

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 80 (1989)

Heft: 17

Artikel: Strukturwandel in der Elektronikentwicklung

Autor: Kuhn, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-903708>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

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

Strukturwandel in der Elektronikentwicklung

R. Kuhn

Der Beitrag gibt einen Überblick über die EDA-Evolution. Dabei wird auch auf die heute noch vorhandenen Schwachstellen hingewiesen, weist doch die Kette vor der Systembeschreibung bis zum fertigen Produkt noch einige schwache Glieder und ungelöste Probleme auf. Am Arbeitsplatz und im Zuständigkeitsbereich des Ingenieurs ist ein Wandel im Gange, der die Entwicklungsverantwortlichen immer wieder vor schwerwiegende Entscheidungen stellt.

L'article donne un aperçu de l'évolution de l'EDA et montre en particulier les lacunes existant dans ce domaine. La chaîne qui va de la description d'un système jusqu'à la réalisation d'un produit fini et commercialisable présente des maillons encore faibles. Les nouvelles technologies influencent l'environnement humain, et c'est ainsi que l'ingénieur-électricien a vu son champ d'application considérablement évoluer ces dernières années.

Adresse des Autors:

René Kuhn, Dipl. El.-Ing. ETH, Industrade AG, EDA Division, Hertistrasse 31, 8304 Wallisellen.

Die Geschichte der CAE-Produkte ist jung; die ersten CAE-Firmen wurden in den Jahren 1980/81 gegründet, und die ersten Systeme gelangten 1982 zu den Kunden. Die Zielsetzungen waren damals die computerunterstützte Entwicklung von elektronischen Schaltungen und die Anwendung von strukturierten Methoden. Beide Themen wurden unter dem Motto Scald (Structured Computer Aided Logic Design) vereinigt. Die Pioniere der CAE-Technik waren die Firmen Daisy, Mentor und Valid (DMV). Um ihr Ziel zu erreichen, benötigten diese Firmen ein leistungsfähiges graphisches Computersystem. Valid und Daisy entwickelten ihr eigenes System, Mentor bediente sich bei Apollo, einer jungen Computerfirma. Gleichzeitig erfand die neue CAE-Industrie den Begriff *Workstation*.

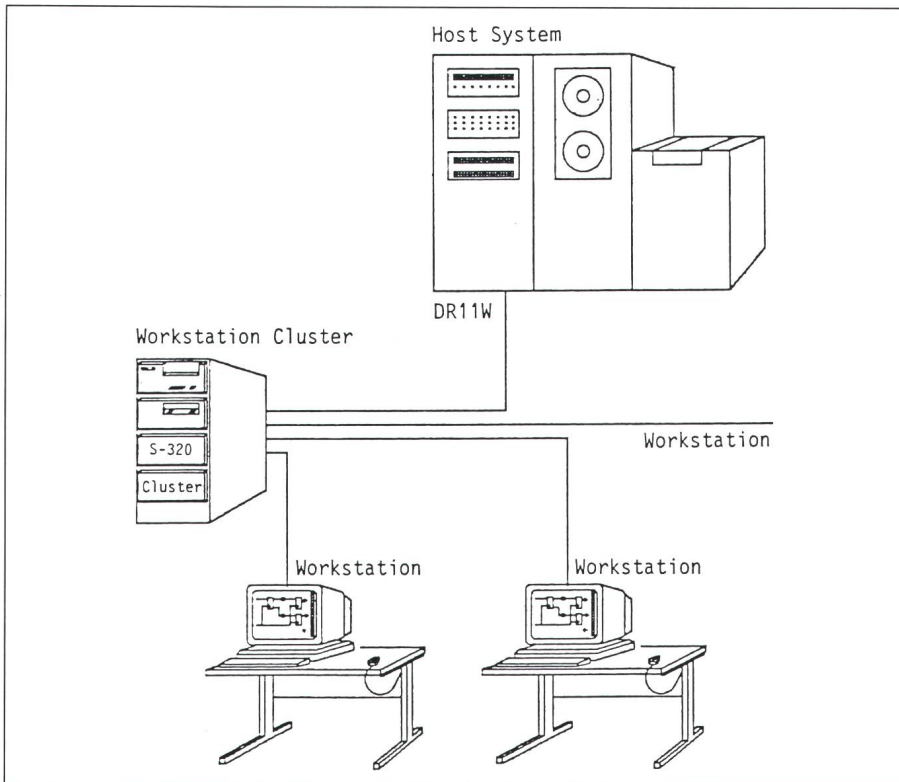
1982 bestand eine gute Konfiguration aus einem 19-Zoll-Monochrom-Bildschirm, einer 35-MByte-Winchesterplatte und 2 MByte RAM. Heute setzt man fast nur noch Farbdröhren ein. 300 MByte für die Disk- und 8 bis 12 MByte für die RAM-Kapazität sind die Regel. Bei Valid Logic Systems zum Beispiel dachte man 1982 noch nicht an Simulation auf dem Arbeitsplatzcomputer. Man praktizierte lediglich Logic Design, das heisst Schemaeingabe sowie Verarbeitung dieser Schemas, um die Netz- und die Komponentenliste zu gewinnen und die logisch-physikalische Umsetzung vorzunehmen, d.h. den logischen Teil in eine Komponente zu verpacken. Die compilierte Zeichnung wurde einer VAX übermittelt und dort simuliert (Fig. 1). Kurz darauf schon standen jedoch die Digitalsimulation sowie die Timing Analyse auf demselben Bildschirm zur Verfügung. Die Aufgabe der CAE-Fir-

men bestand darin, nach Erfassen des Schemas und nach der Analyse der Schaltung Daten zu generieren, die von den gängigen Entflechtungssystemen aufgenommen werden konnten (Fig. 2).

