

25 Jahre IBM-Forschungslaboratorium in Rüschlikon

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **100 (1982)**

Heft 18

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74802>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

25 Jahre IBM-Forschungslaboratorium in Rüschlikon

In einer Zeit, da sich mit dem Aufkommen der ersten Computergeneration für die elektronische Datenverarbeitung im besonderen, aber auch für die Naturwissenschaften im allgemeinen neue Horizonte abzeichneten, entschied sich IBM, in der Nähe von Zürich ein Forschungslaboratorium zu gründen. Die wichtigsten Projekte, die im vergangenen Vierteljahrhundert bearbeitet wurden, sind: Dünnschichtspeicher, Flüssigkeitslogik, Phasenübergänge in verschiedenen Materialien, Mesfets, Josephson-Schaltkreise, Oberflächen-Untersuchungen, Kommunikationstechniken und -systeme. Heute umfasst das wissenschaftliche Programm des Laboratoriums in Rüschlikon drei Hauptgebiete: Physik, Festkörpertechnik sowie Nachrichten- und Computertechnik.

Neben Rüschlikon unterhält die IBM noch zwei weitere Forschungslaboratorien, beide in den Vereinigten Staaten (San José, Kalifornien und Yorktown Heights, New York). Hinzu kommen weltweit noch 26 produktorientierte Entwicklungslaboratorien.

Erstes Laboratorium in Adliswil

Um 1950 betrachtete man allgemein die Computer als Hilfsmittel für die *Wissenschaft*. Die Entwicklungsarbeiten an Rechnern wurden denn auch vorwiegend durch *Universitäten* vorangetrieben. Die *Eidgenössische Technische Hochschule* in Zürich gehörte dabei während dieser Zeit zu den wichtigsten Zentren. Im Jahre 1950 erhielt die ETH das einzige noch erhaltene Exemplar des von *Konrad Zuse* in Deutschland während der dreissiger und vierziger Jahre gebauten *Relais-Rechners*. An der ETH wurden Pionierarbeiten in den Bereichen *numerische Analysis* und *Rechnerarchitektur* geleistet. Parallel zu diesen theoretischen Ansätzen begannen die von Prof. *A. P. Speiser* geleiteten Entwicklungsarbeiten am ersten *Vakuumröhren-Rechner* an der ETH. Die Maschine wurde 1955 in Betrieb genommen.

In den frühen fünfziger Jahren erkannte IBM die Notwendigkeit weitergehender Forschung und der Erarbeitung neuer Techniken auf dem Gebiet der Computer; so wurden in den Entwicklungslaboratorien der Firma zahlreiche kleinere Forschungsprogramme ins Leben gerufen. Schliesslich fiel Mitte der fünfziger Jahre die Entscheidung, eine IBM-eigene Forschungsorganisation zu gründen. Zu diesem Vorhaben gehörte auch ein Laboratorium in Europa.

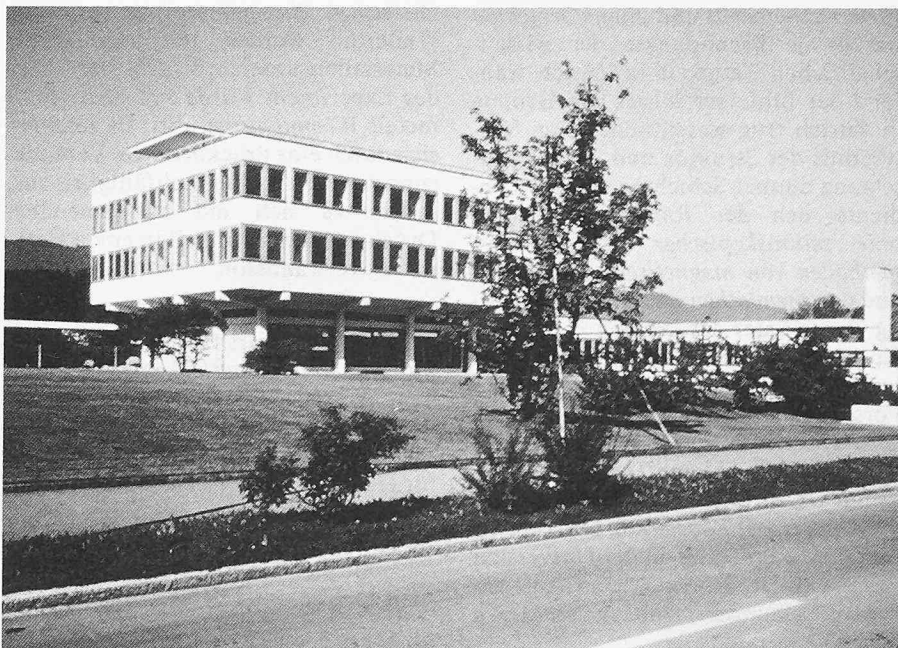
Es wurden verschiedene Standorte in Betracht gezogen. Die Wahl fiel aus verschiedenen Gründen – unter anderem wegen der ausgezeichneten Arbeiten auf dem Computergebiet an der ETH – auf Zürich. Prof. *A. P. Speiser* wurde 1955 von IBM mit dem Aufbau des Forschungslaboratoriums beauftragt. Als Standort entschied man sich für die zürcherische Gemeinde *Adliswil*. Im Herbst 1956 beschäftigte das Laboratorium bereits 30 Mitarbeiter.

