkonferenz in Phoenix (Arizona). Die Impulse, deren Zeitmaß auch mit 0,03 Pico- oder 0,00003 Nano- oder 30 Billionardstelsekunden angegeben werden könnte, sind die wohl kürzesten je von Menschen in Gang gebrachten Ereignisse.

Abgesehen von der fälligen Eintragung im „Guinness Book of Records“ ist das wissenschaftliche Unterfangen durchaus nützlich: Damit werden sich erstmals ultraschnelle Prozesse aufklären lassen, insbesondere was im einzelnen beim chemischen Aufbau und Zerfall von Molekülen geschieht, wie etwa der Sehvorgang funktioniert oder auf welche Weise in den Pflanzen die Photosynthese abläuft.

„Unterhalb von 0,1 Picosekunden haben wir es mit Impulsen zu tun, die kürzer sind als die Vibrationen eines einzelnen Atoms“, erklärt Dr. Shank. „So können wir untersuchen, wie sich Atome verbinden und wie Energie von einem Teil eines Moleküls zu einem anderen übertragen wird.“

Shank und seine Mitarbeiter experimentieren mit einem Laser: Es ist eine Lichtverstärkungsanlage vom gleichen Prinzip wie jene, die modernste Video- oder Schallplatten abtasten, die zur Landvermessung, zur Datenübertragung durch Glasfaserkabel oder zum Anheften abgelöster Augennetzhaut eingesetzt werden.

Durch sogenanntes optisches Pumpen erzeugt das Gerät Strahlen, die nahezu monochrom sind, also von einheitlicher Frequenz, dazu kohärent, also von gleichem Schwingungstakt, sehr energiereich und scharf gebündelt.

Laser, Ende der fünfziger Jahre entwickelt, galten als Wunderlampen, die leider nur keinen praktischen Nutzen



„Zauberflöte“ in Hamburg: Die überlebensgroße Königin der Nacht

Das Unbehagen an üblichen Opernaufführungen rührt daher, daß man als Theaterfreund immerzu Kompromisse schließen muß. Na ja, sagt man, das ist zwar entsetzlich gespielt, aber wenn jemand so schön singt, dann kann man ihm das nachsehen. Auch insofern war die Hamburger „Zauberflöte“ ein Glücksfall. Man erlebte Oper als eine Theaterform, die ihre eigenen Spielgesetze, ihren eigenen Spielwitz entwickelt, die in sich nicht weniger selbstverständlich ist als jede andere Theaterform.

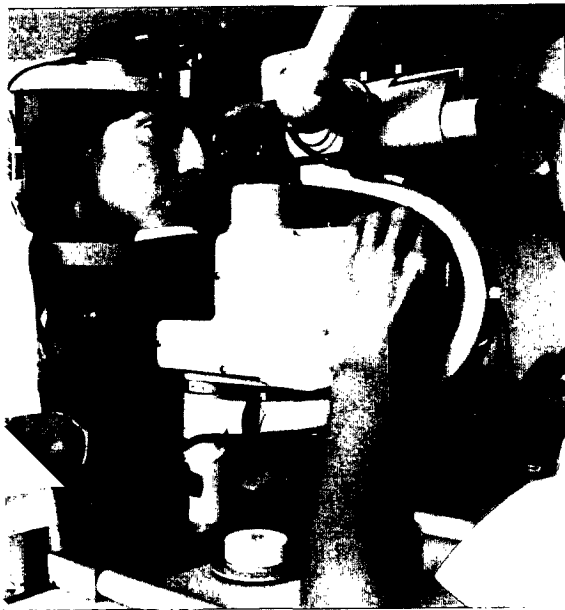
Da sich Freyer auf die Logik des Traums und auf die (Bild)kraft des Theaters verließ, konnte er den Riß in der „Zauberflötenhandlung“ sogar unterstreichen. Als da nämlich Sarastro seiner Priesterversammlung eröffnet, er habe Pamina selbstlos aufgezogen, um sie dem ihr bestimmten Tamino zu bewahren, lachte die Männerrunde höhnisch. Als heuchelnder Umschwung war offenbart.

Tanzen, sondern nötigte sie dazu, sich verstohlen davonzuschleichen.

Auf dem gleichen schmalen Grat zwischen spielerischer Innigkeit und Traumschwere hielt Christoph von Dohnányi auch die Musik: eine glückliche Mischung aus Leichtsinnsinn und Präzision stellte sich ein. Und wenn Judith Blegens Pamina sang, dann wußte man wieder, wie falsch alle Opernverlegenheit ist: manches läßt sich auf dem Theater nicht sagen, sondern eben nur singen.