Ab 1984 kamen die CAE-Hersteller mit IC-Design-Systemen auf den Markt (IC CAD), ab 1985 schaute man sich nach Kartenentflechtungssystemen (PCB CAD) um. 1986 kam die Analogsimulation, und ab 1987 interessierte man sich sehr stark für den Test und die Testbarkeit der Schaltungen (CAT). Heute sind die ursprünglichen CAE-Firmen mit allen Aktivitäten der Gestaltung elektronischer Systeme mittels Computer vertraut und haben den generelleren Begriff von EDA (Electronic Design Automation) eingeführt. Die Welt ist in Ordnung, und dem Ingenieur steht nichts mehr im Wege. Er verfügt über ein leistungsfähiges System, das ihm erlaubt, seine Schaltung, ob verdrahtet oder integriert, zu zeichnen, zu simulieren, zu analysieren, auszulegen, zu exerzieren, zu testen und noch vieles mehr. Und doch ist die Situation nicht ganz rosig.

Die Kette hat schwache Glieder

Ein CAE-System ist ein Investitionsgut, und sehr oft wählt eine Firma ein System, welches zu seiner vorhandenen Umgebung passt. Ist schon ein PCB-Layout-System vorhanden (was sehr oft zutrifft), verlangt man vom neuen CAE-System, dass ein Interface (womöglich bidirektional) vorhanden ist. Vor einigen Jahren waren sich CAE- und CAD-Firmen einig, dass die Interfaces zwischen ihren Produkten gut zu pflegen seien. Heute aber, wo die CAE-Firmen auch im CAD-



Figur 1 CAE-System im Jahre 1982

Prinzip: Schemen auf Workstations, Simulation auf Host
 OS Unix 4.1c BSD
 CPU 68000
 Disk 35 MByte
 RAM 2 MByte
 Link to Vax Parallel Link, DR11W
 Link to IBM RSCS

Geschäft tätig sind (übrigens auch umgekehrt), ist das Interesse bei weitem nicht mehr dasselbe. Eine Zusammenarbeit ist bei einer Punkt-zu-Punkt-Lösung unerlässlich, und wenn nur einer der beiden dieses Interesse nicht mehr bekundet, gibt es Probleme. So trifft man heute viele Fälle, wo der CAD-Hersteller irgendwelche Datenstrukturen ändert, und schon läuft das vom CAE-Lieferanten verkaufte Interface nicht mehr.

EDIF als Chance

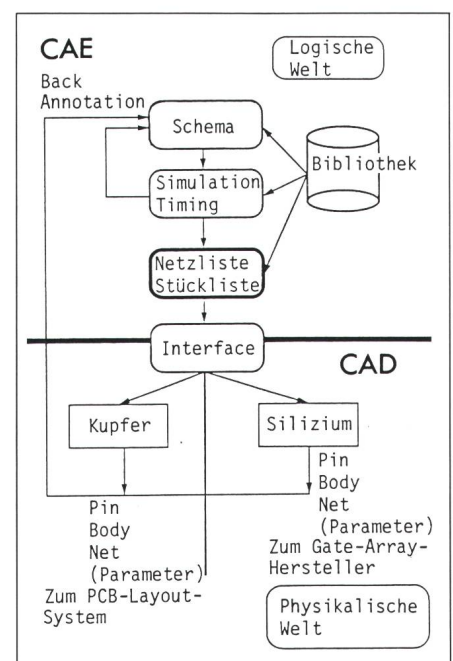
Ein Interface ist aber nur eine Art Brücke, bei dem oft Kompromisse eingegangen werden und welches dementsprechende Limiten besitzt. Wenn *m* Systeme mit *n* weiteren Systemen kommunizieren wollen, sind *n* × *m* Interfaces nötig. Ändert einer aus *n* seine Datenstruktur, so müssen *m* Interfaces angepasst werden. Eine elegantere Lösung verkörpert Edif (Electronic Design Interchange Format). Dieses sollte in der Lage sein (Fig. 3), folgende Information zu übertragen:

- graphische Information (Symbolik),
- zeitbezogene Information für den Simulator,
- Netzlisten, hierarchisch gliederte Entwurfsdaten,
- Layout-Information, physische Daten für PCB, IC, GA usw.

