

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 106 (1988)  
**Heft:** 48

## 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:** 23.02.2026

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

## Aktuell

### Höchste Eisenbahn für einen Alpentunnel

Politiker und Eisenbahnexperten aus dem In- und Ausland trafen sich Ende Oktober zur «Internationalen Gotthardtagung» in Locarno. Gastgeber war das schweizerische Gotthard-Komitee, die «Interessengemeinschaft zur Förderung eines umweltgerechten Gotthard-Verkehrs».

Obwohl bis auf Jean Bouley, Generalsekretär des Internationalen Eisenbahnverbandes (UIC), lauter eindeutige Befürworter der Gotthard-Variante als Redner geladen waren, stand in den meisten Ansprachen die grundsätzliche Wichtigkeit eines baldigen Entscheids für eine Schweizer Alpentransversale im Vordergrund. Der UIC-Generalsekretär verwies nachdrücklich auf den rasanten Ausbau des Hochgeschwindigkeits-Bahnnetzes im Norden und Süden Europas. Dabei betonte er, dass es nicht nur um Neubaustrecken mit Tempo 250 bis 300 km/h gehe, sondern auch um den Ausbau bestehender Linien auf 160 bis 200 km/h. So gesehen entstehe im Norden nach Eröffnung des Eurotunnels unter dem Ärmelkanal allmählich ein Verbindungsnetz zwischen den wichtigsten Städten in Großbritannien, den Beneluxstaaten, Frankreich und Deutschland sowie ein eigenes Schnellfahrnetz mit dem Rückgrat der Direttissima in Italien. Wenn es aber dabei bleibe, dann werde Italien vom übrigen Europa isoliert, und eine solche Situation sei nicht akzeptabel. Von alters her spielt der Nord-Süd-Verkehr in Europa eine allesentscheidende Rolle, und die Zahl der Bahngäste werde sich auf dieser Achse nach Eröffnung des Eurotunnels und der Inbetriebnahme weitere Schnellfahrtstrecken recht bald verdoppeln. Außerdem verlange eine erfolgreiche Eisenbahnpolitik wesentlich kürzere Fahrzeiten als heute: Für Tageszüge mit Verbindungen zwischen den nahe der Alpen gelegenen Zentren im Süden wie im Norden Zeiten von auf jeden Fall deutlich unter sechs Stunden; für Hotel-(Nacht-)Züge zwischen voneinander entfernten Metropolen wie London und Rom Zeiten von möglichst nicht über zwölf Stunden. Damit ein solch attraktiver Fahrplan aber offeriert werden könne, müsse beispielsweise die Reisezeit von Basel nach Mailand von zur Zeit mehr als fünf auf rund drei Stunden reduziert werden.

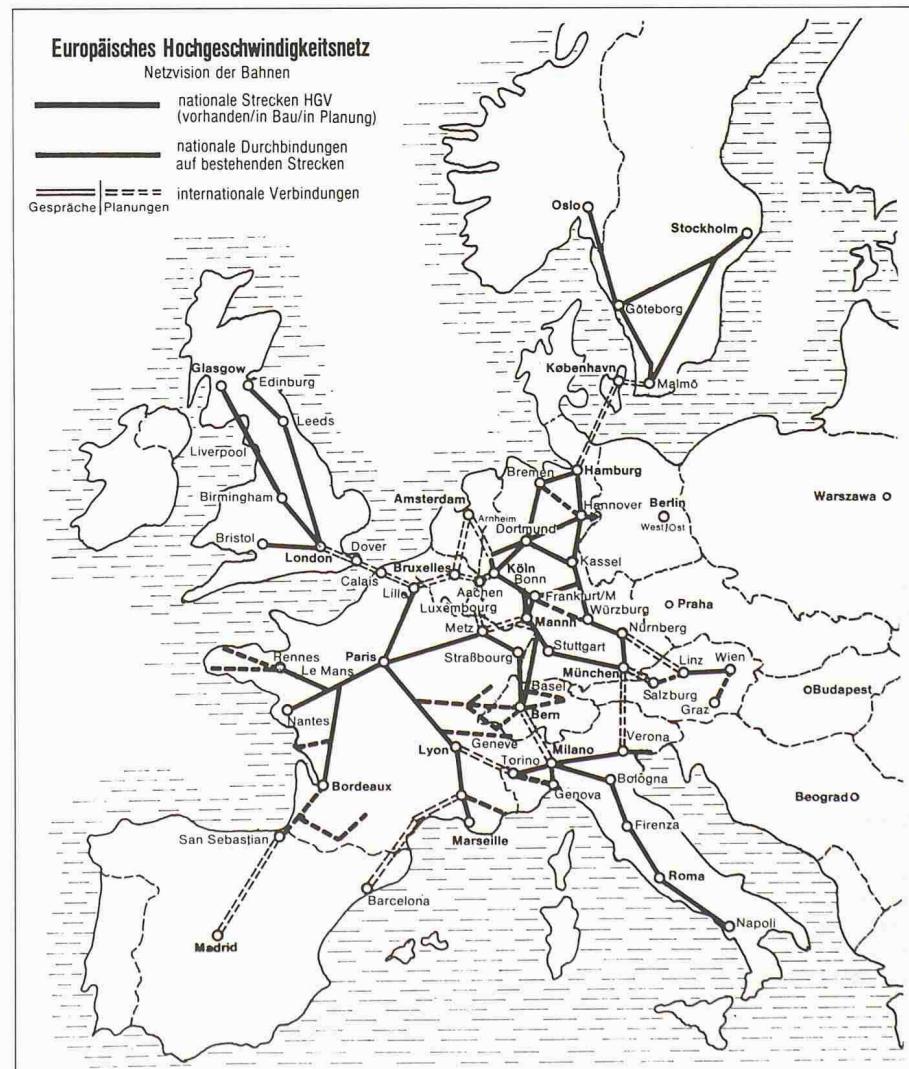
Solche Zeiteinsparungen würden nur durch den Bau einer Alpentransversale möglich. Ein Entscheid der Schweiz sei deshalb dringend fällig; wobei aus einer gesamteuropäischen Sicht die Frage der

