

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 108 (1990)
Heft: 35

Artikel: Marktübersicht CAD: Bauwesen Schweiz 1985-89
Autor: Bernet, Jürg
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-77492>

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: 22.02.2026

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

tung bei kontinuierlichen Punktquellen, wie z.B. bei Hochkaminen. DISP-AIR basiert auf dem in der TA-Luft 86 spezifizierten Ausbreitungsmodell und berechnet die Luftverunreinigung und den Staubniederschlag an beliebig wählbaren Beobachtungspunkten.

Mit dem Programm DISP-AIR lassen sich interaktiv am Bildschirm die Schadstoffbelastungen im Umfeld von einer oder mehreren Punktquellen berechnen. Die Schadstoffberechnung kann für einzelne Beobachtungspunkte, für Punkte entlang einer Linie oder für eine Fläche durchgeführt werden. Die Ergebnisse werden in Form von 2D- und 3D-Plots anschaulich dargestellt (vgl. Bild 2).

DISP-GAS wurde konzipiert für den Störfall, bei dem gefährliche Gase, die schwerer sind als Luft, freigesetzt werden. Gefährliche, schwere Gase umfassen ein sehr breites Spektrum; typische Beispiele sind gasförmige Brennstoffe wie Butan und Propan, chemische Grundstoffe wie Chlor und Ammoniak, aber auch chemische Produkte wie Cyclohexan und Methylisocyanat. Die Freisetzung kann z.B. durch Bersten eines Lagertankes, durch Bruch einer Leitung oder durch Leckage eines Behälters bei einem Transportunfall verursacht werden.

DISP-GAS berechnet die Ausbreitung von schweren Gasen bei kontinuierlicher oder bei spontaner Freisetzung.

Dabei werden nicht nur der eigentliche Ausbreitungsvorgang untersucht, sondern auch die thermodynamischen Vorgänge, die unmittelbar nach der Freisetzung ablaufen, z.B. Abkühlung durch Verdampfung oder Druckabfall. Das Programm DISP-GAS basiert auf [10]. Britter und McQuaid haben die Resultate von praktisch allen bis jetzt durchgeführten Grossversuchen über die Ausbreitung von schweren Gasen analysiert und daraus ein Regressionsmodell entwickelt, das alle relevanten Parameter berücksichtigt.

DISP-CAR ist ein Computerprogramm zur Berechnung der vom Verkehr verursachten Luftschatstoffimmissionen. Aufgrund der Verkehrsfrequenzen und unter Berücksichtigung der Strassengeometrie, der Bebauung (Strassenschluchten, Lücken, freie Abschnitte) und der Windverhältnisse berechnet DISP-CAR die Schadstoffkonzentrationen entlang der Strassen eines vorgegebenen Strassennetzes.

Im Programm DISP-CAR wird ein Regressionsmodell verwendet, das auf den Messungen der Schadstoff-Konzentrationen im Strassenbereich und den Messungen der Verkehrsmenge, Fahrgeschwindigkeit sowie Windgeschwindigkeit und -richtung beruht. Mit Hilfe der von T. Pelli entwickelten Regressionsgleichungen [16] werden in DISP-CAR die Immissionen im Strassenbereich für verschiedene Bebauungsver-

hältnisse, Windverhältnisse und Verkehrszustände berechnet und für ein ganzes Strassennetz in Form von Immissionskarten übersichtlich dargestellt.

DISP-EX ist ein zeitvariables Schadstoff-Ausbreitungsprogramm mit einem sehr breiten Anwendungsspektrum. Es basiert auf dem Programm INPUFF [11], einem Immissionsprogramm der «Environmental Protection Agency» (USA). Mit DISP-EX lassen sich zeitvariable, aber auch kontinuierliche Ausbreitungsvorgänge bei veränderlichen Windverhältnissen am Computer simulieren. Die Schadstoffberechnung kann für einzelne oder mehrere Punktquellen und für bis zu 20 Beobachtungspunkte ausgeführt werden.

Das Programmpaket PC-DISP stellt ein Hilfsmittel dar, um die am häufigsten auftretenden Probleme der Schadstoffausbreitung mit im allgemeinen ausreichender Genauigkeit zu lösen. Durch die einfache Dateneingabe am PC-Bildschirm lassen sich Problemstellungen rasch bearbeiten, und durch die grafische Darstellung der Resultate lassen sich die Ergebnisse leicht interpretieren.

Adresse des Verfassers: Dr. A. Ziegler, dipl. Bauing. ETH, Ing. Büro Dr. A. Ziegler, Schaffhauserstrasse 333, 8050 Zürich.

Marktübersicht CAD

Bauwesen Schweiz 1985-89

Mitte der 80erJahre stellte man sich in manchen schweizerischen Bauplanungsbüros erstmals die Frage, wer es sich leisten könne, mit CAD zu arbeiten. Inzwischen hat sich die Situation verändert. Die heutige Frage lautet vielmehr, wer es sich noch leisten könne, ohne CAD zu arbeiten. Der folgende Bericht gibt eine Übersicht über die CAD-Entwicklung im Bauwesen Schweiz von 1985-89. Besprochen werden Aspekte der Anwendung, der Verbreitung, der Märkte, der Dienstleistungen, der Software und der Hardware sowie der zu erwartenden Trends für die Entwicklung der kommenden Jahre.

Erarbeitet wurde diese Studie auf der Grundlage der SIA-Systemdatenbank CAD. Darin sind alle CAD-Systeme beschrieben, die in der Schweiz für Bauherrschaften, Generalplaner, Architekten, Bauingenieure und Haustechniker angeboten werden. Seit 1985 werden alle Systeme jährlich nach einem neutralen Testverfahren im praktischen Einsatz getestet. Seit 1989 können diese inzwischen rund 15'000 Informationen nicht nur in Form eines Katalogs, son-

dern auch direkt aus der Datenbank abgefragt werden.