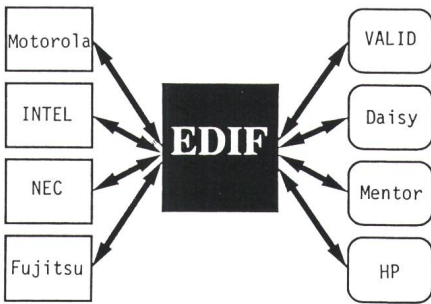
Ein Schema kann somit auf irgendeiner CAE-Anlage erzeugt und mittels Edif auf einer anderen Anlage simuliert werden. In einer anderen Firma wird eine Schaltung auf dem CAE-System entwickelt und simuliert und nach Beendigung der Ingenieurarbeit einer CAD-Anlage übergeben. Da der Konstruktionsingenieur die Entflechtung ab einem Schema vornehmen muss, welches vollständig auf seinem eigenen System rekonstruiert werden ist, ist er ebenfalls auf Edif angewiesen. Die Rekonstruktion respektiert die Hierarchie, die Auslegung der Originalzeichnung sowie allfällige Zusatzinformationen in einer Syntax, die dem CAD-System eigen ist und die möglicherweise auf ganz anderen Prinzipien beruht als die CAE-Anlage, auf der die Entwicklung gemacht wur-

de. Die Printplatte, die auf dieser zweiten Umgebung entsteht, ist aber absolut konform mit der Logik, welche auf der ersten Maschine entstanden ist. Das Edif-Prinzip beruht auf einem generischen Datenstandardformat, in welches alle Informationen umzuwandeln sind. Von diesem aus können beliebige Systeme die Originalinformation in ihrer Umgebung wieder aufbauen. So muss z.B. der Gate-Array-Hersteller nur noch einen einzigen Datensatz für sämtliche CAE-Hersteller pflegen, weil jeder mittels Edif seine Daten interpretieren kann. Die Aktualisierung ist somit recht einfach.

Edif ist das Ergebnis einer gemeinsamen Entwicklung verschiedener Halbleiter- und CAE-/CAD-Hersteller. Das Leitkomitee besteht aus Repräsentanten von Daisy Systems (heute Dazix), Mentor Graphics, Motorola, National Semiconductor, Tektronix, Texas Instruments und der Universität von Kalifornien in Berkeley. 1983 nahmen die Vertreter dieser Firmen Beratungen auf, mit dem Ziel, gemeinsame Austauschformate zu entwickeln. Um die Aspekte bestimmter Teilbereiche der Konstruktionsbeschreibung festzulegen, wurden verschiedene Subkomitees eingerichtet, zu denen Vertreter vieler Unternehmungen hinzugezogen wurden. Im Januar 1985 konnte man dann die erste Version der Edif-Spezifikationen herausgeben. Sie unterstützt die IC-Entwicklung ebenso wie die Konstruktion



Figur 2 Integration der Digitalsimulation und Timinganalyse im CAE-System



Figur 3 Electronic Design Interchange Format (EDIF)

Allgemein akzeptierter Industriestandard zur Übertragung von:

- graphischer Information (Symbolik)
- zeitbezogene Information für den Simulator
- Netzlisten-Information
- Layout-Information

von Leiterplatten und berücksichtigt den gesamten Entwicklungsablauf, vom Symbol, das ein Funktionsmakro darstellt, bis hin zum physikalischen Layout des Produktes. Heute ist Edif in seiner Version 2.0.0 ein allgemein akzeptierter Industriestandard.

Edif hat aber auch seine Kehrseite. Die Umsetzung ganzer Funktionskataloge in ein Normenformat bringt firmeninternes Know-how, das in der Regel mit erheblichem Aufwand aufgebaut wurde, an die Öffentlichkeit. Zudem stellt man fest, dass, trotz Marketing-Aussagen von fast allen CAE-Firmen, eine bidirektionale EDIF-Schnittstelle zu entwickeln, sich die Mehrheit zunächst darauf beschränkt, Edif-kompatible Formate einzulesen; nur einige davon bieten Netzlistenausgabe im Edif-Format an. Jeder kann also lesen, nur wenige aber können Edif-Formate erzeugen, und somit ist Edif noch für eine gewisse Zeit ein Wunschsystem. Einige Beispiele dazu:

- Falls sich eine Firma, die bereits ein CAD-System für die Kartenentflechtung einsetzt, für die Anschaffung einer CAE-Anlage entscheidet, entsteht sofort ein Bibliothekenproblem. Die Symbole müssen in der Regel auf dem neuen System ein zweites Mal erfasst werden. Fast jede grosse Unternehmung hat aber für fünf- bis sechsstellige Summen Bibliotheken entwickelt.

- Eine Firma mit zwei Simulationsumgebungen kann nur über die Netz- und Komponentenliste Informationen von einem System zum anderen übertragen, da die Funktionsmodelle von Hersteller zu Hersteller völlig anders aufgebaut sind.