Zunächst orientierte sich das Programm des Laboratoriums vorwiegend an technischen Zielsetzungen. Zu den Projekten gehörten:

- Arbeiten mit *magnetischen Dünnschichtkomponenten*, die für die Herstellung von schnellen Speicherelementen geeignet zu sein schienen;
- die Verwendung von *Ferritkernen* (den damals wichtigsten Magnet-speicherelementen) als Schaltelemente für logische Verknüpfungen in Rechnern und
- Arbeiten an Anzeigen, die mit Hilfe von *Magnetkernen* gesteuert werden.

Ein weiteres Projekt von zumindest historischem Interesse war die sogenannte *Flüssigkeitslogik*. Hier versuchte man, Rechenoperationen durch eine unter Druck stehende Flüssigkeit (z. B. Wasser) auszuführen. Diese Flüssigkeitslogik schien im Vergleich zur damals erhältlichen Elektronik billig zu sein, war aber relativ langsam.

Das 1962 bezogene Gebäude in Rüschlikon

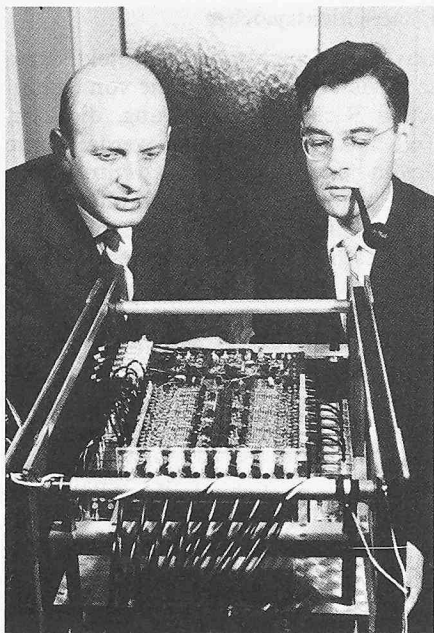


Dünnschichtspeicher

Das Dünnschichtspeicherprojekt setzte in Zürich eine ganze Reihe von technischen Richtungen in Gang, die zum Teil noch heute verfolgt werden. Eine davon betrifft die *Materialverarbeitung*. Die technischen Anforderungen zur Herstellung von dünnen magnetischen Schichten für schnelle Speicher waren ausserordentlich anspruchsvoll. Die Verwendung *extrem schneller elektronischer Bauteile für die Schalt- und Abfragesignale* war eine zweite Voraussetzung. Die dritte Anforderung betraf *verbesserte Messeinrichtungen* zur Untersuchung des Verhaltens von Bauteilen für die Erzeugung der Schalt- und Abfragesignale.

Bald erkannte man, dass das Dünnschichtspeicherprojekt von vertieften wissenschaftlichen Erkenntnissen auf den Gebieten der Kernbildung, des Wachstums magnetischer Zonen in dünnen Schichten und des Magnetismus im allgemeinen stark profitieren könnte. Das Dünnschichtspeicherprojekt wurde nun in zwei Teile geteilt: Technologie unter der Leitung von Dr. *W. E. Proebster* (heute bei IBM Böblingen, BRD) und *Physik* unter Dr. *S. Methfessel* (heute Professor an der Ruhr-Universität in Bochum, BRD). *K. E. Drangeid* leitete die Gruppe *Materialverarbeitung* und *Instrumentierung*.

Das Dünnschichtspeicherprojekt wurde ab 1962 im IBM-Forschungslaboratorium in Yorktown, N.Y., weitergeführt. Prototypen solcher Speicher mit Zykluszeiten von nur etwa 120 Nanosekunden wurden in der damals leistungsfähigsten IBM-Maschine Stretch installiert.