Anwendung

Wettbewerbskräfte

Die Bauherrschaften erwarten von ihren Planern je länger, desto mehr die Übernahme integraler Gesamtverantwortung, den Einsatz qualifizierter

Fachkräfte und die Anwendung moderner, leistungsfähiger Planungsmethoden. Grössere Planungsfirme haben sich bereits in den vergangenen Jahren mit CAD ausgerüstet. Inzwischen haben auch mittlere und kleine Planungsunternehmen begonnen, ihre Leistungen mit CAD zu unterstützen. Bisherige und neue qualifizierte Mitarbeiter

VON JÜRG BERNET,
ZUG

bevorzugen Arbeitgeber, die ihnen an ihrem Arbeitsplatz persönliche Herausforderungen, Weiterbildungsmöglichkeiten und moderne Arbeitsmittel bieten. Die Pionierzeit des CAD ist vorbei. CAD ist auch im Bauwesen zu einem bewährten Arbeitsmittel geworden. Trotzdem braucht es immer noch eine rechte Portion Weitsicht und Fachwissen, um CAD erfolgreich einzuführen. Um sich für heute und später grössere Probleme zu ersparen, lassen deshalb

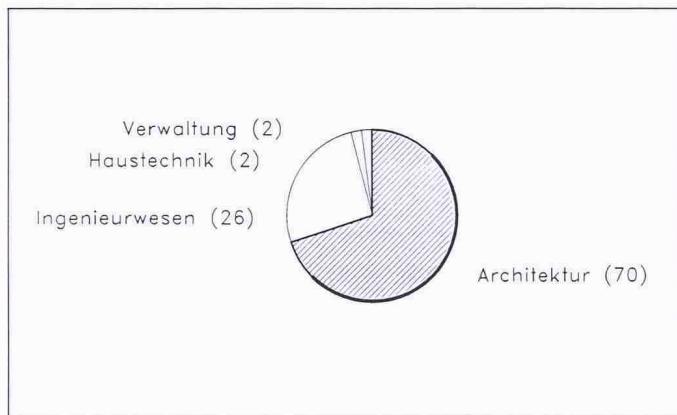


Bild 1. CAD-Anwender nach Branchen (in Prozent der ausgerüsteten Firmen, 1989)

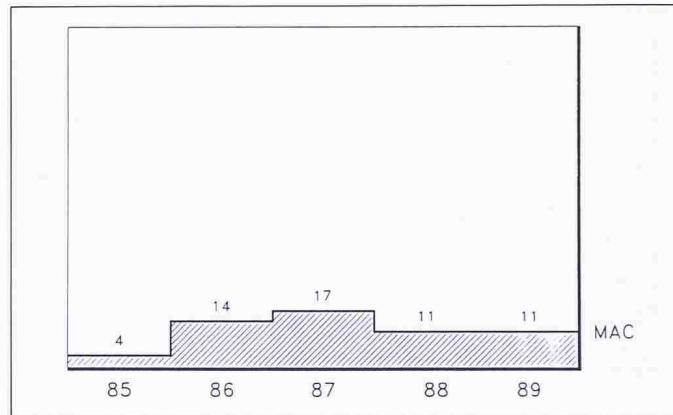


Bild 2. CAD-Systeme unter Betriebssystem MAC (in Prozent der angebotenen CAD-Systeme, 1985-89)

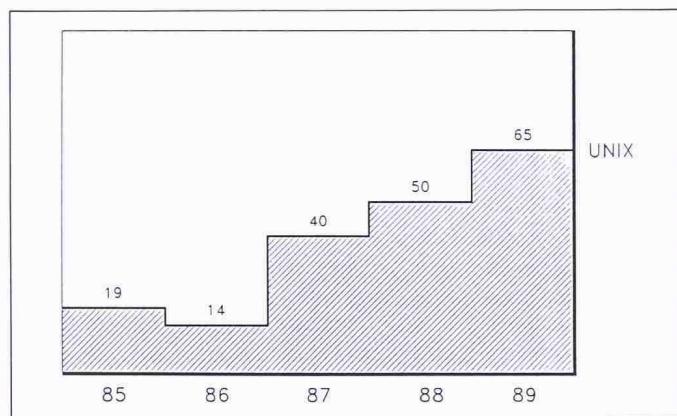


Bild 3. CAD-Systeme unter Betriebssystem UNIX (in Prozent der angebotenen CAD-Systeme, 1985-89)

viele Firmen ihre CAD-Einführung immer noch von einem neutralen Fachberater begleiten.

Kosten

Die durchschnittliche Investition für einen ersten CAD-Arbeitsplatz liegt heute bei 60 000. bis 100 000. Fr. Darin ist CAD-Software für durchschnittlich 15 000 bis 30 000 Fr. enthalten. Für die Hardware-Wartung muss jährlich mit etwa 7 Prozent der Hardware-Kosten, für die Software-Pflege mit rund 10 Prozent der Software-Kosten gerechnet werden.

Verbreitung

Installationen

1989 waren rund 1200 Bauplanungsbüros mit CAD ausgerüstet. Davon waren 803 Firmen Generalplanungs- und Architekturbüros, 293 Ingenieurbüros, 25 Haustechnikbüros und 18 Institutionen der Gebäudeverwaltung (Bild 1).

Architektur

Fast drei von vier CAD-Systemen für das Bauwesen stehen in Generalplanungs- und Architekturbüros. Damit sind im schweizerischen Bauwesen die Generalplaner und die Architekten

dem CAD gegenüber eindeutig am aufgeschlossensten. Dazu haben bestimmt die frühen, pionierhaften Investitionen grösserer Generalplanungs- und Architekturbüros wesentlich beigetragen.

Ingenieurwesen

Jedes vierte CAD-System für das Bauwesen steht in einem Ingenieurbüro. Trotz ihrer meist jahrzehntelangen Computererfahrung aus Berechnungsanwendungen standen die Bauingenieurbüros bis vor kurzem einer CAD-Einführung oft noch zögernd gegenüber. Einerseits, weil sie abwarten wollten, wie die Architekten und Bauherren in Sachen CAD entscheiden würden, und andererseits, weil erst wenig CAD-Programme für die Bedürfnisse des Bauingenieurbüros angeboten wurden. Dies hat sich jedoch in den letzten zwei Jahren weitgehend geändert.