- «Behavioural Models», ein starker Begriff. Die Firma Logic Automation bietet einen umfangreichen Katalog von Funktionsmodellen für die verschiedensten Simulationsumgebungen an. Leider sind die Modelle für den Simulator von Daisy wegen C-Schnittstellenproblemen nicht erhältlich. Die Modelle sind aber für Validsim vorhanden, jedoch nur für die mit Unix arbeitenden Valid-Kunden. Diejenigen, die in einer VMS-Umgebung arbeiten, haben auf die Modelle keinen Zugriff.

- Die Integration von elektrischen-funktionalen mit mechanischen Daten ist nicht immer glücklich gelöst. Oft trifft man zwei komplette Datensätze an, auf einer Seite den Symbolsatz mit dem Simulationsmodell, auf der anderen den Elementesatz mit den mechanischen Eigenschaften für den PCB. Dies ist typisch für getrennte CAE- und CAD-Systeme, die über ein Interface kommunizieren.

- Der Silizium-Hersteller bietet für die populärsten Workstations oder Simulatoren Bibliotheken und ein dazugehöriges Design-Kit an. Der Anwender, der nicht über die vorgeschriebene Umgebung verfügt, muss entweder umsteigen oder warten.

- Das IC-Design-Center findet sich häufig beim Silizium-Hersteller (LSI Logic, RCA) oder bei dessen Vertretern (Eljapex, Fenner, Memotech). Hier entwickelt der Design-Center-Ingenieur oder der Kunde ein IC und lässt es anschliessend fertigen. Nun verfügt das Design-Center oft über nur einen CAE-Systemtyp und ist somit nicht in der Lage, Entwicklungen zu akzeptieren, die auf einem anderen System entwickelt wurden.

In sämtlichen Fällen wäre Edif die geeignete Antwort gewesen.

DFT - Design for Testability

Die Komplexität heutiger integrierter Schaltungen sowie die Dichte verdrahteter Schaltungen macht die Anwendung einer neuen Entwicklungsmethodik nötig: DFT. Der Ingenieur muss bereits in der Entwicklungsphase die spätere Testphase berücksichtigen und diese durch geeignete Schaltungserweiterungen begünstigen. Nach Abschluss einer Entwicklung unter Einsatz von CAE sind grosse Mengen von Daten vorhanden. Diese Daten sollen die Basis von Testprogrammen werden, welche auf dem firmeninternen

Produktionstester später die Qualitätskontrolle vornehmen. Die Generierung von Simulationsvektoren für ATE (Automatic Test Equipment)-Programme ist keine triviale Aufgabe. Einige Testerlieferanten bieten zwar Eingangskonverter an, aber der Testingenieur muss diese Vektoren noch wesentlich nachbearbeiten, um ein repräsentatives Testprogramm zu schaffen. Auch hier geschieht die Verknüpfung von n Simulatoren mit m Testern über unzählige Interfaces. Die Kluft zwischen Entwicklung und Test ist noch sehr gross. Die Leute verstehen sich zu wenig oder sprechen nicht miteinander. Das Testlabor unternimmt in vielen Fällen vor der Entwicklung der Testprogramme ein komplettes Back-Engineering der zu testenden Schaltung vor. Die Erzeugung brauchbarer Testprogramme aus den Simulationsdaten hat eine grosse Bedeutung erlangt. Die Firma TSSI (Test Systems Strategies Inc.) aus Oregon hat dafür eine interessante Lösung geschaffen. Diese wandelt den Output eines Simulators in ein Standardfile um und ist in der Lage, ab diesem Standardfile ein Testprogramm für einen beliebigen Tester automatisch zu generieren. Bis heute beherrscht nur dieses Programm die Verbindung von CAE zu ATE. TSSI stellt dem Ingenieur ein Werkzeug zur Verfügung, das ihn bei der Schaltungssimulation durch Vorgabe von Randbedingungen, welche die Spezifikationen des firmeneigenen Testers berücksichtigen, unterstützt.

Datenbank-Management

Die ganze Entwicklungsumgebung sollte sinnvollerweise in einer konsistenten und überwachten Datenbank gespeichert sein. In Wirklichkeit aber stellt man fest, dass die verschiedensten Operationen, wie Lagerbewirtschaftung, Testumgebung, Komponentenbibliotheken, Dokumentation, Revisionsüberwachung usw., völlig unabhängig voneinander laufen. In manchen Firmen sind nicht einmal die CAE/CAD-Systeme (möglicherweise sogar vom selben Hersteller) eng genug miteinander verbunden, um auf eine gemeinsame Bibliothek zugreifen zu können. Die Angelegenheit ist wohl am schlimmsten in einer PC-Umgebung, wo jedermann verschiedene Softwareversionen betreibt und wo unzählige Disketten vorhanden sind. In der Regel gehört der Begriff DBMS nicht zu den starken Themen der

EDA-Hersteller. Allerdings erlaubt die Verwendung von standardisierten Betriebssystemen (Unix, VMS), Kommunikationsprotokollen (NFS, LAVC) und Plattformen (Sun, DEC, Apollo) den Zugriff auf DBMS-Software von Drittherstellern.

