

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 112 (1994)
Heft: 22

Sonstiges

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

meister AR, Herisau. Bruno Bossart, Ersatz, St. Gallen. *Aus dem Programm:* 33 Einzimmerwohnungen, 2 Zweizimmerwohnungen, 4 Pikett-, 4 Praktikantenzimmer, Mehrzweckraum, Nebenräume.

Die *Unterlagen* können ab 25. Mai jeweils zwischen 8 und 12 Uhr bei der Verwaltung des Krankenhauses bezogen werden. Es ist eine Hinterlage von 300 Franken zu leisten. Die Hinterlage wird bei Abgabe eines zur Jurierung zugelassenen Projektes zurückerstattet. *Termine:* Begehung des Wettbewerbsgeländes am 1. Juni (10 Uhr beim Krankenhaus, Eingang Cafeteria); Fragestellung bis 8. Juni, Ablieferung der Entwürfe bis 9. September, der Modelle bis 23. September 1994.

Zentrumserweiterung Aeueli, Goldach SG

Die Politische Gemeinde Goldach veranstaltet zusammen mit der Ortsgemeinde Goldach einen öffentlichen Ideenwettbewerb für die Zentrumsüberbauung Aeueli. *Teilnahmeberechtigt* sind Architekten, die seit mindestens dem 1. Januar 1994 ihren Wohn- oder Geschäftssitz in den Gemeinden Goldach, Rorschach oder Rorschacherberg haben. Zusätzlich werden die folgenden Architekten zur Teilnahme eingeladen: Benz + Engeler, Binotto + Gärer, Bolhalder + Eberle, Buschor + Thaler, M. Ferrier, Kuster + Kuster, Niggli + Zbinden, B. Müller, P. und J. Quarella, Ch. Simmler, alle St. Gallen; Jüngling + Hagmann, Chur, E. Steinmayr, Feldkrich. *Fachpreisrichter* sind Franz Eberhard, Stadtbaumeister, St. Gallen, Hans-Jörg Ruch, St. Moritz, Arthur Rüegg, Zürich, Urs Niedermann, St. Gallen, Ersatz. Die *Gesamtsumme für Auszeichnungen* beträgt 100 000 Franken. Im Vordergrund der Aufgabe steht die Planung einer Alters-Wohnsiedlung in zwei Etappen von je rund 30 Wohnungen, soziale Einrichtungen, Räume für die Ortsgemeinde, Gemeindesaal für rund 1000 Personen mit Nebenräumen, Restaurant. Es soll aufgezeigt werden, wie das weitere Grundstück genutzt, überbaut und er-

schlossen werden könnte. Es wird ein ortsbauliches Gesamtkonzept erwartet.

Die *Wettbewerbsunterlagen* können unter Voranmeldung ab 24. Mai bis 10. Juni bei Eigenmann Rey Rietmann, Raumplaner BSP, Kirchgasse 16, 9004 St. Gallen (Tel. 071 22 07 03), gegen eine Hinterlage von 500 Franken auf PC-Konto 90-14397-6 (Wettbewerb, Eigenmann Rey Rietmann, St. Gallen) bezogen werden. Beim Bezug ist die Postquittung für die Hinterlage vorzuweisen sowie eine Kontaktadresse zu hinterlassen. Das Wettbewerbsprogramm kann an der gleichen Adresse kostenlos bezogen werden.

Termine: Begehung des Areals am 13. Juni, 14 Uhr beim Rathaus Goldach (Westseite); Fragestellung bis 30. Juni, Ablieferung der Entwürfe bis 31. Oktober, der Modelle bis 21. November 1994.