Routenwahl weniger entscheidend wäre, als ein Baubeschluss überhaupt. Man möge hierzulande bedenken, so der mit grosser Eindringlichkeit sprechende UIC-Generalsekretär, dass der fortschreitende Ausbau der Hochgeschwindigkeitslinien im umliegenden Ausland allmählich Verbindungen bringe, die durch das Viereck Paris-München-Verona-Lyon bestimmt würden (vgl. H. 46/87, S. 1356). Ohne Alpendurchstich in der Schweiz müsste der Bahnverkehr dann zwangsläufig das Gebirge auf Strecken via Brenner oder Mont Cenis durchstossen.

Die Schweiz könnte durch einen Entscheid nicht nur die Idee einer «europäischen Bahn 2000» vorantreiben, sondern durch den Bau einer Alpentransversale auch zur internationalen Verständigung unter der zunehmenden Zahl reisender Europäer beitragen.

Die Kernaussage J. Bouleys, dass es höchste Zeit für einen Schweizer Entscheid sei, wird vom Gotthard-Komitee geteilt. Schon 1987 formulierte es in seinen Thesen: «Wenn... nicht in Kürze klare Planungsentscheide über die internationalen Eisenbahnlinien gefällt werden, besteht die Gefahr, dass die Schweiz in wenigen Jahrzehnten umfahren werden wird... (Dies) bedeutet(e) den Verlust einer bis heute staats- und wirtschaftspolitischen wichtigen Position innerhalb von Europa. Die Aufrechterhaltung dieser Stellung ist für das Binnenland Schweiz lebenswichtig.»

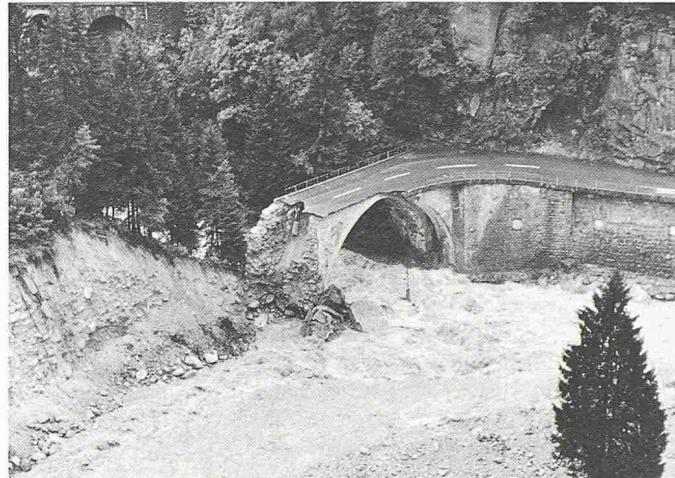
1993 soll der Euro-Tunnel unter dem Ärmelkanal eröffnet werden. Es wäre sehr erfreulich, wenn zu diesem Zeitpunkt der Durchstich des «Europa-Tunnels» durch die Alpen zumindest bereits begonnen hätte... *HPH*