Mergermanie

In der EDA-Industrie beobachtet man in den letzten Jahren eine sehr starke Tendenz zu Firmenübernahmen. Oft schliesst ein Anbieter einen OEM-Vertrag mit einer Firma ab, um sein Produkteangebot zu verstärken. Wird der OEM-Lieferant von einem Konkurrenten aufgekauft, kann der OEM-Vertrag gekündigt werden (Valid z.B. verkauft ein Werkzeug von Cadent als OEM-Produkt. Cadent wird von Mentor aufgekauft, und der Vertrag mit Valid stirbt). In der Regel wird so der Kunde gestraft. Es ist deshalb klar, dass Firmenübernahmen oder Interessenzusammenschlüsse Kundenentscheidungen verzögern oder zu Ungunsten gewisser Hersteller beeinflussen können. Dies schlägt sich im Einkommen des betreffenden Anbieters nieder, wodurch wiederum Kunden in Mitleidenschaft gezogen werden können. Selbst wenn die Zusammenschlüsse harmonisch sind, kann die Produkteintegration eventuell darunter leiden. Ein Beispiel für eine gelungene Übernahmeserie bietet Valid Logic Systems mit dem Kauf von Telesis (PCB), Calma IC Division, IMS und ADT. Valid konnte so ihr Produkteangebot erweitern, ohne seine Kundschaft zu verunsichern. Eine Ausnahme machte das Analogsimulationsprodukt, wo plötzlich zwei Angebote vorhanden waren. Ein weiteres Beispiel, welches in der Presse viele Kommentare auf sich zog, hat die Firma Daisy mit der unfreundlichen Übernahme von Cadnetix geliefert. Diese hatte vorher ihr CAE-Angebot durch den Zusammenschluss mit HHB Softron erweitert, welche ihrerseits Simucad übernommen hatte. Diese Fusion hatte eine Serie von doppeltbesetzten Produkten zur Folge, eine Serie von Rechnern und Betriebssystemen, die nichts miteinander gemein hatten, weshalb die umfangreiche Kundschaft dieser beiden Hersteller der Zukunft mit einer gewissen Skepsis entgegenschaut.

Produktpolitik

Die ganze Welt spricht von Unix. Diesem Trend folgend, mussten einige

EDA- und Computerhersteller auf Unix umstellen. Dies war der Fall bei Daisy (von Maestro auf Unix und bei Mentor von Aegis auf Unix). Sogar Digital Equipment bietet auf den neuen Risc-Architekturen (Decstation 3100) nur noch Unix an. Die Integration mit den bestehenden Systemen bereitet den Anwendern etliche Schwierigkeiten. Dasselbe beobachtet man auf dem Gebiet der Kommunikationsprozeduren. Um auf heutige Standards zugreifen zu können, müssen einige Hersteller von Proprietary-Lösungen auf heute anerkannte Systeme umstellen.

Firmenpolitik

Die EDA-Firmen sind oft solche, die mit Risikokapital gegründet und gestartet worden sind. Die Geldgeber erwarten schnelle Renditen. 2 bis 3 schlechte Quartale gefährden das investierte Kapital, und eine Schliessung bedeutet für die ersten Kunden unmittelbare Abschreibungen auf den bereits bezogenen Produkten. Des öfteren konnte man einen starken Personalabbau beobachten, vor allem auf dem Gebiet des Kundensupports. Die High-Tech-Firmen verzeichnen – im Gegensatz zu Anbietern von traditionelleren Gütern – auch sonst einen starken Personalwechsel. Die Betreuung des Kunden leidet sehr stark unter der «Kurzlebigkeit» des Anbietermitarbeiters, vor allem, wenn dieser Mitarbeiter nach seinem Wechsel mit einem Konkurrenzprodukt vor der Tür steht. Die Branche lebt mit einem weiteren Übel: den sogenannten Papier-Tigern. Keine Industrie bietet so viel Futures an wie die EDA- und Computerhersteller.