Sporthalle Buchholz, Uster ZH

Der Stadtrat von Uster (Politische Gemeinde), vertreten durch die Abteilung Gesundheit/Sport/Landwirtschaft, veranstaltet einen öffentlichen Projektwettbewerb für die Sporthalle Buchholz. *Teilnahmeberechtigt* sind Architekten, die seit dem 1. Januar 1993 im Bezirk Uster ihren Wohn- und/oder Geschäftssitz haben. Ausserdem werden die folgenden auswärtigen Architekten zur Teilnahme eingeladen: O. Gasser + P. Rossini, Baden, P. Götz & Partner, Schaffhausen, M. Morger & H. Degelo, Basel. *Fachpreisrichter* sind Marie-Claude Béatrix, Erlenbach, Niklaus Kuhn Zürich, Olivier Schwarz, Zürich, Heinz Dubach, Abt. Hochbau, Uster, Ersatz. Die *Gesamtsumme für Entschädigungen* beträgt 55 000 Franken. Es ist eine Sporthalle von 45 x 27 m mit den entsprechenden Nebenräumen (Innengeräte, Einspielfeld, Halle mit Kiosk, Garderoben, Schiedsrichterraum, Sanität, Regie, Tribüne für rund 1000 Zuschauer, Galerie usw.) zu planen.

Das *Wettbewerbsprogramm* kann ab 24. Mai telefonisch bezogen werden (944 72 59). Die *Unterlagen* können vom 30. Mai bis 17. Juni gegen Hinterlage von 300 Franken bei der Stadt Uster, Abteilung Planung, 3. Stock,

Oberlandstrasse 78, 8610 Uster, bezogen werden. Anmeldeschluss ist der 17. Juni! *Termine:* Fragestellung bis 1. Juli, Ablieferung der Entwürfe bis 16. September, der Modelle bis 7. Oktober 1994.

Zwei Brückenwettbewerbe in Deutschland

In Deutschland wurden zwei bedeutende Brückenwettbewerbe entschieden. In beiden Konkurrenzen wünschte die Bauherrschaft die Zusammenarbeit der eingeladenen Ingenieurbüros mit einem Architekturbüro.

Neckarbrücke der A6 bei Mannheim

Das Landesamt für Strassenwesen Baden-Württemberg veranstaltete unter sechs eingeladenen Ingenieurbüros einen Wettbewerb für die Brücke über den Neckar bei Mannheim. Für die neue, insgesamt 500 m lange und 42 m breite Brücke ist ein 4,5 m hoher Lärmschutz und im östlichen Teil ein 3 m breiter unabhängiger Rad- und Gehweg vorgesehen.

1. Preis: Ingenieurbüro Peter und Lochner, zusammen mit den Architekten Frank, Jakob und Bluth

2. Preis: Ingenieurbüro Schlaich Bergermann und Partner, zusammen mit dem Architekturbüro Kurt Ackermann und Partner

Donaubrücke bei Ingolstadt

Gefordert war eine Strassenbrücke mit Rad- und Fussgängerwegen auf beiden Seiten. Die Brücke wird teilweise durch einen Park und anschliessend über die Donau führen. Die Projektierung wurde erschwert durch die s-förmige Grundrissanlage über dem Fluss.

1. Preis: Schlaich Bergermann und Partner, zusammen mit dem Architekturbüro Kurt Ackermann und Partner

2. Preis: Ingenieurbüro Martinka + Grad, zusammen mit den Architekten Vogel + Bruninger

3. Preis: Ingenieurbüro Mayr und Ludescher, zusammen mit den Architekten Bittcher-Zeitz und Zeitz.

UIA

Praxisplätze für Studierende gesucht

Die UIA-Sektion Suisse beschäftigt sich vermehrt mit den Beziehungen zum Ausland. In einer Zeit, in der wir einer unheilvollen Isolierung zusteuern, ist es für die Entwicklung der Architektur von grosser Bedeutung, dass Schweizer Studenten in der Welt Erfahrung sammeln können. –

Die internationale Studenten-Austauschorganisation IAESTE vermittelt seit 45 Jahren Praxisplätze an fortgeschrittene Studierende. In der zweiten Hälfte ihrer Hoch- und In-

genieurschulbildung wenden junge Leute das Gelernte während der Sommerferien in der Praxis in einem der 57 IAESTE-Mitgliedsländer in aller Welt an.

In der Schweiz kann die Nachfrage nach Praxisplätzen für ausländische Studierende bei weitem nicht mehr befriedigt werden. Und so können, bedingt durch den Austausch, nur die Hälfte der interessierten Schweizer Architekturstudenten ins Ausland. Das ist nicht gut so.