Dr. W.E. Proebster (links) und Prof. Dr. A.P. Speiser bei Testvorbereitungen für experimentelles, magnetisches Dünnschichtspeicherelement (1962)

Flüssigkeitslogik

Das Flüssigkeitslogik-Projekt wurde schon früh ins Programm des Zürcher Laboratoriums aufgenommen. Es stand unter der Leitung von Dr. H. H. Glättli. Man schuf eine ganze Reihe von Rechenelementen – Logikschaltkreise, Speicherelemente, Eingabe/Ausgabe-Bauteile. Das Flüssigkeitslogik-Projekt wurde schliesslich ins IBM-Entwicklungslaboratorium nach Endicott, N.Y., transferiert, gelangte aber nie ins Projektionsstadium.

Grundlagenforschung in Zürich und das neue Labor in Rüschlikon

Ferromagnetismus und *dünne Schichten* waren die Brennpunkte der wissenschaftlichen Tätigkeit in Zürich während der fünfziger Jahre. Die Gruppe in Zürich trug wesentliches zum Verständnis der Struktur und Zusammensetzung dünner Schichten bei. Man bediente sich der *Röntgenkristallographie*, *mikroskopischer Untersuchungsmethoden von magnetischen Bereichen* und der *chemischen Analyse*. Gleichzeitig wurde unter der Leitung von Dr. S. Koenig – der damals vom IBM Watson Laboratory beurlaubt war – ein kleines Forschungsprojekt über *Halbleiter* aufgebaut. Ebenfalls in dieser Zeit konstituierte sich eine kleine *Theoretikergruppe* mit Dr. P. Erdős (heute Professor an der Universität Lausanne), Dr. H. Thomas (heute Professor an der Universität Basel) und Dr. M. Gutzwiller (heute am IBM-Forschungszentrum in Yorktown Heights).

Alle diese Gruppen arbeiteten an der vordersten Front in ihren Fachgebieten. Sie waren dafür verantwortlich, dass sich das Laboratorium in Zürich bald einen Ruf als seriös arbeitendes wissenschaftliches Institut und als Ursprung fortschrittlicher Techniken erarbeiten konnte.

Als sich die Forschungsprogramme ausweiteten und neue Mitarbeiter angestellt wurden, suchte man einen permanenten Standort für das Laboratorium. Ein idealer Platz wurde in Rüschlikon gefunden. Die Bauarbeiten begannen im Frühjahr 1961 und wurden mit dem Bezug der neuen Räumlichkeiten im Herbst 1962 abgeschlossen. In einem Artikel über das neue Laboratorium schrieb Professor Speiser, das neue Laboratorium habe 1962 zwei grosse Fortschritte zu verzeichnen. Erstens sei das Projekt über *magnetische Dünnschichtspeicher* in die Entwicklungsphase übergegangen und zweitens sei ein ausserordentlich interessantes wissenschaftliches Experiment gelungen, das mit der *Richtungsumkehr eines Magnetfeldes beim Eindringen in einen Supraleiter* zu tun habe (ein Supraleiter ist ein Material, das bei sehr tiefen Temperaturen jeglichen elektrischen Widerstand verliert). Dieses Experiment wurde von K. E. Drangeid und Dr. R. Sommerhalder ausgeführt. Die Arbeiten an *Dünnschichtspeichern*, die mittlerweile mit einer Zugriffszeit von nur 15 Nanosekunden wesentlich schneller waren als alle damals bekannten Speicher, hatten Probleme bei der Verwendung *kurzer Impulse* aufgedeckt, die weiterverfolgt wurden.

Die Grundlagenforschung im Zusammenhang mit Magnetschichten und magnetischer Wechselwirkung wurde weitergetrieben, aber das Hauptgewicht wurde allmählich in Richtung der *magnetischen Phasenübergänge* verlagert. Weiterhin wurden ferromagnetische Materialien untersucht. Ein bedeutendes Experiment wurde mit dem Halbleiter *Wismut* ausgeführt: Es zeichnet sich durch eine druckbedingte Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit aus, indem es sich mit zunehmendem Druck von einem Metall in einen Halbleiter «verwandelt».

In dieser Zeit trat Prof. W. Prager von der Brown-Universität in das Labor ein, um eine *Mathematik-Gruppe* zu gründen. Verschiedene Mitarbeiter aus der Abteilung Mathematische Wissenschaften in Yorktown kamen jeweils für ein Jahr nach Zürich, um an der Lösung von Problemen der *numerischen Analysis* und der *schnellen Impulse* zu arbeiten und um die theoretische Physikgruppe zu unterstützen.

Ab Mitte der sechziger Jahre kam es zu

verstärkter Tätigkeit auf dem Gebiet der Informationsübertragung.

Die Arbeiten auf den Gebieten der Flüssigkeitslogik und der Dünnschichtspeicher wurden 1965 bzw. 1966 eingestellt, da sich die Halbleitertechnik sehr rasch entwickelt hatte.