Haustechnik

Abgesehen von einfachen Programmen zum Schemazeichnen sind in den schweizerischen Haustechnikbüros noch kaum CAD-Systeme anzutreffen. Dies ist weiter nicht erstaunlich, denn es gibt heute noch kaum CAD-Systeme, die auf die Bedürfnisse der Installationsplanung ausgelegt sind. Da derzeit nur bei einigen wenigen CAD-Herstellern an branchenbezogenen Lösungen

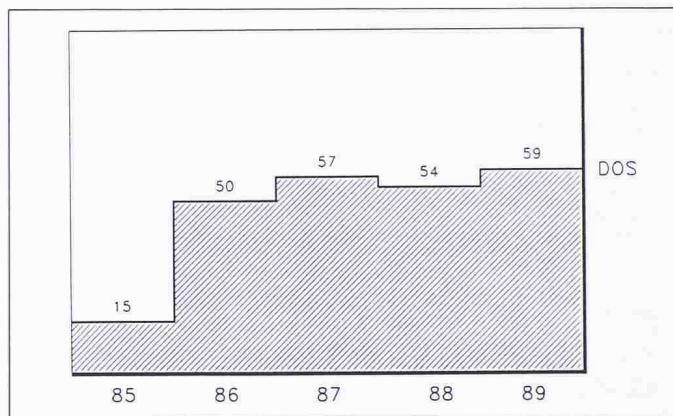


Bild 4. CAD-Systeme unter Betriebssystem DOS (in Prozent der angebotenen CAD-Systeme, 1985-89)

für die Haustechnik gearbeitet wird, dürfte kurzfristig noch keine wesentliche Verbreiterung der CAD-Anwendung in der Haustechnik zu erwarten sein.

Gebäudeverwaltung

Bei der Bewirtschaftung von Gebäuden und Anlagen wird CAD in der Schweiz erst vereinzelt eingesetzt. Dies mag daran liegen, dass Organisationen mit grösseren Immobilienbeständen über den tatsächlichen Wert ihrer Gebäude und Anlagen und den finanziellen Nutzen einer optimalen Bewirtschaftung erst wenig informiert sind. Mit dem Strukturwandel der Bautätigkeit vom Neubau zum Umbau wird jedoch in den kommenden Jahren die projektübergreifende Bewirtschaftung von Objekten (Facility Management) zunehmend an Bedeutung gewinnen. Damit ist auch eine wesentlich stärkere Verbreitung von CAD in den Anwendungsgebieten der Gebäudeverwaltung zu erwarten.

Systeme

Betriebssysteme

Aus der Vielfalt der in den vergangenen Jahren angebotenen Betriebssysteme

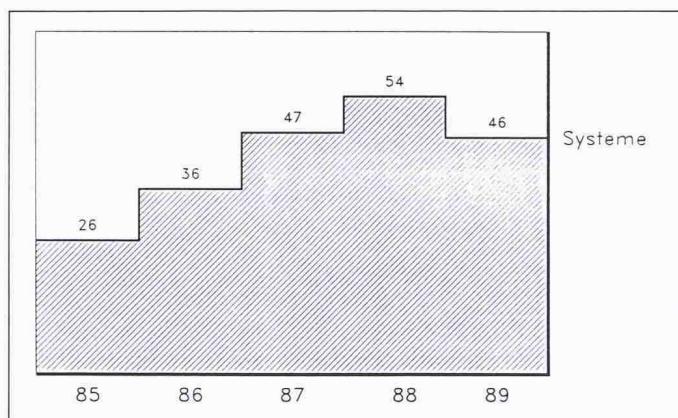


Bild 5. Vielfalt des Marktangebots (Anzahl der angebotenen CAD-Systeme, 1985-89)

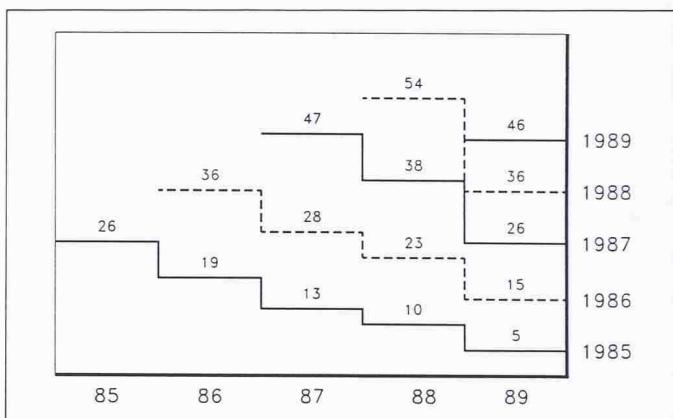


Bild 6. Kontinuität des Marktangebots (Anzahl der angebotenen CAD-Systeme, 1985-89)

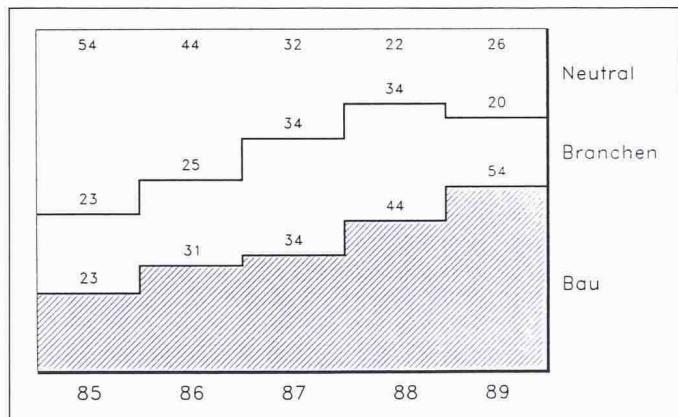


Bild 7. Orientierung des Marktangebots nach Kategorien (in Prozent der angebotenen CAD-Systeme, 1985-89)

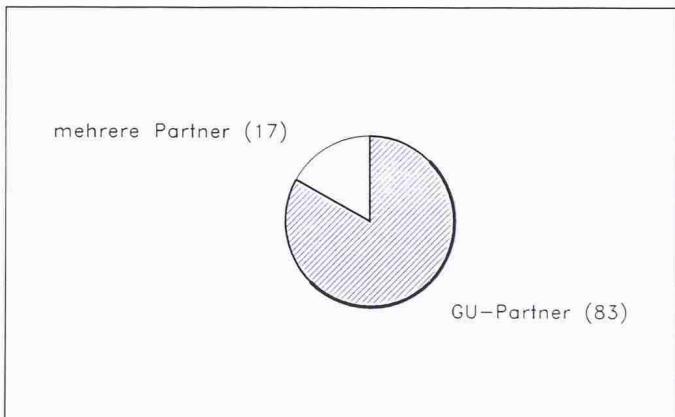


Bild 8. Anbieter als Generalunternehmer für CAD-Systeme (in Prozent der angebotenen Systeme, 1989)

haben sich eindeutig drei Standards herauskristallisiert. Es sind dies die Betriebssysteme UNIX, DOS und MAC. Auf den Betriebssystemen früherer Zentralrechner wie VMS, PRIMOS oder AOS werden heute kaum mehr CAD-Systeme angeboten. Auch das sogenannte OS/2 hat unter den CAD-Herstellern nur wenig Freunde gefunden.