Bestimmt könnten viele Büros in unserem Lande einen ausländischen Architekturstudenten für einige Monate sinnvoll beschäftigen. Die Leute werden in ihren Ländern sorgfältig ausgewählt, haben zumeist gute

Sprachkenntnisse, bringen etwas frischen Wind und lassen uns Schweizer spüren, das auch anderswo gut gearbeitet wird. Die meisten leisten produktive Arbeit und erhalten dafür eine Entschädigung, die den Lebensunterhalt deckt und auch noch ein wenig Taschengeld übriglässt. Die Reise hingegen bezahlen sie selber. Die Formalitäten besorgt die IAESTE. Das Lernen geht auf Gegenseitigkeit – machen Sie mit!

Auskunft und Anmeldebogen sind erhältlich bei: IAESTE Schweiz, c/o Praktikantendienst ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Tel. 01/256 20 71, Fax. 01/252 01 92.

Robert Obrist
UIA-Sektion Schweiz

Aktuell

IBM-Forscher entwickeln supersensitiven chemischen Wärmemesser

(pd) Wissenschaftler des IBM-Forschungslaboratoriums Zürich haben einen neuen mikrotechnischen Wärmemesser entwickelt, der rund tausendmal empfindlicher als bisherige Instrumente ist und chemische Reaktionen im molekularen Bereich zu erfassen vermag. Dies gelingt dank der Idee, chemische Reaktionen in eine messbare Bewegung umzusetzen. Werden solche kleinsten Kalorimeter in grosser Zahl auf einem Chip integriert, könnten sie zum Aufspüren einer Vielzahl von «Düften» in kleinsten Mengen und Bereichen dienen.

Eine durchschnittliche menschliche Nase vermag mehrere hundert verschiedene Gerüche zu unterscheiden, und geübte Experten bringen es auf mehrere tausend. Mit Computern, denen bereits beachtliche Sinnesleistungen für Sehen, Hören und Tasten beigebracht worden sind, ist es aber bisher nicht gelungen, den Geruchssinn nachzuahmen. Dies könnte sich mit der Erfindung aus dem IBM-Forschungslaboratorium Zürich ändern. Die Wissenschaftler glauben, dass auf dieser Grundlage eines Tages sogar ein kleiner mobiler Computer mit winzigen, auf einem Chip integrierten Sensoren verschiedenste Düfte oder auch geruchlose Partikel aufspüren könnte.

Die Entwicklung basiert auf Mikrostrukturen aus Silizium, die chemische Reaktionen von Substanzen in kleinsten Mengen – sogar von wenigen Molekülen – in eine messbare mechanische Bewegung umsetzen. Dabei wird das einfache Prinzip des bimetalischen Effektes genutzt: Ein aus zwei verschiedenen Metall-Lagen gebildeter kleiner Ausleger biegt sich wegen der unterschiedlichen Ausdehnung der Metalle, wenn er erwärmt wird. Beschichtet man den Ausleger mit einer Substanz, die auf eine bestimmte Chemikalie reagiert, entstehen durch die katalytische Reaktion an der Oberfläche kleine Wärme-flüsse, die den Ausleger biegen. Diese Bewegung können die Wissenschaftler bis auf Hundertstel eines Atomquerschnitts genau messen. Ein einzelner Ausleger ist dünner als ein menschliches Haar und ist heute verfügbaren Wärmemetern bezüglich Leistungsvermögen und Einsetzbarkeit dank geringer Grösse deutlich überlegen.

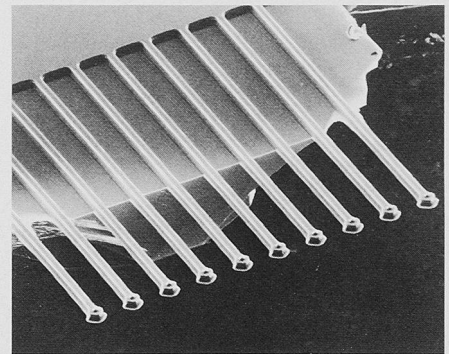
Die Entwicklung einer «Supernase» wird die Anordnung von Hunderten

oder gar Tausenden solcher Ausleger auf einem Chip bedingen, jeder spezialisiert auf einen bestimmten «Duft». Die weiteren notwendigen Entwicklungsschritte beziehen sich auf die Auswahl der geeigneten molekularen oder biologischen Beschichtungen für jeden Duft und schliesslich die Visualisierung des «Geruchs» auf einem Computerbildschirm.