Für die Gesellschaftschronik der Hansestadt wäre von der Premiere zu verzeichnen, daß ihr der spanische König und seine Königin (wenn auch mit Verspätung), sagt man: beiwohnten?

Ein König in der Hamburgischen Staatsoper, das ist schon eine Seltenheit. Andererseits: Selten wird ein König eine bessere Opernaufführung zu Gesicht und zu Gehör bekommen. Und so gleicht sich das wieder aus.



Laser für Netzhaut-Operationen
Unblutiges Skalpell

hatten. Mittlerweile ist die Zahl der Anwendungen unübersehbar.

Mit Laserlicht können Zahnärzte frühzeitig Karies erkennen. Als „unblutiges Skalpell“ erlaubt es Chirurgen, verklebte Eileiter zu öffnen, verbrannte Haut abzutragen, Magenblutungen zu stillen, ohne daß sie den Bauch aufschneiden müßten, und empfindliche Organe wie Leber und Nieren schonend zu operieren.

Laserstrahlen entdecken Schadstoffe in der Atmosphäre, übermitteln gleichzeitig Zehntausende von Telefongesprächen und reinigen – so in Venedig – taubendreckverkrustete Statuen. Sie erzeugen räumliche Bilder (Hologramme), die zu Show-Effekten wie zur Prüfung von Flugzeugreifen verwendet werden, beheben Defekte an elektronischen Schaltkreisen und werden womöglich die Energieversorgung der Welt sichern.

Forscher wie die einer Arbeitsgruppe am Garchinger Max-Planck-Institut für Plasmaphysik suchen mit den energiereichen Blitzen die atomare Kernfusion – das Feuer der Sonne – auf Erden zu entzünden. Militärtechniker basteln an Laserstrahl-Kanonen, die feindliche Satelliten und Interkontinentalraketen vom Himmel holen sollen; in den USA haben sie damit bereits Hubschrauber und Lenkgeschosse außer Gefecht gesetzt.

In der industriellen Produktion, konstatierte jüngst der Fiat-Ingenieur Dr. Aldo V. La Rocca in der Wissenschaftszeitschrift „Scientific American“, ist der Einsatz von Lasern inzwischen eine „ausgereifte Technologie“. Sie schweißen Pipeline-Röhren und hochbeanspruchte Automobilteile, vergüten Oberflächen von Dieselmotor-Komponenten, brennen Kühlkanäle in Turbinenschaufeln, bohren Achslager in Rubine für Armbanduhren, Düsen in die Plastikköpfe von Spraydosen, Sauglö-

cher in Babyschnuller und schneiden Anzugstoffe fransenfrei zu.

Art und Stärke des wundersamen Lichts lassen sich fast schon beliebig auf jeden nur denkbaren Zweck abstimmen. Dabei ist von Vorteil, daß Laser sowohl mit stetem Strahl wie mit Flackerfeuer betrieben werden können – das gerade wäre ein ideales Werkzeug für eine völlig neuartige Chemie.

Zwar sandte schon der erste funktionstüchtige Laser, gebaut 1960 von dem Amerikaner Theodore Maiman, im Millisekundentakt gepulstes Licht aus. Aber erst Geräte mit hyperschneller Blitzfolge, wie die Bell-Forscher sie nun erproben, taugen für gezielte Eingriffe in die Feinstruktur der Materie.

„Wenn Moleküle wahllos erhitzt werden“, so beschreibt der US-Forscher Ahmed H. Zewail den Hauptnachteil eines Grundverfahrens klassischer Chemie, „brechen die jeweils schwächsten Atombindungen.“ Auf diese Weise –



Laser für Reifenprüfung
Verborgene Defekte aufgespürt

Reagenzien ins Glas, Bunsenbrenner an – lassen sich immer nur gewisse Reaktionen einleiten, keineswegs alle erwünschten.

Mit genügend kurzen und intensiven Laser-Impulsen hingegen, erläutert der Professor vom California Institute of Technology weiter, „hoffen wir Moleküle präzise dort knacken zu können, wo wir es wollen“. Ein exakt bemessener Lichtblitz würde seine Energie an ausgesuchten Molekül-Bindungsstellen abgeben und die übrigen gleichsam kalt und damit intakt lassen.