UNIX

Der stärkste Trend für die Zukunft zeigt eindeutig in Richtung UNIX. Seit 1986 hat sich die Verbreitung von UNIX mehr als vervierfacht. Heute werden zwei von drei CAD-Systemen mit dem Betriebssystem UNIX angeboten (Bild 3). Man geht davon aus, dass der Anteil von UNIX-gestützten Systemen weiterhin deutlich zunehmen wird. Der Grund für die Beliebtheit von UNIX dürfte vor allem darin liegen, dass es als virtuelles Betriebssystem einen unbeschränkt grossen Speicherbereich verwalten kann. Dies ermöglicht eine leistungsfähige Verarbeitung grosser Datenmengen und lässt für die weitere Entwicklung der CAD-Programme einen grossen Spielraum offen.

DOS

Wie schon 1986 ist auch heute noch jedes zweite CAD-System unter DOS lauffähig (Bild 4). Damit liegt der Personal-Computer weiterhin gut im Rennen. Je länger, je mehr stossen jedoch PC-gestützte CAD-Programme an ihre Grenzen, weil trotz aller Tricks und Erweiterungen mit DOS nur ein beschränkter Speicherbereich im direkten Zugriff verwaltet werden kann. Die nächsten Jahre werden zeigen, wie lange DOS die immer komplexeren CAD-Anwendungen tragen kann.

MAC

Die Systeme von Apple haben sich in den vergangenen Jahren von Heim-Computern zu professionellen Arbeitsplätzen gemausert. Für administrative Anwendungen ist heute bereits eine breite Palette von branchenspezifischen Programmen zu haben. Für CAD-Anwendungen hingegen besteht erst ein relativ schmales Angebot. Begründet und insbesondere auch bei den Architekten immer beliebter wurde der MAC dank seiner einfachen, grafikgestützten Handhabung. Leider ist bis heute nur jedes zehnte CAD-System auf dem MAC lauffähig (Bild 2).

Marktangebot

Für die Bedürfnisse des Bauwesens wurden 1989 in der Schweiz insgesamt 46 verschiedene CAD-Systeme angeboten. Dies sind fast doppelt so viele Systeme wie 1985. Gegenüber dem Vorjahr ist jedoch die Auswahl um einen Siebtel kleiner geworden. Die seit 1985 zu beobachtende ständige Verbreiterung der Produktevielfalt hat damit deutlich stagniert (Bild 5).

Marktentwicklung

Nur jedes zweite CAD-System ist nach zwei Jahren noch am Markt. Bild 6 zeigt, dass beispielsweise von den 26 CAD-Systemen, die 1985 angeboten wurden, nach zwei Jahren noch 13 und nach vier Jahren gerade noch deren 5 angeboten wurden. Die übrigen 21 Systeme werden heute nicht mehr vertrieben. Dafür wurden von neuen Anbietern ganz neue Systeme auf den Markt gebracht. Die gleiche Entwicklung zeigt das Angebot von 1986, 1987 und 1988. Die «Halbwertszeit» eines CAD-Anbieters liegt also fast konstant bei bescheidenen zwei Jahren. Wer heute in ein CAD-System investiert, tut deshalb gut daran, nicht nur die Funktionalitäten, sondern auch die Überlebenschancen.

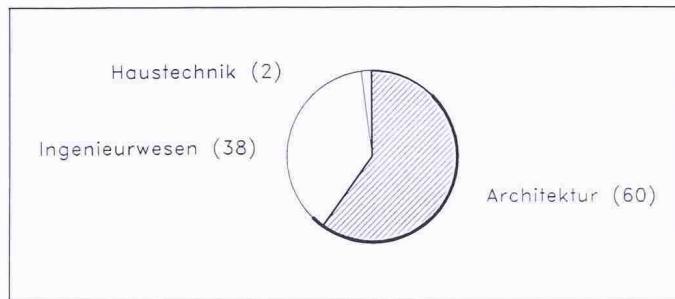


Bild 9. Support-Mitarbeiter bei CAD-Anbietern nach Branchenausbildung (in Prozent der insgesamt bei CAD-Anbietern tätigen Support-Mitarbeiter, 1989)

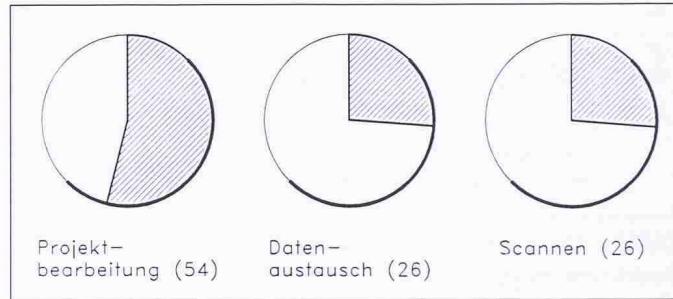


Bild 10. Dienstleistungen für CAD-Systeme nach Kategorien (in Prozent der angebotenen CAD-Systeme, 1989)

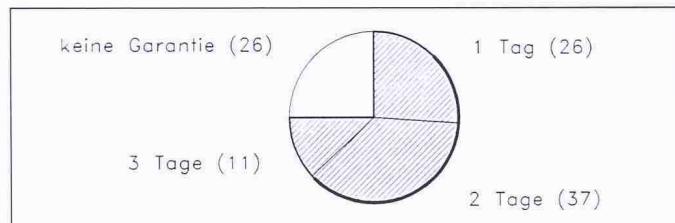


Bild 11. Betriebsgarantie für CAD-Systeme (in Prozent der angebotenen Systeme, 1989)

cen des Systems und seines Anbieters sorgfältig zu evaluieren. Sonst könnte es ihm leicht passieren, dass es für sein CAD-System schon bald keine Unterstützung und keine Weiterentwicklung mehr gibt.