Technischer Hintergrund

In ihrem ersten Ansatz zu dieser neuen Methode bildeten die Wissenschaftler ein bimetalliches Element durch Beschichtung des Silizium-Auslegers eines Rasterkraftmikroskops – einer winzigen, 1,5 µm (Mikrometer = Millionstel-Meter) dicken und 400 µm langen Feder – mit einer 0,4 µm dicken Aluminiumschicht. Diese Struktur überzogen sie auf einer Seite mit einem 0,04 µm dicken Platinfilm. Dieses «Sandwich» montierten sie in einem Rasterkraftmikroskop und führten die Experimente im Hochvakuum durch: Nach Zuführung eines Gemischs von Wasserstoff und Sauerstoff bei niedrigem Druck bilden sich infolge des eintretenden katalytischen Prozesses Wassermoleküle auf dem Platinfilm, der dadurch Wärme abgibt. Dies bewirkt einen Wärmegradienten entlang des Auslegers und biegt diesen. Die angestellten Berechnungen lassen eine Biegung um etwa 0,04 Nanometer (nm) pro Nanowatt erwarten (Nano = Milliardstel). Die Messungen erfolgen mit einem optischen Detektor, der eine Genauigkeit von 0,01 nm ermöglicht. Dabei misst man die Position eines Laserstrahls, der vom Ausleger reflektiert wird. Der Reflexionswinkel steht in exaktem Verhältnis zur Biegung des Auslegers.

Mit diesem neuen Instrument können die Forscher Temperaturänderungen bis auf den Hunderttausendstel eines Grades Celsius genau und die Energie des Wärmeflusses mit einer geschätzten Genauigkeit von einem Millionstel eines Millionstel-Joules messen. So gelang ihnen die Aufzeichnung von sehr schwachen Schwankungen in der Reaktionsrate während der katalytischen Umwandlung von Wasserstoff (H₂) und Sauerstoff (O₂) zu Wasser (H₂O) auf dem Platinfilm. Solche Schwankungen sind schon mit andern Methoden beobachtet worden, konnten aber bisher



Experimentelle Anordnung von 10 mikrotechnischen Auslegern aus Silizium, die vier Zehntelsmillimeter über die Kante hinausragen. Wissenschaftler verwenden solche Elemente als chemische Sensoren mit bisher unerreichter Empfindlichkeit. Die abgebildete Struktur ist vom Institut für Mikrotechnologie an der Universität Neuenburg hergestellt worden (Bild: IBM)

nicht mit einem Kalorimeter gemessen werden.

Da das Prinzip des neu entwickelten Verfahrens im Vergleich zu andern Methoden sehr einfach ist und die notwendigen mikromechanischen Fähigkeiten zur Verfügung stehen, glauben die Forscher, dass ihr Instrument auch für eine grosse Zahl von andern Anwendungen in kleinsten Bereichen massgeschneidert werden könnte, so u.a. für die Untersuchung von Phasenübergängen, für Wärmekapazitätsmessungen oder für das Aufspüren von Gas oder Strahlung.

(Die Autoren des wissenschaftlichen Berichtes zu dieser Arbeit, publiziert in Chemical Physics Letters vom 28. Januar 1994, Vol. 217, No 5/6, sind James Gimzewski, Christoph Gerber und Rätö Schlittler vom IBM-Forschungslaboratorium Zürich, zusammen mit Ernst Meyer von der Universität Basel.)