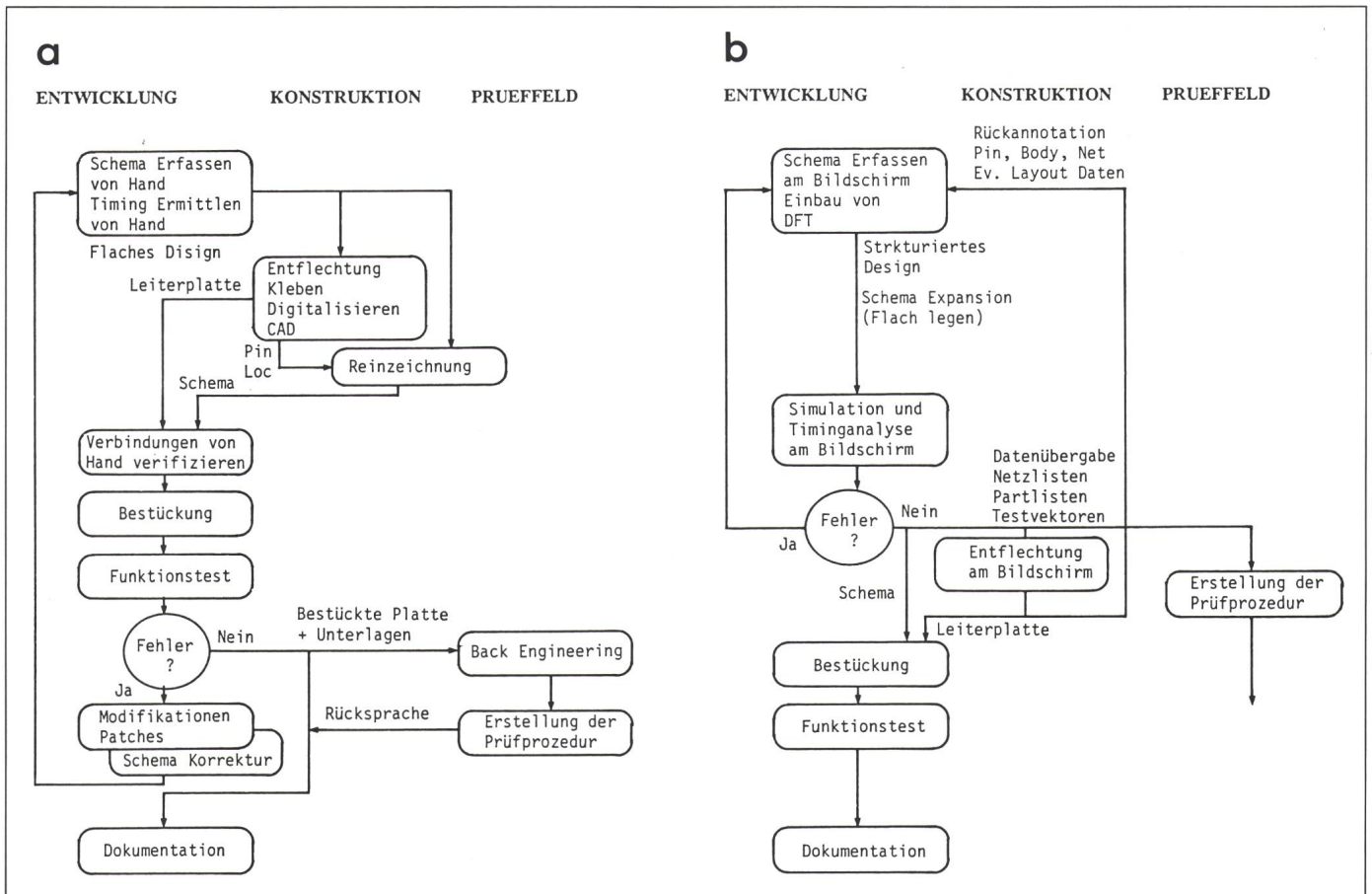
Kein Pessimismus trotz allem

Es gibt keinen perfekten EDA-Anbieter. Jeder kann sich an den gemachten Äusserungen irgendwo erkennen. Und dennoch sind EDA-Werkzeuge heute zum absoluten Muss geworden. Die Ingenieure können die enormen Mengen von Daten, die sie bei ihren Entwicklungen verarbeiten, nicht mehr von Hand manipulieren. Die Kurzlebigkeit der Produkte und die schnellen Time-to-Market-Vorgaben zwingen die Firmen, selbst bei unvollkommenen EDA-Werkzeugen auf diese zurückzugreifen. In manchen Applikationen haben sich die CAE/CAD-Werkzeuge als unerlässliche und zuverlässige Mittel erwiesen. Es kommt

heute keinem Ingenieur mehr in den Sinn, ein mittelkomplexes Gate Array ohne Arbeitsplatzcomputer zu entwickeln. CAE bringt eine bedeutende Zeit- und Geldersparnis schon bei den einfachsten Vorgängen, wie der Schemaeingabe. Das Schema enthält praktisch die vollständige Entwicklungsinformation. Extrahiert man mittels eines Computers diese Information, so hat man die Gewähr, dass diese dem Design entspricht, d.h. dass keine Information verlorengeht und dass eine Handverifikation, z.B. der Netzliste und der Stückliste, nicht mehr notwendig ist. Der Computer kann sehr schnell und einfach die Entwicklungsregeln (Zusammenschlüsse von Ausgängen verschiedener Technologien und Lastfaktorrechnungen) überprüfen. Um die EDA hat sich bereits ein starker Dienstleistungsmarkt entwickelt, und man findet heute zahlreiche Firmen, die im Bereich Simulationsmodelle, Interfaces oder Evaluationshilfe tätig sind. Der Arbeitsplatz des Ingenieurs hat mit der Einführung von EDA-Werkzeugen an Ansehen gewonnen. Man beobachtet heute, dass junge Ingenieure die EDA zu den Kriterien bei der Arbeitsplatzwahl zählen. Ein Arbeitgeber mit modernen Werkzeugen wie Arbeitsplatzcomputer findet in der Regel schneller qualifizierte Fachkräfte als derjenige, der eine traditionelle Umgebung offeriert.