Branchenorientierung

Nicht jedes CAD-System, das für die Bedürfnisse des Bauwesens angeboten wird, wurde auch für solche Anwendungen entwickelt. Wir unterscheiden bauspezifische CAD-Systeme, branchenübergreifende Systeme (die auch für andere Branchen wie Maschinenbau oder Elektrotechnik entwickelt wurden) und branchenneutrale Systeme (die über keinerlei branchenspezifische Funktionalitäten verfügen). Vor 5 Jahren war noch jedes zweite CAD-System, das für die Bedürfnisse des Bauwesens angeboten wurde, ein branchen neutrales System ohne bauspezifische Funktionalitäten. Auch heute noch ist jedes vierte angebotene System branchenneutral und damit für effiziente bauspezifische Anwendungen ungeeignet. Aber das Angebot an bauspezifischen Programmen nimmt stetig zu (Bild 7).

Dienstleistungen

Generalunternehmer

Je länger, desto mehr sucht der CAD-Anwender in seinem Anbieter einen kompetenten Partner, mit dem er die Verantwortlichkeiten für die komplexen Fragen seines CAD-Systems gesamtheitlich und klar regeln kann. Bereits für 4 von 5 CAD-Systemen kön-

nen heute Kauf und Wartung von Hard- und Software über einen einzigen Vertragspartner geregelt werden (Bild 8).

Support-Mitarbeiter

1989 waren in der Schweiz bei CAD-Anbietern 275 Support-Mitarbeiter beschäftigt, die neben der CAD-Ausbildung über eine Berufsausbildung aus dem Bauwesen verfügen. Ein Support-Mitarbeiter hat dabei durchschnittlich etwa 6 Anwenderfirmen zu betreuen. 2 von 3 Support-Mitarbeitern kommen aus dem Bereich Architektur (Bild 9).

Dienstleistungen

Für jedes zweite CAD-System wird vom Systemanbieter oder von eigenständigen Dienstleistungsunternehmen auch eine Projektbearbeitung für Dritte angeboten. Nur zu jedem vierten CAD-System hingegen gibt es professionelle Unterstützung für den Austausch von Plandaten mit anderen CAD-Systemen und einen Scannerservice für das fotografische Erfassen bestehender Planunterlagen (Bild 10).

Betriebsgarantie

Früher wurde in CAD-Wartungsverträgen für Pannenfälle nur die Reaktionszeit des Anbieters bzw. Herstellers garantiert. Ob man mit dem System in einer Stunde oder erst in einem Monat wieder weiterarbeiten konnte, das konnte man vorher nie wissen. Heute lässt sich eine Frist bis zur Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft schriftlich vereinbaren. Für 3 von 4 Systemen kann die Frist für die Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft auf 3 Tage festgelegt werden. Für jedes

vierte CAD-System wird sogar eine Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft (beispielsweise durch Lieferung eines Ersatzgerätes) innerhalb 24 Stunden garantiert (Bild 11).

Supportgarantie

Die meisten CAD-Anbieter sind heute bereit, dem Käufer schriftlich zu garantieren, dass sie das gelieferte CAD-System auch in den kommenden Jahren weiterhin unterstützen werden. Die durchschnittliche Supportgarantie liegt bei 4 Jahren (Bild 12).

Anwenderclubs

Bereits für jedes zweite CAD-System gibt es heute einen organisierten Erfahrungsaustausch (1985: 0 Prozent, 1987: 30 Prozent, 1989: 46 Prozent). Dies erleichtert nicht nur den firmenübergreifenden Kontakt unter den CAD-Anwendern, sondern gibt ihnen auch zunehmend mehr Gewicht zur Durchsetzung ihrer Forderungen gegenüber dem Programmhersteller.

Software

Architektur

Der Marktbereich Architektur zerfällt in relativ viele verschiedenartige Systeme mit kleinen Marktanteilen. 40 Prozent der mit CAD ausgerüsteten Architekturbüros setzen Systeme ein, die einen Marktanteil von weniger als 5 Prozent belegen. Bis heute haben sich noch keine Systeme als eindeutige Marktführer durchsetzen können (Bild 13).

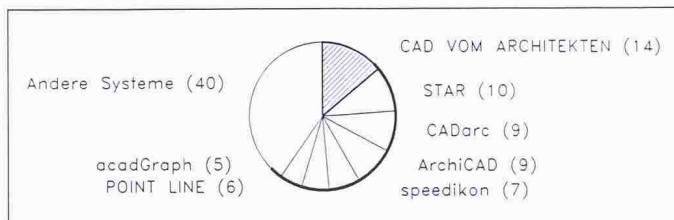


Bild 13. Verbreitung von CAD-Systemen in der Architektur (in Prozent der ausgerüsteten Firmen, 1989)

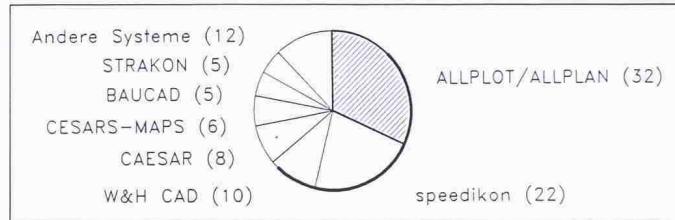


Bild 14. Verbreitung von CAD-Systemen im Ingenieurwesen (in Prozent der ausgerüsteten Firmen, 1989)

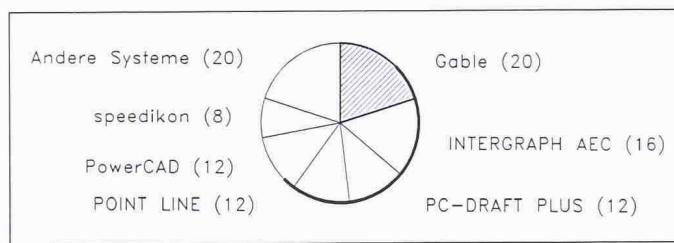


Bild 15. Verbreitung von CAD-Systemen in der Haustechnik (in Prozent der ausgerüsteten Firmen, 1989)

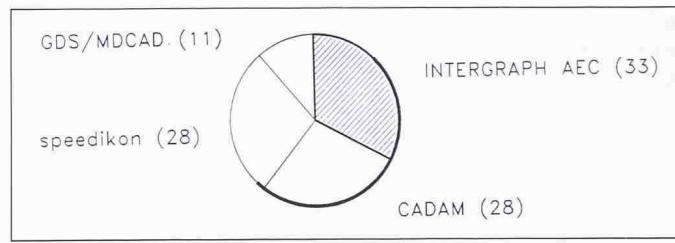


Bild 16. Verbreitung von CAD-Systemen in der Gebäudeverwaltung (in Prozent der ausgerüsteten Firmen, 1989)