Super-Magnet erfolgreich getestet

(fwt) Ein Prototyp des bislang leistungsfähigsten Ablenkamagneten für Teilchenbeschleuniger ist am CERN in Genf erfolgreich getestet worden. Wie das Europäische Laboratorium für Teilchenphysik mitteilte, erreichte der 10 m lange Magnet kürzlich die vorgesehene Feldstärke von 8,67 Tesla gleich im ersten Anlauf. Experten hatten lange an der Brauchbarkeit des in Genf entwickelten Konzepts gezweifelt. Unter anderem müssen einige Bauteile des supraleitenden Magneten auf eine Tem-

peratur von 1,8° Kelvin (umgerechnet minus 271°C) gekühlt werden.

Der Prototyp wurde für den weltweit leistungsfähigsten Beschleuniger entwickelt, den «Large Hadron Collider» (LHC). Dieser soll in einen bereits bestehenden unterirdischen Tunnel in der Nähe von Genf eingebaut werden und einen Umfang von 27 km haben. LHC soll Wasserstoffkerne auf die Rekordenergie von sieben Billionen Elektronenvolt bringen. Aus den anschliessenden Frontalkollisionen der Teilchen erhoffen sich die Forscher bahnbrechende Erkenntnisse sowohl über den elementaren Aufbau der Materie als auch

den Ursprung des Universums. Um die schnellen Protonen auf ihrer Kreisbahn halten zu können, benötigen die CERN-Physiker rund 1300 Exemplare des jetzt getesteten Ablenkmagneten.

Nachdem das entsprechende amerikanische Grossprojekt, der «Superconducting Super-Collider» SSC, im vergangenen Herbst gestoppt worden war, setzt die internationale Gemeinde der Teilchenphysiker nun ihre ganze Hoffnung auf den voraussichtlich drei Milliarden Mark teuren LHC. Die Entscheidung über den Bau des europäischen Superbeschleunigers soll am 24. Juni fallen.

Autorecycling wird rentabel

(FhG) Die Wiederverwertung von Autos galt lange als aufwendiges Verlustgeschäft – Demontage-Anlagen kamen über das Pilotstadium nicht hinaus. Das soll bald anders werden: Fraunhofer-Forscher vom Institut für Materialfluss und Logistik IML entwickelten ein neues Konzept, mit dem sich Autorecycling zum lohnenden Geschäft mausern kann. Das Konzept sieht vor, dass am Tag 50 Fahrzeuge markenunabhängig zerlegt werden. Wirtschaftlich wird das Ganze durch den Verkauf von Ersatzteilen.

Die erste grosstechnische Pilotanlage der Bundesrepublik in Herten, an deren Grobplanung die Fraunhofer-Wissenschaftler beteiligt waren, kommt diesem Ideal schon recht nahe: Die Betreiber der Anlage arbeiten eng mit den Werkstätten in der Umgebung zusammen. Diese liefern täglich etwa 50 alte Autos, hohe Transportkosten entfallen. Im Gegenzug bekommen die Werkstätten Ersatzteile. Metalle, Kunststoffe und Gläser werden von benachbarten Recycling-Anlagen verarbeitet – auch hier spart man Transportkosten. Noch hat das Recycling Grenzen: Um das Auto-

problem zu lösen, ist eine echte Kreislaufwirtschaft erforderlich, die noch dazu ökonomisch arbeitet. Die Autodemontage muss ähnlichen Gesetzen gehorchen wie die Produktionsplanung und Steuerung.

Die Voraussetzung dafür bildet das «umfassende Informationssystem», das die Fraunhofer-Forscher zurzeit konzipieren. Es sorgt dafür, dass die Fahrzeuge möglichst sortenrein angeliefert werden und informiert bei der Demontage über das mögliche Recycling. Zudem regelt es die einzelnen Arbeitsschritte bei der Demontage so, dass Ersatzteile, wiederverwertbare Kunststoffe, Metalle und Glas getrennt gesammelt, zwischengelagert und verarbeitet werden können.

Ein Wundermittel ist das umfassende Informationssystem nicht, denn die Preise für aufbereitete Kunststoffe, Alteisens und Glas von Schrottautos sind zu niedrig – bisher zumindest. Das wird sich nach Ansicht der Fraunhofer-Forscher bald ändern: «Der Trend zu Recycling und Kreislaufwirtschaft ist schon jetzt klar erkennbar, die Umsetzung ist nur noch eine Frage der Zeit.»