Wandel am Arbeitsplatz des Ingenieurs

Seit etwa 10 Jahren arbeitet der Entwicklungsingenieur regelmässig an einem Bildschirm. Mit der Einführung der CAE ab 1982 nimmt diese Tendenz sehr stark zu. Bemerkenswert aber ist die Tatsache, dass die Arbeit des Entwicklers markante Änderungen erfährt (Fig. 4). Am selben Bildschirm kann er heute das Schema erfassen und damit dem Zeichner 50% seiner Arbeit abnehmen, er kann seine Schaltung simulieren, die Netzliste generieren und manchmal noch die Leiterplatte auslegen. Während der Simulation produziert er eine Anzahl von Testvektoren die vom Prüffeld unmittelbar übernommen werden können. Bei all diesen Operationen produziert er ausreichend viele Daten, um seine Entwicklung praktisch vollständig beschreiben zu können. Tendenziell geht damit die Arbeit des Entwicklers in die Breite. Ganz typisch sieht man den Unterschied bei den nachstehend aufgeführten Beispielen:



Figur 4 Vergleich einer konventionellen Elektronikentwicklung mit einer EDA-Entwicklung

1. Für die Eingabe des Schemas am Bildschirm wird weniger Zeit benötigt als für die frühere Bleistiftzeichnung, die dem Zeichnungsbüro zu übergeben war. Der Computer erlaubt einen neuen, kompakteren Design-Stil, da weitgehend Hierarchiekonzepte beachtet werden.

2. Die Schaltungssimulation vor dem Herstellen eines Prototypes erlaubt die

Nachführung des Schemas ohne grosse Korrekturen. Wenn das erste Modell produziert wird, ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass an der Schaltung keine Änderungen mehr durchgeführt werden müssen. Ganz wesentlich ist der Unterschied einer Handanalyse zur Analyse, die der Rechner bietet.

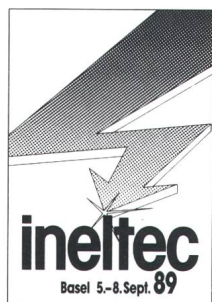
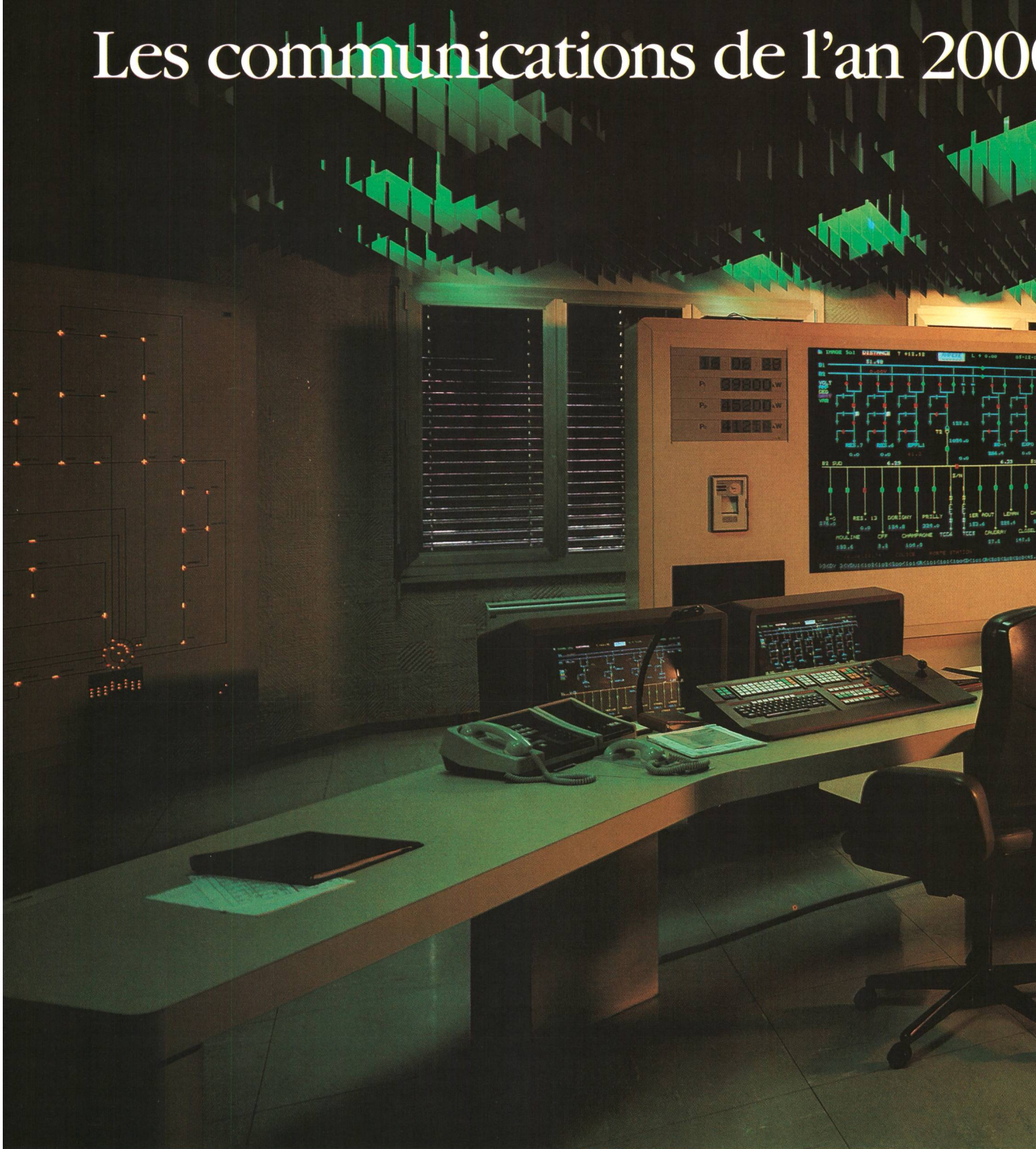
3. Die Dokumentation, die dem Ingenieur früher viel Mühe bereitete,

