

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:	76 (1985)
Heft:	7
Artikel:	Halbleiterforschung in der Schweiz : das nationale Forschungsprogramm Nr. 13 "Mikroelektronik und Optoelektronik" des Schweizerischen Nationalfonds
Autor:	Wyss, H.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-904592

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: 26.01.2026

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

Halbleiterforschung in der Schweiz

**Das nationale Forschungsprogramm Nr. 13 «Mikroelektronik und Optoelektronik»
des Schweizerischen Nationalfonds**

1. Bedeutung des Forschungsprogramms

Anlässlich der Gründungstagung der Informationstechnischen Gesellschaft des SEV (ITG) am 6. Juni 1984 in Bern warf Dr. J. Hoerni, Mitbegründer der Fairchild Semiconductors Inc., Mountain View, und damit kompetenter Beobachter im fernen Silicon Valley, einen kritischen Blick auf die Lage der Mikroelektronik in der Schweiz¹⁾. Auch andere Stimmen haben in den letzten Jahren vermehrt auf den wachsenden Rückstand Europas gegenüber den USA und Japan im Bereich der hochwertigen Technologien wie Mikroelektronik und Informatik hingewiesen und Massnahmen zur Rückgewinnung der vormaligen Position vorgeschlagen. In der EG wurde letztes Jahr das Programm Esprit (European Strategic Program for Research in Information Technologies) verabschiedet, welches wäh-

rend der nächsten zehn Jahre die Investition von etwa 1500 Mio ECU in F.u.E.-Projekte der industriellen Forschungslaboratorien und Hochschulen auf folgenden fünf Schlüsselgebieten vorsieht:

- fortgeschrittene Mikroelektronik (VLSI-, ULSI-Prozessentwicklung),
- fortgeschritten Informatik (AI, Computer-Aided Translation),
- Softwaretechnologie (modulare transportable Softwarepakete),
- Büroautomation (local area networks, electronic banking),
- Fertigungsautomation (Robotik, flexible manufacturing systems).

Dass die Lage der Schweiz sich nicht besser präsentierte als die des übrigen Europa, hat der letzte Rapport der OECD bestätigt (Tab. I), fällt darin doch auf, dass die Branchen, die von den Informationstechnologien stark abhängig sind, die massivsten relativen Exporteinbussen zu verzeichnen hatten.

Eine Zusammenstellung der Deutschen Bank Figur 1 zeigt, dass europäische Industriefirmen, verglichen mit den USA und Japan, in den letzten zehn Jahren einen starken Rückgang des Marktanteils an hochtechnologischen Gütern hinnehmen mussten.

2. Massnahmen, Finanzierung und Ausschreibung

Es stellt sich somit die Frage, was in der Schweiz gegen diesen langsamen Zerfall

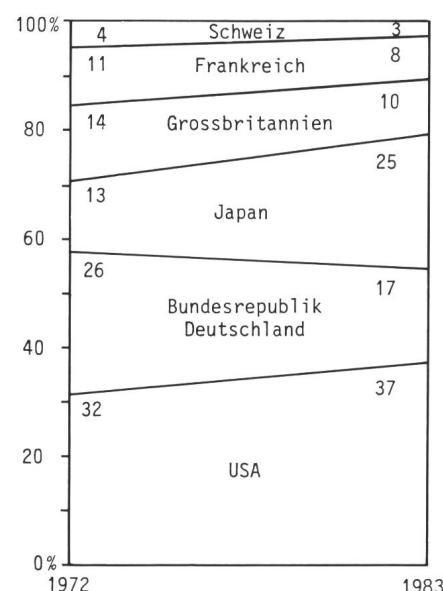


Fig. 1 Verteilung der Weltproduktion im High-Tech-Bereich

unternommen wird. Im Rahmen des Nationalfonds begann man schon 1980 mit vorbereitenden Arbeiten, um ein nationales Forschungsprogramm für die Förderung der Mikro- und Optoelektronik zu starten.

Eine Expertengruppe unter dem Vorsitz von Prof. M. Peter von der Universität Genf wurde damit beauftragt, einen Ausführungsplan auszuarbeiten. Dieser wurde am 17. Februar 1982 vom Bundesrat genehmigt.