In mehreren europäischen Ländern sind Hochgeschwindigkeitsstrecken geplant, im Bau oder bereits fertig. Eines Tages sollen diese Verbindungen zu einem europäischen Netz zusammenwachsen



Verheerende Schäden richtete letztes Jahr die Reuss bei den Unwettern im Kanton Uri an. Bei Gurtnellen wurden die Schienenträger der SBB unterbrochen



Unterhalb von Wassen riss der tosende Fluss beim Zufluss der Meienreuss die Brücke und Teile der alten Kantsstrasse weg

## Zunehmende Aufwendungen für den Flussbau

(wf) Die starken Hochwasserschäden im Jahre 1987 zeigten deutlich die Notwendigkeit der von der öffentlichen Hand unterstützten Flusskorrekturen und Wildbachverbauungen auf.

Die entsprechenden ausbezahlten öffentlichen Beiträge stiegen zwischen 1980 und 1987 um 27,1 Mio. Fr. (30,7%) auf 115,5 Mio. Fr. Davon stammten im vergangenen Jahr 36,1 Mio. vom Bund, was einem Anteil von 31,2% entsprach. Die Kantonsbeiträge beliefen sich auf 40 Mio. (34,6%) und die Gemeinde- und

Bezirksbeiträge auf 29,8 Mio. Fr. (25,8%). Auf weitere Zuwendungen entfielen schliesslich 9,7 Mio. Fr. (8,4%).

Der weitaus grösste Anteil der Beiträge kam mit 32,9 Mio. Fr. dem Kanton Bern zu, gefolgt von den Kantonen Schwyz mit 8,9 Mio., Uri mit 6,7 Mio., Tessin mit 6,6 Mio. und St. Gallen mit 6,3 Mio. Durch die Unwetterereignisse gerieten jedoch viele Kantone infolge dringender Notmassnahmen bei der Abwicklung vorgesehener ordentlicher Hochwasserschutzprojekte in Verzug.

## Wasserfachleute der chemischen Industrie arbeiten international zusammen

(I.C.) Unter dem Patronat der Schweizerischen Gesellschaft für Chemische Industrie (SGCI) fand kürzlich in Laax die 17. gemeinsame Tagung der Wasserausschüsse der Verbände der chemischen Industrie Deutschlands, Österreichs und der Schweiz statt.

Das Treffen, das alljährlich rund 70 Wasserfachleute aus diesen drei Ländern zusammenführt, dient dem Erfahrungsaustausch im Bereich des Gewässer- und Umweltschutzes und leistet einen Beitrag, damit die chemische Industrie die hohen Anforderungen zur

Reinhaltung unseres Wassers noch besser erfüllen kann.

Haupthemen der diesjährigen Tagung waren die Auswirkungen des «Aktionsprogramms Rhein» auf die chemische Industrie der Rheinanliegerstaaten, bauliche Massnahmen zum Schutz des Grundwassers, die Möglichkeiten, Abwassermengen bereits an der Quelle durch neue Verfahren zu mindern sowie die Nachrüstung und Anpassung von Abwasserreinigungsanlagen an neue gesetzliche Anforderungen.

## Minimotoren - nicht grösser als eine Stecknadelspitze

(fwt) Den kleinsten Motor der Welt – nur sieben Hundertstel Millimeter gross – haben nach Angaben des «New Scientist» (London 1.9.1988, S. 44) Ingenieure der University of California entwickelt. Im Zentrum für Sensoren und Aktoren in Berkeley werden winzige Kurbeln, Getriebe und Federn für ihren Mikromotor hergestellt.

Die geringe Kraft elektrostatischer Energie reicht aus, um den Mikromotor

anzutreiben. Elektrostatische Kräfte wirken, wenn zwischen schlecht leitenden Stoffen bei kleinen Abständen eine hohe Spannungsdifferenz besteht. In diesem Motor sorgen mehrere Paare einander gegenüberliegender, dünner Plättchen unterschiedlicher Spannung für die Bewegung: Ein mikromechanisches Element wirkt als bewegliches Element gegenüber einem zweiten festen. Wenn mehrere Paare sich rela-

## «Goldenes Dach» der Pro Renova für SBB

An der Eröffnung der Luzerner Fachmesse für Altbaumodernisierung im September verlieh die Pro Renova den Schweizerischen Bundesbahnen das «Goldene Dach» des Jahres 1988.

Die SBB erhielten diese Auszeichnung als Anerkennung für die ungemein effiziente Art und Weise, in welcher die Bahnverbindungen am Gotthard nach den schweren Unwetterschäden im August 1987 wiederhergestellt wurden.