kann heute weitgehend aus den Entwicklungsdaten zusammengetragen werden.

Literatur

- [1] Elektronik-Informationen -(1986) 6, S. 44...47.
- [2] CAE Electronics Alert. The monthly briefing service for electronics CAD/CAE professionals.

Les communications de l'an 2000

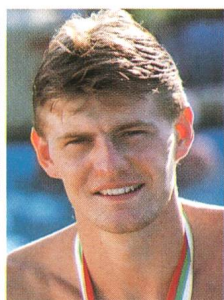


Halle 106
Stand 331

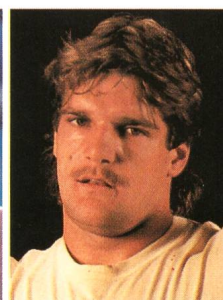
Vous pourrez participer
chaque jour, sur notre stand,
à un concours doté de
magnifiques prix et animé par
4 grands champions suisses



Mardi
5 septembre
Jacques
Cornu



Mercredi
6 septembre
Stefan
Volery



Jeudi
7 septembre
Werner
Günthör



Vendredi
8 septembre
Joël
Corninboeuf

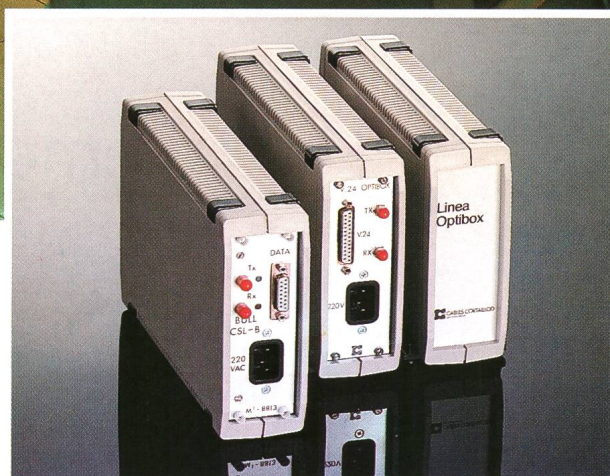
exigeront encore plus
de performances.
Les systèmes optiques,
nous les avons déjà.



Les systèmes de transmission optiques que nous vous proposons sont le fruit de notre expérience.

Premier en Suisse à s'être intéressé au développement des câbles à fibres optiques, Câbles Cortailod réalise des installations clés en mains pour la communication des données, de la voix et de l'image.

Notre division «Systèmes optiques» vous propose un



service complet: conseils, élaboration des projets, développement et fabrication des câbles, des accessoires et des interfaces, pose et montage...

Un exemple de notre compétence: la gamme «OPTIBOX», composée d'interfaces optiques et électroniques d'une qualité

éprouvée, pour l'informatique, la téléaction, le télécontrôle et la signalisation, la transmission vidéo...

CH-2016 CORTAILLOD/SUISSE
TÉLÉPHONE 038 / 44 11 22
TÉLÉFAX 038 / 42 54 43
TÉLÉX 952 899 CABC CH



CABLES CORTAILLOD
ÉNERGIE ET TÉLÉCOMMUNICATIONS

Une technologie avancée... des services... la sécurité...

**CMC Schaffhausen:
Mit Markenprodukten und markanten Leistungen
2mal an der ineltec 89**

Halle 103
Stand 331

smissline[®]

Halle 103
Stand 331

FI-Schutz

C M C S c h a f f h a u s e n

Halle 103
Stand 331

SIDOS[®]

C M C S c h a f f h a u s e n

Halle 103
Stand 331

PICOMAT[®]

C M C S c h a f f h a u s e n

Halle 125
Stand 331

Pronto-Shop

C M C S c h a f f h a u s e n

Halle 103
Stand 331

Steuer- und Regeltechnik

C M C S c h a f f h a u s e n

Halle 103
Stand 331

Leitsysteme

C M C S c h a f f h a u s e n

Halle 103
Stand 331

Micro-Dispatching

C M C S c h a f f h a u s e n