Erdgas für künftige BKW-Strombeschaffung?

(SVA) Die Bernischen Kraftwerke AG (BKW) evaluieren mit Blick auf den Ablauf der technischen Lebensdauer des Kernkraftwerks Mühleberg (KKM) alternative Möglichkeiten zur Strombeschaffung. In die Evaluation werden alle Möglichkeiten miteinbezogen.

Im Einvernehmen mit den eidgenössischen Behörden haben die BKW in einem Zwischenbericht in erster Linie die Strombeschaffung auf Erdgasbasis geprüft. Im Vordergrund steht dabei die Frage, ob und inwieweit die BKW beziehungsweise die Schweiz trotz der drohenden weltweiten Klimaveränderung von der bisherigen Praxis der prak-

tisch CO₂-freien Stromproduktion (auf der Grundlage von Wasser- und Kernkraft) abweichen können oder sollen.

Für die Zeit zwischen den Jahren 2010 und 2020 weisen die BKW bei Ausfall der Produktion des KKM während der Wintermonate trotz Sparmassnahmen einen Ersatzbedarf in der Grössenordnung von jeweils mindestens 1,5 Mio. Kilowattstunden aus. Für die Produktion dieser Menge Winterstrom aus Erdgas würden rund 2,5 Mia. kWh Gas verbraucht und etwa 540 000 t CO₂ emittiert. Dies entspricht dem CO₂-Ausstoss von etwa 350 000 Personenwagen in einem halben Jahr.

Ganz kurz

Aus Technik, Wissenschaft, Forschung

(SNF) Im Rahmen der **Nachwuchsförderung des Schweiz. Nationalfonds** sind für 1994 insgesamt 146 Gesuche für fortgeschrittene Forscher eingereicht worden, darunter 29 von Frauen. Sie verteilen sich auf folgende Wissenschafts-abteilungen: Geistes- und Sozialwissenschaften 43 (11 von Frauen), Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften 43 (6); Biologie und experimentelle Medizin 50 (9); Klinische, soziale und präventive Medizin 5 (3); Biotechnologie 5 (0).

(kiZH) Das Technikum Winterthur wurde ermächtigt, das **Nachdiplomstudium Biotechnologie** an der Abteilung für Chemie bis Ende 1996 weiterzuführen. Der Zürcher Regierungsrat bewilligte hierzu einen Kredit von 1,3 Millionen Franken.

(pd) Am Zentralschweiz. Technikum Luzern läuft ein **vielversprechendes Umwelt-Forschungsprojekt** an. Ziel ist die optimale Rückgewinnung von flüchtigen organischen Lösungsmitteln (in der Schweiz waren es 1990 rund 300 000 Tonnen). Unterstützt wird das Projekt vom Bund, vom Basler Chemie-Konzern Hoffmann-La Roche und von der Stiftung zur Förderung des ZTL. Das Vorhaben dient nicht nur der Umwelt und Industrie, sondern auch der Ingenieur-Ausbildung.

(fwt) Die Ford-Werke werden ihr **europäisches Forschungszentrum in Aachen** einrichten. Es soll bereits am 1. Juni mit seiner Arbeit beginnen. Das FAF (Ford Aachen Forschungszentrum) ist das zweite weltweit. Das erste steht seit 1951 in Dearborn, USA. Am FAF sollen sich – nach Ablauf der Aufbauphase bis 1999 – rund 60 Wissenschaftler und Ingenieure der automobilen Grundlagenforschung widmen.

(TNO) In einem Eisenbahntunnel, der in der Nähe von Amsterdam teilweise unter dem Flughafen verläuft, wurde kürzlich ein sog. **Laufbohrer** in Gebrauch genommen, **der roboterhaft arbeitet**. Das Gerät übernimmt im rund 6 km langen Tunnel die programmierte Hammerbohrung von 120 000 Betonlöchern zur Verankerung von Konstruktionselementen und Gleisanlagen. Das Gerät wurde in Zusammenarbeit zwischen niederländischen Baufirmen, der Schweizer Firma Hilti und der Forschungsorganisation TNO entwickelt.