Unter der Leitung von SBB-Ingenieur Alfredo Frei, waren nach dem Unwetter rund 500 Mann praktisch rund um die Uhr am Werk, um den zerstörten Unterbau und die Schienenträger wiederherzustellen. Nach etwas mehr als zwei Wochen konnte der durchgehende Bahnbetrieb wieder aufgenommen werden. Durch die Pro-Renova-Auszeichnung wurde der unerhörte Einsatz, damit diese wichtigste Nord-Süd-Bahnverbindung innert kürzester Zeit wieder eröffnet werden konnte, verdient geehrt.

tiv zueinander verstetzen ohne ihren Abstand zu verändern, entsteht je nachdem, wie sie angeordnet sind, eine kontinuierliche Linear- oder Rotationsbewegung. Aktoren, wie die Motoren in diesem mikroskopischen Massstab genannt werden, sind winzige Bauelemente, die ein elektrisches Signal in eine mechanische Ausgangsgröße umsetzen. Als «Muskeln und Sehnen» verwandeln sie das «Denken» der Mikroelektronik und «Fühlen» der Sensoren in Aktion.

Die Umwandlung elektrischer Größen in mechanische ist eine elementare Funktion in vielen Systemen. Ein Beispiel ist das Relais (elektromechanische Schalter). Diese Bauelemente sind weit verbreitet und werden in grossen Stückzahlen gefertigt. Bisher stellt man sie mit den herkömmlichen Methoden der Feinmechanik her. Dadurch sind sie teuer; relativ schwer und begrenzt in ihrer Miniaturisierbarkeit und Leistung. Dem schnellen Fortschritt in der Mikroelektronik hinken sie hinterher. Dort werden heute integrierte Schaltungen mit bis zu zehn Millionen Baulementen auf einem Quadratzentimeter Fläche in einer ausgeklügelten Architektur mit Silizium als Grundstoff in Massen gefertigt.

Seit man Aktoren auf dieselbe Weise wie Chips aus Silizium herstellt, ergeben sich völlig neue Möglichkeiten. Mit selektiven Ätztechniken erzeugt man in kristallinem Silizium komplizierte dreidimensionale Strukturen, die einige Mikrometer (tausendstel Millimeter) gross sind. Das ist mit feinmechanischen Methoden nicht zu erreichen. Wie bei den Chips können viele Bauteile gleichzeitig gefertigt werden, so dass bei grossen Serien die Kosten pro Stück sehr niedrig sind. Die gemeinsame Basis der Siliziumtechnologie macht es möglich, Aktoren, Sensoren und elektronische Schaltkreise in einem Block direkt zu verknüpfen. So sind elektronische Steuerungen, Signalwandler oder Schnittstellen zur Datenverarbeitung als Elemente aus einem Guss zu verwirklichen.

#### *Mikroventile, Minispiegel und winzige Greifarme*

Eine Forschergruppe am Fraunhofer-Institut für Mikrostrukturtechnik in Berlin befasst sich ebenfalls mit der Entwicklung von Aktoren, geht jedoch einen anderen Weg als die Ingenieure der University of California. Sie nutzt zur Krafterzeugung den sogenannten Bimetalleffekt und erreicht bei gleicher Spannung eine grössere Wirkung als mit elektrostatischen Kräften.

Wesentlich ist dabei, dass die Leistungsmerkmale dieser neuen Generation von Bauelementen durch die Möglichkeit der Integration von Sensoren und elektronischen Schaltkreisen eine völlig neue Dimension erreichen können.

Der Bimetall-Mikroaktor des Fraunhofer-Instituts für Mikrostrukturtechnik ist ein 1,5 mm breiter und 1,25 mm langer Chip, der aus mehreren Silizium- und Goldschichten besteht. Die beweglichen Elemente sind Zungen, die aus dem Silizium herausgeätzt werden. In ihnen liegt zwischen einer Silizium- und einer Goldschicht ein Heizwider-

stand. Mit geringen Spannungen, wie sie in der Mikroelektronik üblich sind, wird die Temperatur erhöht, und das freie Zungenende verbiegt sich wegen der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungseigenschaften von Silizium und Gold um 0,57 Mikrometer pro Milliwatt. Dies gilt bis zu einer Heizleistung von 130 Milliwatt. Mit dünneren Schichten und anderen Materialien könnte die Empfindlichkeit noch gesteigert werden.