Schweizer Anteil an den OECD-Exporten im High-Tech-Bereich

Tabelle I

Produktegruppe	Prozentualer Marktanteil	
	1963...1971	1971...1981
Flugzeuge und deren Bestandteile	0,2	0,2
Büromaschinen, Computer	2,3	1,3
Industrielle Anlagen	5,6	5,2
Fernmeldetechnik, elektronische Komponenten	1,7	1,3
Instrumente, Uhren, Kameras	19,8	12,1
Pharma	16,9	14,1
Kunststoffe	1,9	1,5
Motoren und Turbinen	4,0	2,3
Agrochemie	4,0	4,1
Chemische Produkte	0,8	0,7
Sender und Empfänger für Radio/Fernsehen	1,0	0,8

Adresse des Autors

H. Wyss, dipl. Phys. ETH, M+W Consultants,
Rue du Château 23, 2034 Peseux.
H. Wyss ist Mitglied der Expertengruppe des
nationalen Forschungsprogramms Nr. 13 (NFP-13).

migt. Auf Grund dieses Ausführungsplanes wurde eine nationale Ausschreibung organisiert, um Projektskizzen über interessante Forschungsvorhaben bis zum 15. März 1983 einzuholen. Die Expertengruppe wurde dann damit beauftragt, die Qualität und die Eignung der vorgeschlagenen Projekte zu prüfen, eventuelle Änderungen oder Zusammenschlüsse vorzunehmen und die definitive Auswahl zu treffen.

In die Expertengruppe sind sowohl Vertreter der Hochschulen und der Bundesbetriebe als auch der Industrie gewählt worden, da man von Anfang an auf eine rasche Übertragung der Forschungsresultate in die Praxis Wert legte. Die Verbindung zwischen der Expertengruppe und der Abteilung IV des Nationalfonds hat Prof. M. Co-sandey (Präsident des Schweiz. Schulrates) übernommen, der sich vom Anfang an sehr intensiv für dieses Programm eingesetzt hatte. Die Leitung der Programmdurchführung wurde Prof. M. Ilegems von der EPFL anvertraut.

In Anbetracht der Wichtigkeit und Dringlichkeit des Forschungsprogrammes hat der Bundesrat im November 1980 ein Gesamtbudget von 15 Mio Franken bewilligt, welches während fünf Jahren Forschungsprojekten auf folgenden Hauptgebieten zugute kommen soll:

1. Siliziumtechnologie (integrierte Schaltungen),
2. Entwurf von IC und CAD,
3. Optoelektronik,
4. Festkörpersensoren.

3. Evaluation der Projekte

Die schwierige Aufgabe der Expertengruppe lag darin, aus 50 Projektskizzen, für die total 64 Mio Franken beantragt wurden, diejenigen zu wählen, die den Kriterien des Ausführungsplanes genügen und gleichzeitig schwerpunktmässig eine Kohärenz in die oben angegebene Stossrichtung aufweisen. Die positive Antwort der Forscher in Hochschulen und in der Industrie, die sich aus der grossen Zahl der Anträge ablesen lässt, beweist deutlich, dass man den Bedarf richtig eingeschätzt hat.

Die ausgewählten Projektskizzen wurden den Autoren zurückgeschickt, welche sie in detaillierte Gesuche umzuschreiben hatten, wobei eine Einteilung in 7 Hauptprojekte vorzunehmen war, um eine unnötige Zerstreuung der Arbeiten zu vermeiden.

Diese Hauptprojekte wurden am 25. März 1983 vom Gründungsrat des Nationalfonds bewilligt, so dass mit den ersten Forschungsarbeiten am 1. Mai 1983 begonnen werden konnte. Gleichzeitig verfasste die Expertengruppe einen Bericht über die Lage der Forschung auf den Gebieten der Mikro- und Optoelektronik in der Schweiz, der Anfang 1984 einem weiten Kreis von Interessenten zugestellt wurde. Darin gab die Expertengruppe auch bestimmte Empfehlungen ab, die auf eine Verbesserung der Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche

Umsetzung der Forschungsresultate abziehen; die Erfahrung hat nämlich gezeigt, dass dies ein kritischer Punkt bei früheren Vorhaben war.

Die Auswertung der Forschungsresultate setzt unter anderem voraus, dass die potentiell interessierten Firmen nicht nur gezielt informiert werden, sondern dass auch persönliche Kontakte zwischen kompetenten Mitarbeitern dieser Firmen und den Forschern des nationalen Forschungsprogrammes gefördert werden, etwa durch die Organisation von Seminaren und Konferenzen. Dies wird auch der Fall sein; man wird Veranstaltungen organisieren, in denen die Forschungsresultate sowohl den direkt Interessierten als auch den Interessenten aus benachbarten Gebieten vorgetragen werden.