Ingenieurwesen

Im Ingenieurwesen sind vor allem die Systeme ALLPLOT/ALLPLAN und Speedikon verbreitet. Jedes zweite mit CAD ausgerüstete Ingenieurbüro setzt eines dieser beiden Systeme ein (Bild 14). Dazu dürfte vor allem eine inzwischen recht umstrittene Empfehlung des ASIC geführt haben, die den freien Wettbewerb unter den CAD-Anbietern stark beeinträchtigt hat. Nach der vorgesehenen Revision dieser Empfehlung ist zu erwarten, dass sich die Marktanteile im Bereich Ingenieurwesen auf eine breitere Systemvielfalt verteilen werden.

Haustechnik

Das 1989 in der Haustechnik marktführende System Gable wurde inzwischen vom schweizerischen Markt zurückgezogen. Alle seine ehemaligen Anwender benutzen heute das System Speedikon. Damit dominiert Speedikon den Bereich Haustechnik mit einem Marktanteil von fast 30 Prozent. Die begonnene Entwicklungszusammenarbeit zwischen dem Haustechnik-Spezialisten Wibeag und dem Speedikon-Anbieter RZ Dr. Walder+Partner dürfte diese Marktstellung in den kommenden Jah-

ren noch verstärken. In der Haustechnik verbreitet sind ebenfalls die Systeme INTERGRAPH AEC, PC-DRAFT PLUS und POINT LINE. Das System Power-CAD wurde 1989 von jedem achten mit CAD ausgerüsteten Haustechnikbüro eingesetzt, wird aber heute bereits nicht mehr vertrieben. Damit beherrschen vier Systeme rund $\frac{1}{3}$ des Haustechnikmarktes (Bild 15). Das heute noch wenig bekannte neu entwickelte Haustechnik-Programm des Systems CAD 400 hat gute Chancen, in der Haustechnik ebenfalls einen bedeutenden Marktanteil zu erringen. In Haustechnikbüros sehr weit verbreitet ist auch das System AutoCAD. Da es aber lediglich für die Schemabearbeitung und nicht für die Installationsplanung eingesetzt wird, ist es in Bild 15 nicht aufgeführt.

gement erfolgte mit dem System INTERGRAPH AEC (Bild 16). Neue Systeme für das Facility Management, wie beispielsweise das in den USA bereits erfolgreiche schweizerische System VISIONAEL, könnten jedoch zu einer Verschiebung der Marktanteile im Bereich der Gebäudeverwaltung führen.

Menütechniken

Während früher jedes CAD-System nur eine einzige Menütechnik anbot, stellen heute immer mehr Systeme ihren Anwendern mehrere verschiedene Arbeitstechniken zur Auswahl. Bei 3 von 4 Systemen (72 Prozent) können die Befehle über die Tastatur eingegeben werden. Dies wird vor allem von routinierten Anwendern geschätzt. 2 von 3 Systemen (65 Prozent) können über Bildschirmmenüs gesteuert werden. Fast jedes zweite System (43 Prozent) ermöglicht die Befehlseingabe über Tablettmenüs. Jedes dritte System (37 Prozent) arbeitet mit einer Kombination von Tablett und Bildschirmmenüs. Diese gemischte Menütechnik mit Tablett und Bildschirm arbeitet mit teilweise recht abenteuerlichen Befehlsstrukturen, durch die der Anwender nicht immer

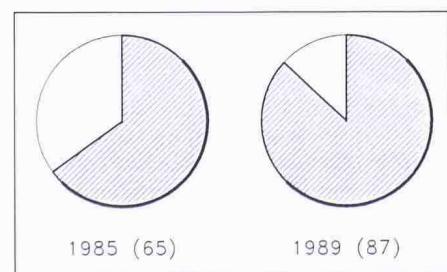


Bild 17. CAD-Systeme mit deutscher Dialogführung (in Prozent der angebotenen CAD-Systeme, 1985 und 1989)

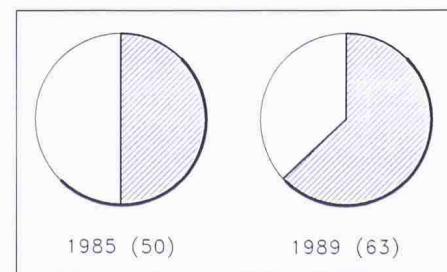


Bild 18. CAD-Systeme mit französischer Dialogführung (in Prozent der angebotenen CAD-Systeme, 1985 und 1989)

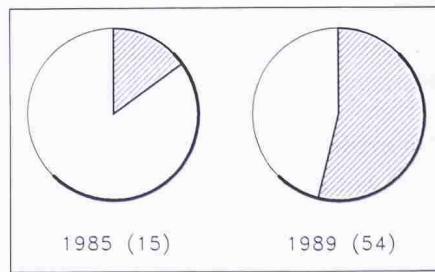


Bild 19. CAD-Systeme mit italienischer Dialogführung (in Prozent der angebotenen CAD-Systeme, 1985 und 1989)

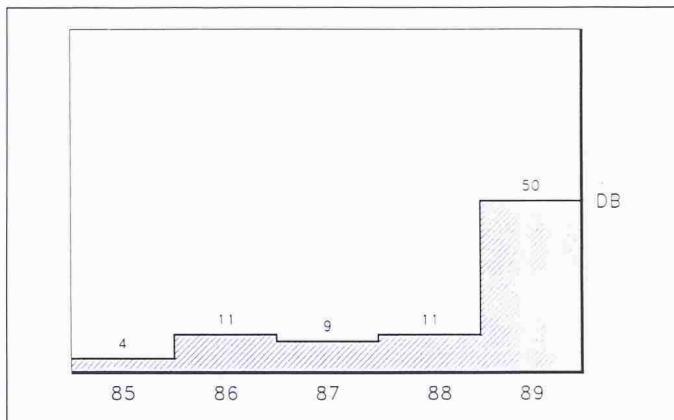


Bild 20. CAD-Systeme mit Datenbank-Schnittstellen (in Prozent der angebotenen CAD-Systeme, 1985-89)