Wenn das freie Zungenende beim Durchbiegen einen elektrischen Kontakt schliesst, ist der Aktor ein mikromechanisches Relais. Wird es mit einer Düse verbunden, ist er ein Mikroventil. Ein geregeltes Durchflussventil entsteht, wenn ein Mikroventil und ein Strömungssensor mit einer Steuerelektronik kombiniert werden. Durch Anbringen einer spiegelnden Fläche am Zungenende entsteht ein verstellbarer Spiegel mit möglichen Anwendungen in miniaturisierten optischen Systemen. Die Weiterentwicklung zu einem

mikromechanischen Ventil ist ebenso denkbar wie der Aufbau eines Manipulators zur linearen und/oder rotationsförmigen Bewegung von Objekten bis hin zu einer miniaturisierten Greifvorrichtung zur Aufnahme von kleinsten Objekten.

«Die Entwicklung solcher Aktoren ist nicht spleenig, sondern es besteht ein echter Bedarf von Industrie und Anwendern», sagt Dr. B. Schröer vom VDI/VDE Technologiezentrum Informationstechnik in Bremen. Hier unterstützt man kleine und mittlere Firmen bei der Anwendung der Mikroelektronik und ist Projektträger von Förderprogrammen des Bundesministeriums für Forschung und Technologie für Sensoren und Aktoren. «Diese Technik erfordert in hohem Masse die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Physikern, die die Effekte genau kennen, Werkstoffwissenschaftlern, die ihre Kenntnisse des Materials und seiner Herstellung einbringen und Elektrotechnikern für die Mikroelektronik.»

## Für Sie gelesen

Aus: «VDI nachrichten», Nr. 42/21. Oktober 1988

### CIM, zu schade zum Sterben

Von Siegfried Kämpfer

Kein fertigungstechnischer Fortschrittsbegriff der letzten Jahre stiess schon in seinen Anfängen auf soviel Kritik wie CIM. Die Hoffnungen waren einfach zu hochgeschraubt. Aber nicht nur bei den Anbietern des Computer Integrated Manufacturing, vor allem bei den Anwendern und sogar bei den Beobachtern der CIM-Szene.

Auf der einen Seite blühten die Strategiekonzepte smarter Unternehmensberater und leicht hingeworfene Zaubersprüche aus der EDV-Verkaufsküche à la CIM-salabim.

Auf der anderen Seite: Welcher problemgeplagte Anwender wollte diesem funkelnden Problemlösungsfeuerwerk widerstehen, scheint es sich doch nur um eine logische Fortentwicklung auf der erfolgsverdächtigen Computerschiene zu handeln.

Dass zuviele - lustige - Versprechungen in der gesamten CIM-Konzeption stecken, meinen denn auch deren kritische Beobachter zuallererst. Bedenken haben sie vor allem aber auch gegenüber «dem» Computer. Das moderne Konzept des Computer Integrated Manufacturing belebt nämlich wieder einmal historische Ängste vor der allmächtigen Automation.

Denn so, wie sich die CIM-Idee bei den Produktionstechnologien mit dem Ideal einer vollautomatischen Produktion verbinden konnte, so meinten auch gleich die Gegner dieser Übertechnik deren Gefahr zu wittern: EDV als Erfüllungs-

gehilfe von Fabrik-Eigentümern, Big-Brother und Konsorten?

Der mächtige CIM-Strom wird beispielsweise von der NC-Technik der 50er Jahre gespeist, von DNC und flexiblen Fertigungssystemen der 60er Jahre, den Verheissungen sensorgestützter Adaptive Controls der 70er Jahre sowie von den Hoffnungen auf Maschinenintelligenz und Expertensysteme von heute. In dem prägnanten CIM-Begriff der 80er Jahre stauen sich damit zu viele Hoffnungen, als dass sie Wirklichkeit werden könnten.

Messen - wie die 2. Systec vom 25. bis 28. Oktober in München - demonstrieren doch nur das Unvermögen der CIM-Verantwortlichen. Die Chiffre CIM steht zwar für die Problematik einer modernen computergesteuerten Fabrik, doch weder die Systec mit ihren voraussichtlich über 22 000 Besuchern noch die CAD- und CIM-Kongresse mit insgesamt 1000 Teilnehmern können die Fabrik der Zukunft plötzlich bundesweit vom Himmel zaubern.

Auf der einen Seite die Idee, auf der anderen die Realität. Gemessen werden wir alle an der Realität. Besser wäre es, weniger von CIM zu reden als CIM-gerecht zu handeln. Denn darüber sind sich sogar die extremsten EDV- und CIM-Freunde im klaren: Die synergetische Fabrikintegration beginnt keineswegs im Computer, sondern zuerst einmal in den Köpfen der Mitarbeiter, dann wird sie in materielle Realität umgesetzt. CIM beschreibt nur das, was längst schon vorhanden ist!

CIM-Zukunft - ein dauernder Stachel?