Die nachfolgenden Beschreibungen der 7 Hauptprojekte des NFP-13 sind für jene Leser gedacht, die zu einem späteren Zeitpunkt solche Seminare besuchen werden, sei es, um Informationen über mögliche Anwendungen für eigene Entwicklunguprojekte zu sammeln, oder sei es, um mit konstruktiver Kritik die Projektleiter und die Programmleitung zu unterstützen.

4. Projekte

Projekt 1: 2- μ m-CMOS-Technologie mittels Elektronenstrahl-Lithographie

Das Projekt steht unter der Leitung von Dr. H. Luginbühl, CSEM SA, Neuenburg, erstreckt sich über 48 Monate und beansprucht 3,5 Mio Franken. Es ist das umfangreichste des ganzen Programms. Da die Schweiz sich nicht leisten kann, auf alle IC-Technologien gleichzeitig zu setzen, wurden die Anstrengungen zur Reduktion der Geometrien auf die CMOS-Technologie konzentriert, wo seit langer Zeit dank der Uhrenelektronik eine vertiefte Know-how-Basis vorhanden ist. Dies soll ermöglichen, mit der Entwicklung der Technik weltweit Schritt zu halten und der Schweizer Industrie eine lokale Quelle für die Entwicklung und Fertigung von spezifischen integrierten Schaltungen anzubieten. Die CMOS-Technologie wird in der Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen, da ihre leistungsarme Struktur sich am besten für die Miniaturisierung der Geometrien eignet (VLSI und ULSI). Die Schwerpunkte dieses Projektes sind:

- a. Herstellung von Masken mit Elektronenstrahl-Lithographie,
- b. Direktes Schreiben auf dem Siliziumwafer mit Elektronenstrahl,
- c. Entwicklung einer Technologie mit 2- μ m-Geometrie,
- d. Untersuchung von Prozessdefekten, welche die neuen Techniken hervorrufen, und Beseitigung derselben durch Optimierung und Simulation der Prozess- und Verfahrensschritte.

Die Forschungsarbeiten werden in den Laboratorien der CSEM SA, Neuenburg, und der EPFL ausgeführt.

Projekt 2: Elektrisch auslöschrable und programmierbare, nicht flüchtige Speicher (EEPROM) für digitale und analoge Anwendungen

Das unter der Leitung von B. Gerber, CSEM SA, Neuenburg, stehende Projekt befasst sich mit der Weiterentwicklung von EEPROM (Electrically erasable and programmable read-only memories) und Novram (Non-volatile random access memories), d.h. nichtflüchtigen Speichern, die gegenüber magnetischen oder elektrooptischen Speichern schneller programmiert und gelesen werden können. Das Projekt erstreckt sich über 36 Monate und hat ein Budget von 2 Mio Franken. Die Wichtigkeit dieser IC-Klasse nimmt schnell zu, da sie überall Einsatz findet, wo elektronische Daten auf zuverlässige Art gespeichert oder mittels Fernübertragung geändert werden müssen (Instrumentation, Mess- und Regeltechnik, Telekommunikation, Computertechnik). Die Zielsetzung des Projektes ist einerseits, nichtflüchtige digitale Speicher mit einer verbesserten Technologie, die mit der CMOS-Technologie kompatibel ist, herzustellen, was die Integration von Speicher und Logik auf dem gleichen Chip erlauben würde, und anderseits Analogspeicherstrukturen zu untersuchen, bei denen die gespeicherte Ladung ein Mass für die Information darstellt. Die Vorgänge beim Schreiben und Löschen werden noch nicht genügend verstanden. Um die Zuverlässigkeit dieser Speicher zu verbessern, müssen deshalb noch grundlegende Studien über die Physik dieser Vorgänge durchgeführt werden. An diesem Projekt sind industrielle Laboratorien wie die Entwicklungsabteilungen der Faselec AG, Zürich, und der MEM-Marin sowie Laboratorien der CSEM SA, der EPFL und der ETHZ beteiligt.