Außer der Herstellung ganzer Gruppen bisher unbekannter Stoffe sieht etwa Professor W. S. Letochow, Chef des Labors für Laser-Spektroskopie der sowjetischen Akademie der Wissenschaften, Anwendungen bis hin zu großindustriellen Prozessen:

▷ Abtrennen von Isotopen, meist seltenen Abarten der chemischen Ele-

mente, die beispielsweise als Markierungssubstanzen für medizinische, biologische oder technische Untersuchungen gebraucht werden und vorerst kaum je mit Gold aufzuwiegen sind;

- ▷ Herstellen von chemischen Stoffen mit bisher unerreichbarem Reinheitsgrad dadurch, daß mit Laserlicht geringste Spuren von Verunreinigungen – selbst einzelne Moleküle – zu identifizieren und auszulesen sind;
- ▷ planvolle Eingriffe in komplexe Biomoleküle, insbesondere Analyse und gezielte Veränderung von Erbsubstanz.

Ein eigener Bereich wäre die Behandlung radioaktiver Substanzen der Atomindustrie. Mit Laserstrahlen könnten die Reste von spaltbarem Uran aus dem Abraum herkömmlicher Anreicherungsanlagen gewonnen und so die Ressourcen an Kernbrennstoff fast um ein Fünftel erhöht werden.

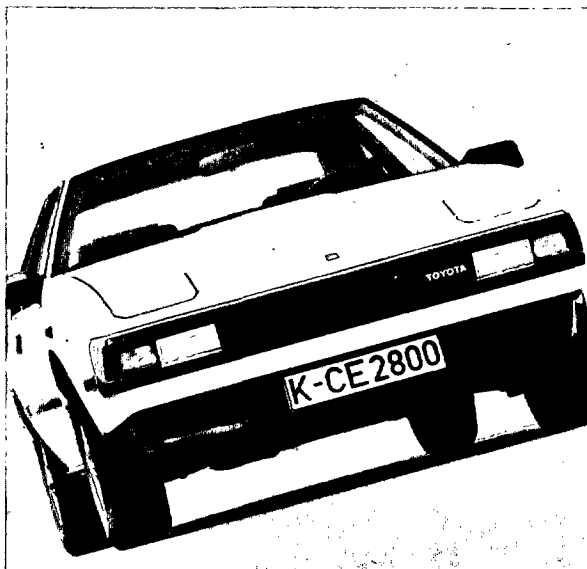
Ebenso ließe sich die Aufbereitung von radioaktiven Abfällen, die derzeit Dutzende von Prozessen erfordert, bei denen wiederum Strahlenmüll anfällt, vereinfachen und verbessern. Langlebige und besonders gefährliche Radionuklide könnten abgetrennt und zurück in die Reaktoren gebracht, nützliche Isotope extrahiert werden.

Noch wären viele solcher exotisch anmutenden Anwendungen des Lasers unwirtschaftlich. Geräte, die Impulse im Picosekunden-Bereich aussenden, kosten nach Auskunft des Laser-Experten John Ryan von der US-Firma Coherent mindestens 80 000 und mit allen Zusatzeinrichtungen leicht 300 000 Dollar.

Einstweilen treiben solchen Aufwand nur wenige Forschungsinstitute und Industrielabors wie das von Dr. Shank. „Die meisten Leute in der Laser-Welt“, so Ryan, „können sich Systeme wie das



Laser-Forscher Shank, Testgerät
Lichtblitz fürs Buch der Rekorde



Neue japanische Sportwagen Toyota Celica Supra, Mitsubishi Starion: Luftpumpe fürs Kreuz

der Bell Laboratories noch gar nicht leisten.“ Die Unterwelt allerdings, war bei einem Seminar von Interpol in Paris zu erfahren, arbeitet schon mit der raffinierten Technologie: Sie verwendet Laser-Farbabtaster zur Herstellung von Druckplatten für Falschgeld.

AUTOMOBILE

Heißer Sake

Japanische Sportwagen drängen auf die Überholspur – mit kraftvollen Motoren und vergleichsweise billig.

Der eine atmet durch ein breites Plastikmaul. Sein Hinterteil sieht aus wie eine schlechte Kopie des kantigen Monza-Achterstevens von Opel. Er heißt Toyota Celica Supra.

Der andere mutet an, als hätten seine Designer eine Art globalen Für-jeden-etwas-Styling-Salat anrichten müssen. „Wir haben bei ihm die Schönheit dem günstigen Luftwiderstand geopfert“, entschuldigte ein Firmen-Manager das zerklüftete Antlitz des jüngsten Konzern-Produkts, des Mitsubishi Starion.

Supra und Starion sind nicht die schnellsten, wohl aber die stärksten und schnellsten Serien-Kraftwagen, die Japans Autoindustrie je gegen ihre Konkurrenten aufgeboten hat. Mit diesen je 170 PS starken Vehikeln wollen sich die Japaner nach ihren Erfolgen in anderen Marktsegmenten nun erstmals in der Klasse der Hochleistungs-Sportwagen versuchen.