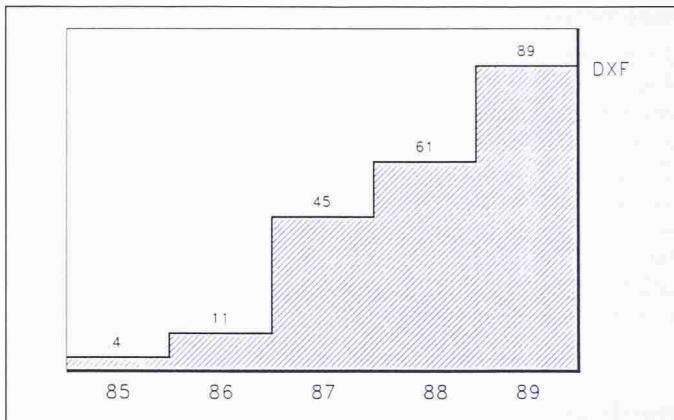


Bild 21. CAD-Systeme mit Datenschnittstelle DXF (in Prozent der angebotenen CAD-Systeme, 1985-89)

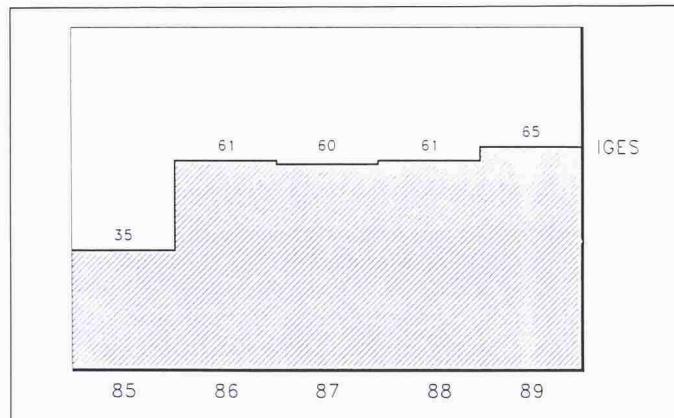


Bild 22. CAD-Systeme mit Datenschnittstelle IGES (in Prozent der angebotenen CAD-Systeme, 1985-89)

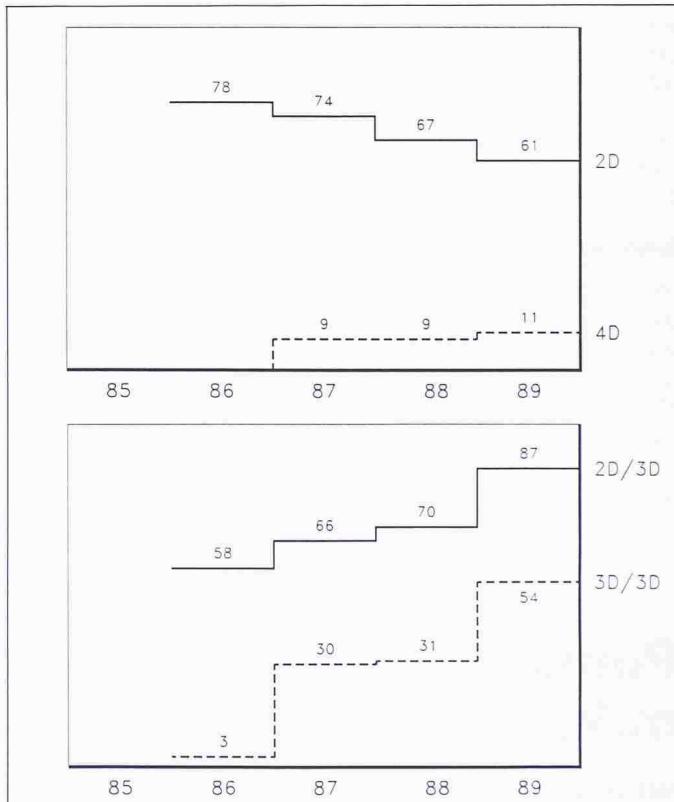


Bild 23 und 24. Geometriemodelle in CAD-Systemen nach Kategorien (in Prozent der angebotenen CAD-Systeme, 1985-89)

so übersichtlich wie gewünscht zwischen Tablet und Bildschirm hin und her geführt wird. Die Analyse der Verbreitung von Bildschirm und Tablettmenü zeigt, dass nach einer Welle der Begeisterung für das statische Tablettmenü (1986) der Trend eindeutig wieder zurück auf das dynamische Bildschirmmenü führt (1987-89).

Dialogführung

In den vergangenen Jahren sind viele CAD-Systeme auch an die schweizerischen Landessprachen angepasst worden. Heute sind 9 von 10 Systemen mit deutscher Dialogführung erhältlich (Bild 17). 2 von 3 Systemen verstehen Französisch (Bild 18), und jedes zweite System gibt es sogar in Italienisch (Bild 19).

Schnittstelle IGES

Auf den Zentralrechnern der frühen 80er Jahre wurden CAD-Plandaten über das Standardformat IGES ausgetauscht. Seit 1986 verbreitet sich IGES jedoch kaum weiter. Auch heute noch unterstützen nur 2 von 3 CAD-Systemen IGES (Bild 22).

Schnittstelle DXF

In der zweiten Hälfte der 80er Jahre hat sich das Datenformat DXF von AutoCAD für den Austausch von Plandaten durchgesetzt. 9 von 10 CAD-Systemen unterstützen heute DXF (Bild 21). Und die Verbreitung von DXF nimmt weiter zu. Wählt eine Organisation als Standardformat für den CAD-Datenaustausch IGES, dann kann sie nur mit 2 von 3 CAD-Systemen kom-

munizieren. Wählt sie hingegen DXF, dann kann sie schon mit 9 von 10 CAD-Systemen kommunizieren. Pflegt sie beide Datenformate, so hat sie zwar den doppelten Aufwand, erreicht aber nur noch unwe sentlich mehr, nämlich 4 Prozent. Vieles deutet darauf hin, dass das Datenformat DXF von AutoCAD je länger, je mehr zum Defacto-Standard für den Datenaustausch zwischen CAD-Systemen im Bauwesen wird.