Projekt 3: Konzeption von funktionellen Schaltungsböcken in CMOS-Technologie

Das Projekt steht unter der Leitung von Prof. Dr. E. Vittoz, CSEM SA, Neuenburg, und EPFL. Es erstreckt sich über 36 Monate und sein Budget beträgt 1,2 Mio Franken. Trotz der zunehmenden Digitalisierung aller Schaltungsfunktionen wird es immer einen Bedarf an analogen Schaltungen geben, deren hauptsächliche Aufgabe die Verbindung der Aussenwelt (Sensoren) mit dem Gehirn (Mikrocomputer) sein wird. Für analoge Schaltungen eignet sich traditionell die bipolare Technik. Diese ist aber nur schlecht kompatibel mit der CMOS-Technologie. Dementsprechend wäre es wünschenswert, die analogen Schaltungen in CMOS-Technologie auszuführen, damit alle Funktionen auf dem gleichen Chip vereinigt werden könnten. Die Anstrengungen konzentrieren sich auf folgende Gebiete:

- a. A/D- und D/A-Wandler,
- b. Spannung- und Stromreferenzen,
- c. Verstärker als Vorschaltung zu A/D-Wandlern,

d. Mischschaltungen für die Signalverarbeitung in der Fernmeldetechnik.

Am Projekt sind die CSEM SA, die EPFL, Asulab SA, Neuenburg, MEM-Marin, Faselec AG, Zürich, und Autophon AG, Solothurn, beteiligt.

Projekt 4: Symbolische und geometrische Darstellung von integrierten Schaltungen mittels computerunterstütztem Entwurf (CAD)

Dieses Projekt soll unter der Leitung von *R. Zinszner*, CSEM SA, Neuenburg, innerhalb 60 Monaten und mit einem Budget von 0,6 Mio Franken abgewickelt werden. Heutzutage werden VLSI mit sehr aufwendigen CAD-Werkzeugen konzipiert und entworfen. Das Erstellen der dazu notwendigen Programme hat sich zu einem höchst anspruchsvollen und äusserst wichtigen Gebiet entwickelt. Die Zielsetzung dieses Projektes ist der Zusammenbau eines kohärenten Softwaresystems für den Entwurf von CMOS-Schaltungen, ausgehend von Teilprogrammen (wie z.B. CMOS-Cabbage), die entweder schon erhältlich sind oder die sonst noch modifiziert werden müssen. Diese CAD-Software wird auf VAX-Computern unter Verwendung der Standardsprachen Fortran und Pascal entwickelt und sollte in transferierbarer Form vorliegen. Es werden zwei Methoden mit einer gemeinsamen symbolischen Programmiersprache untersucht:

- Eine dynamische Methode mit grosser Flexibilität in der Auswahl und in der Geometrie der Elemente, die speziell für den Entwurf von Analogschaltungen geeignet ist,
- Eine statische Methode mit vorgeschriebenen Mikrozellen (cell library) für den Entwurf von logischen Schaltungen.

Das Projekt wird von der CSEM SA durchgeführt.

Projekt 5: Optoelektronische Anwendungen dielektrischer Materialien

Dieses Projekt, unter der Leitung von PD Dr. *P. Günter*, ETHZ, wird 60 Monate und 1,42 Mio Franken beanspruchen. Es werden die Anwendungen der KNbO₃-Kristalle als optoelektronische Elemente für die Signalverarbeitung untersucht. An der ETHZ nimmt eine Forschungsgruppe eine weltweit führende Stellung auf dem Gebiet der Herstellung und Charakterisierung von KNbO₃-Kristallen ein. Das Forschungsprogramm umfasst von der Herstellung und Charakterisierung des Materials über die Fabrikation von Bauelementen bis zur Anwendung der elektro-optischen Elemente das ganze Spek-

trum einer modernen Materialforschung. Dabei wird auch die Dünnschichtepitaxie von KNbO₃ untersucht. Anwendung von KNbO₃-Elementen als Wellenleiter, Modulatoren, Phasenschieber und Schalter können, basierend auf elektro-optischen oder rein optischen (photorefraktiven) Eigenschaften des Kristalles, realisiert werden. Das Projekt wird von der ETHZ mit der Unterstützung im Anwendungsbereich des Institut de Microtechnique der Universität Neuenburg durchgeführt.