220 km/h Höchstgeschwindigkeit und einen Sprint von null auf 100 km/h in weniger als acht Sekunden verspricht Mitsubishi für seinen Starion. Der Toyota Supra, „dessen 220-km/h-Tachometer fast schon Understatement ist“ (Firmenmitteilung), hat kaum weniger Tempera-

ment zu bieten. Das für die europäischen Konkurrenten Furchterregendste der neuen Marktrivalen aber sind deren Preise.

„Wir erblicken unsere Kundschaft bei allen, die 31 500 Mark auf den Tisch legen können“, erläuterte Hanns Trapp-Dries, Chef der Mitsubishi Motors Auto Deutschland GmbH. Der rasante Toyota, wie der Starion mit einem günstigeren Luftwiderstandsbeiwert ausgestattet als jeder Porsche, kostet 29 900 Mark – deutsche Sportautos der gleichen Anzugsklasse sind erst um 50 000 Mark zu haben.

Soviel Bizeps zu vergleichsweise niedrigen Preisen könnte die Hackordnung auf deutschen Autobahnen stören. „Auf der Überholspur“, meinte ein Toyota-Manager, „wird es wohl schon bald echt eng werden.“

Wie stark der Kaufreiz eines 220 km/h schnellen Sportwagens in der 30 000-Mark-Region offenbar wirkt, erfuhr als erster ein Mitsubishi-Händler in Frankfurt. Er hatte den Starion auf der Autoschau in Genf gesehen, daheim ein Inserat veröffentlicht und den Interessenten Prospekte vorgelegt. Der Händler verkaufte binnen kurzem 13 Starions, ohne einen Vorführ-Wagen auch nur zeigen zu können.

Mit ihren preisgünstigen Schnellen haben die Japaner sogar „Porsche im Visier“, wie das Kieler Fachblatt „Motor Kompaß“ anmerkte. Toyota und Mitsubishi visieren das gleiche Ziel auf technisch verschiedenen Wegen an.

Die Toyota-Ingenieure beispielsweise installierten in ihrem Sportwagen einen 2,8 Liter großen Sechszylindermotor mit Kraftstoffeinspritzung. Neben modernster Fahrwerk-Technik spendierten sie dem Supra immerhin ein so teures Sportwagen-Attribut wie eine Differentialsperrung, die das einseitige Durchdrehen eines Antriebsrades verhindert.

Ungewöhnlich geriet auch die Konstruktion des Fahrersitzes. Er ist durch Hebel achtfach verstellbar. Mit Hilfe einer kleinen eingebauten Pumpe lassen sich überdies drei Stützpolster im Bereich der Lendenwirbel aufplustern – individueller Sitzkomfort für Kreuzgeplagte.

Die Techniker des Mitsubishi-Konzerns dagegen wählten als Antrieb einen bewährten, zwei Liter großen Vierzylindermotor, dem sie durch den Einbau eines Abgasturboladers auf die Sprünge halfen.

Den Lader entwickelten die im Bau von Turboladern für Flugzeuge, Schiffsantriebe und Lastwagen seit Jahrzehnten erfahrenen Japaner selber. Daher, so meinen sie, sei ihnen beim Starion auch ein besonders fein abgestimmtes Aggregat gelungen: „Der vielfach gefürchtete Turbo-Schlag wie auch das Turbo-Loch“, so Mitsubishi, träten bei diesem Motor-Modell nicht auf. „Dies Auto“, befand ein Stuttgarter Tester, „ist ganz heißer Sake.“

Mit einer Ausgleichswelle, einem eleganten, patentierten technischen Kunstgriff, gelang es den Japanern außerdem, den von Haus aus eher ruppigen Vierzylinder zu sanftem Rundlauf zu bringen, als sei er ein Motor mit sechs oder acht Zylindern. Das gleiche Prinzip wendet Porsche – mit einer Mitsubishi-Lizenz – beim Vierzylinder-Modell Porsche 944 an.

Beide Hersteller, Toyota wie Mitsubishi, halten jedoch am herkömmlichen Hinterradantrieb fest. Mitsubishi-Manager Trapp-Dries erblickt darin einen grundlegenden Vorzug für den Sportwagen, denn „man muß ihn schleudern, muß ihn rumkriegen können“.

Rumkriegen wollen die japanischen Autoverkäufer nun vor allem ihre potentiellen deutschen Schnellfahrkunden. Die alteingesessenen Hersteller von