Datenbank-Schnittstellen

1989 nahm die Bedeutung von Datenbanken auch im Rahmen von CAD-Anwendungen sprunghaft zu. Jedes zweite CAD-System verfügt heute über eine Schnittstelle zu einer allgemeinen Datenbank (Bild 20).

Geometriemodell

9 von 10 Systemen sind heute 3D-fähig. Immer mehr Systeme ermöglichen eine interaktive Modellbearbeitung direkt in Axonometrie oder Perspektive (Bild 24). Leider nur noch 2 von 3 Systemen verfügen über eine reine 2D-Datenstruktur für eine effiziente Planbearbeitung (Bild 23). Seit 1987 kann jedes zehnte System auch Bewegungen in Echtzeit darstellen (4D) (Bild 23).

Hardware

Rechner

Für CAD-Anwendungen im Bauwesen am meisten verbreitet sind vernetzte Arbeitsstationen mit einer 32-bit-Architektur. Heutige CAD-Programme erfordern bereits einen doppelt so grossen Arbeitsspeicher wie vor 4 Jahren. Die Grenzen der Personal-Computer rücken damit immer näher.

Bildschirm

Professionelle CAD-Arbeitsplätze werden heute meist mit farbigen Bildschirmen in einer Grösse von 19 bis 20 Zoll und einer Auflösung von etwa 1000×1200 Bildpunkten ausgerüstet.

Plotter

Die mechanischen Stiftplotter haben vorläufig noch nicht ausgedient. Für Netzwerke ab drei CAD-Arbeitsplätzen sind aber auch monochrome Elektrostaten-Plotter durchaus schon wirtschaftlich einsetzbar.

Ausblick

Für die kommenden Jahre zeichnet sich eine Integration der CAD-Anwendungen in zwei Richtungen ab:

Integration von Raster- und Vektordaten

Strukturierte Geometrie und unstrukturierte Bilder werden vermehrt gemeinsam verarbeitet und ineinander übergeführt. Zusammen mit benachbarten Techniken wie Scannen, Video und Bildbearbeitung werden rund um CAD neue Anwendungsbereiche für die Datenerfassung, die Ergebnisdarstellung und die Kommunikation erschlossen.

Integration von Grafik und Alphanumerik über Datenbanken

Neben dem zweidimensionalen Plan und dem dreidimensionalen Modell

werden in zunehmendem Masse auch administrative und technische Daten mit der CAD-Bearbeitung verknüpft. Auch CAD-Daten werden mehr und mehr über ausgelagerte Datenbanken verwaltet. Darauf können die interdisziplinären Planungsdisziplinen wie auf ein Informationssystem mit ihren eigenen CAD-Anwendungen zugreifen. Und die Bauherren bzw. Verwalter und Bewirtschafter von Bauobjekten verlangen von ihren Planern die entsprechenden Informationen für ein projektübergreifendes Facility Management.

Wie die vergangenen 5 Jahre werden auch die kommenden 5 Jahre revolutionäre Weiterentwicklungen in der Arbeitswelt mit sich bringen. Zur Freude all derer, die bereits heute auf dem Zug der Zeit mitfahren. Und zum Leidwesen jener, für die es immer schwieriger wird, auf den fahrenden Zug aufzuspringen.

Adresse des Verfassers: *Jürg Bernet, Dipl. Arch. ETH/SIA, Bernet CAD-Consult, Metallstrasse 4, 6300 Zug*

Überarbeiteter Beitrag aus SIA-Dokumentation D048 «Mit CAD in die 90er Jahre», Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 1990.

Pumpen und Motoren - extrem mikrominiaturisiert

Mit den in der Halbleiterindustrie bewährten Methoden der Herstellung hoch- und höchstintegrierter Schaltungen - vor allem der Lithographie-, Maskier- und Ätztechniken - werden inzwischen mehr und mehr mechanische, überwiegend dreidimensional ausgelegte Elemente mit Abmessungen im Millimeter- und Submillimeter-Bereich zu Versuchszwecken, aber auch bereits für erste Anwendungen erzeugt.

Als Material für solche «Mikromotoren» dient zumeist Silicium, das einkristallin zwar recht spröde, aber härter als viele Metalle und gegenüber mechanischer Belastung erstaunlich widerstandsfähig ist. Für Zug und Druck übersteigt seine Elastizitätsgrenze die von Stahl, weshalb es selbst nach vielfach wiederholten Beanspruchungen erheblich geringere Ermüdung zeigt.

An mikromechanischen Elementen sind von verschiedenen Instituten und Entwicklungslabors unter anderem Spindüsen, Ventile, Zungenresonatoren, Mikrokontakte, Mikrosulpen für Magnetfeld-, Bewegungs- und Positions-Sensoren, Elektronen-Vervielfälti-

tiger, Strahlungsdetektoren (Bolometer) und Lichtmodulatoren vorgestellt worden, ferner Ultraschall-, Kraft-, Druck-, Strömungs-, Gas-, Vibrations- und Beschleunigungs-Sensoren (Bild 1), aber auch Strömungsverstärker und aktive Miniatur-Kühlsysteme, Tinten- und Thermodruckerköpfe, Beugungsgitter für Wellenlängen-Multiplexer/Demultiplexer in optoelektronischen Systemen, Mikrokanal-Platten zur Bildverstärkung sowie Fresnel-Zonenplatten zur Fokussierung von Röntgenstrahlung.

Ohne eine vollständige Aufzählung der vorgeschlagenen und teilweise ausge-

führten Elemente geben zu können, seien noch Trenndüsen zur Urananreicherung, Feinstfilter für Blutplasma-Trennvorrichtungen sowie vollständige Mess- und Regelsysteme genannt, für die ein kompletter Gaschromatograph als Beispiel stehen mag. Sein immerhin 1,5 m langes, von den Probengasen durchströmtes Kapillarröhrchen ist spiralförmig in einem Silicium-Wafer von nur 5 cm Durchmesser untergebracht.

Schlüsseltechnik: anisotropes Ätzen

Als günstig erwies es sich, dass die physikalischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften sowie die Materialkonstanten der meisten Kristalle, darunter insbesondere hochreine Silicium-Einkristalle, anisotrop - also richtungsabhängig - sind. Das trifft auch auf die Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeiten entlang der verschiedenen Kristallflächen zu. Bei abwechselndem Einsatz anisotroper und isotroper Ätzmittel lassen sich durch das richtungsabhängig unterschiedlich