Projekt 6: Ultraschnelle opto- und mikroelektronische Elemente aus mit Molekularstrahl-Epitaxie hergestellten III-V-Halbleitern

Dieses unter der Leitung von Prof. Dr. *M. Ilegems*, Institut Interdépartemental de Microélectronique, EPFL, stehende Projekt erstreckt sich über 60 Monate und hat ein Budget von 1,4 Mio Franken. Die III-V-Halbleiterverbindungen (darunter speziell GaAs und verwandte Verbindungen) nehmen immer mehr Bedeutung an, da sie speziell für den Einsatz bei extrem hohen Frequenzen Vorteile gegenüber Silizium aufweisen (höhere Mobilität der Ladungsträger). Im Anschlussbereich zwischen Opto- und Mikroelektronik finden sich viele Beispiele dafür, wie etwa Laserdioden, Photodetektoren, aktive Elemente (Transistoren, Phasenschieber, Modulatoren) und passive Elemente (Wellenleiter, Verzweigungen, Koppler). Solche Elemente können mit der gleichen Technologie realisiert werden, was Platz- und Kostenvorteile mit sich bringt. Es kommt hinzu, dass integrierte Schaltungen aus diesen Materialien unempfindlicher gegenüber ionisierender Strahlung sind, was für strategische Anwendungen ausserordentlich wichtig ist.

Um die Fabrikation solcher Elemente zu beherrschen, wird vermehrt die Molekularstrahl-Epitaxie eingesetzt, wobei Kristalle im Vakuum durch gleichzeitiges Aufdampfen aus mehreren atomaren Quellen auf einem geeigneten Substrat in kontrollierter Weise aufwachsen. Somit können neue Zusammensetzungen, Dotierungen und Geometrien sowie scharf gegeneinander abgegrenzte Schichtstrukturen hergestellt werden, was verbesserte elektronische Eigenschaften zulässt.

Die Zielsetzung dieses Projektes ist die Herstellung, Charakterisierung und Optimierung von Mehrfachschichten aus binären, ternären und quaternären III-V-Verbindungen mittels Molekularstrahl-Epitaxie sowie der Einsatz solcher Schichtstrukturen für die Herstellung von Photoleitern, Photodioden, ultraschnellen Transistoren und ähnlichen Elementen. Die Integration

solcher Elemente kann zuletzt für die Realisierung von optischen Signalverteilern oder von Matrix-Signal-Kanal-Wahlschaltungen genutzt werden. Dieses Projekt wird von der EPFL und der ETHZ durchgeführt.

Projekt 7: Mikroelektronische Sensoren für chemische Substanzen in Lösungen oder in gasförmigem Zustand

Die Leitung obliegt Dr. *A. Grisel*, CSEM SA, Neuenburg. Das Projekt ist auf 36 Monate mit einem Budget von 1,4 Mio Franken geplant. Es geht darum, chemisch empfindliche Sensoren zu entwickeln, die mit der dazugehörigen Signalverarbeitungselektronik in miniaturisierten Gehäusen untergebracht werden können. Die Anwendung solcher Sensoren findet sich in der chemischen Industrie, in der Sicherheitstechnik, im Umweltschutz und in der Medizintechnik. Folgende Gebiete werden untersucht:

- Sensoren für die Detektion von CO und eventuell O₂ im gasförmigen Zustand unter Verwendung von Metalloxiden wie z.B. SnO₂,
- Sensoren, die in flüssigen Medien ionenempfindlich sind, unter Verwendung von speziellen Silizium-Feldeffekttransistor-Strukturen (Chemfet),
- Die Entwicklung und Herstellung von spezifisch ionenselektiven Membranen.

Langfristige Zielsetzungen sind: die Integration von Detektorelement, Versorgungs- und Messelektronik zu einer einzigen Schaltung sowie die Lösung der Probleme der Einkapselung, die den Betrieb bei harten Umweltbedingungen und damit den erfolgreichen Einsatz über längere Zeit gewährleisten soll. An diesem Projekt sind einerseits die CSEM SA und das Institut de Microtechnique der Universität Neuenburg und andererseits die ETHZ und die EPFL beteiligt.

5. Schlussbemerkung

Es besteht die Absicht, in einem späteren Beitrag über ausgewählte Forschungsergebnisse zu berichten, sobald Zwischenresultate beim NFP-13 vorliegen und diese für die Industrie interessant sein könnten. Die Leser, die schon jetzt mehr Informationen über die im Gang befindlichen Arbeiten erhalten möchten, können direkt mit der Leitung des Programmes, Prof. *M. Ilegems*, Institut Interdépartemental de Microélectronique, EPFL, 1015 Lausanne-Ecublens, Tel. 021/47 34 41, Kontakt aufnehmen.