Informationsübertragung

Die International Federation of Information Processing Societies – die führende internationale Organisation im Computerbereich – wählte Prof. A. Speiser zu ihrem Präsidenten. Zu dieser Zeit verdeutlichte sich die Wichtigkeit der *Informationsübertragung* in der Welt der Datenverarbeitung, und die Erfahrungen der Mitarbeiter des Laboratoriums in Zürich auf dem Gebiet der schnellen elektronischen Bauteile hatten eine neue Bedeutung erlangt.

Im Jahre 1965 kam Dr. E. Rothausser vom IBM-Laboratorium in Wien nach Zürich. Unter der Leitung von K. E. Drangeid begann im Frühjahr 1966 ein Projekt über die Anwendbarkeit schneller Elektronik auf die Informationsübertragung. Ebenfalls 1966 zeichnete das Laboratorium in Zürich einen grossen Verlust: Prof. A. Speiser gab seine Stelle als Direktor auf und wechselte zu Brown Boveri & Cie. AG als Forschungsleiter. Die Familie Speiser war während vieler Jahre mit Brown Boveri liiert. Als Nachfolger von Speiser wurde Dr. M. C. Andrews nach Zürich berufen, der bis zu diesem Zeitpunkt eine Entwicklungsgruppe innerhalb der IBM Federal Systems Division geleitet hatte.

Der Mesfet

Im Rahmen der Arbeiten auf dem Gebiet der Informationsübertragung konzentrierte man sich im Zürcher Laboratorium schon im Frühjahr 1966 auf ein *Halbleiterelement* mit der Bezeichnung *Mesfet* (*Metal semiconductor field effect transistor*). Aus technischen Gründen setzte man grosses Vertrauen in den Mesfet für hochfrequente Oszillatoren und Verstärker. Bis 1968 war es der Gruppe unter K. E. Drangeid gelungen, Mesfets aus *Silizium* mit Metalleitern von nur einem Mikrometer Breite herzustellen. Es war eine ausserordentliche Leistung.

Die kleinste Leiterbreite der damals gängigen Halbleiterelemente betrug etwa 15 μ . Diese Dimension ist deshalb wichtig, weil die Arbeitsgeschwindigkeit des Bauteils von der Breite der als Gatter bezeichneten Metallinie abhängt. Die Gruppe begann anschliessend mit der Herstellung von Mesfet-Bauteilen aus *Gallium-Arsenid*, die noch höhere Leistungen versprachen.

Den Forschern in Rüschlikon gelang es 1970, Mesfet-Bauteile aus Gallium-Arsenid herzustellen, die eine Schwingungsfrequenz von 30 Gigahertz (30 Milliarden Schwingungen je Sekunde) aufwiesen. Es handelte sich um die schnellsten Transistoren, die bis dahin hergestellt worden waren. Diese Art von Transistoren wird heute üblicherweise in Mikrowellen-Übertragungssystemen eingesetzt.

Im Jahre 1968 wurde Dr. H. P. Eichenberger zum Direktor des Zürcher Laboratoriums ernannt. Er war sehr stark an Informationsübertragung interessiert. Verschiedene Probleme im Bereich der digitalen Übertragung wurden aufgegriffen. Man befasste sich mit einer digitalen Vermittlungszentrale, die auch die Arbeiten von Rothauser auf dem Gebiet der Sprachkodierung mit dem Vocoder umfasste (ein Gerät, das die wesentlichen Merkmale der Sprache in digitale Signale umwandelt). Ebenfalls im Projekt integriert war die Arbeit von Dr. H. Schindler über «Waveform Encoding», die auf den statistischen Merkmalen der Sprache beruht und als «Deltamodulation» bekanntgeworden ist.

Das Vocoder-Projekt wurde vom IBM-Laboratorium La Gaude weitergeführt und ist in einem Sprachwiedergabegerät von IBM verwendet worden. Die Technik der Wellenformkodierung fand Anwendung in einem experimentellen Sprachablagensystem, das in Yorktown untersucht wurde. Das System bezweckte die Speicherung von Telefonmitteilungen und deren spätere Weiterleitung mit Hilfe von Computern.

Im Jahre 1971 wurde K. E. Drangeid – schon seit 1956 im Mitarbeiterstab und Leiter des erfolgreichen Mesfet-Projekts – als Nachfolger Eichenbergers zum Direktor des Laboratoriums ernannt.

Physik

Gegen Ende der sechziger Jahre verlagerte sich das Interesse der Physikgruppe allmählich in Richtung der Phasenübergänge – der Beginn bzw. das Ende einiger makroskopischer Ordnungen in Materialien. Ferromagnetismus ist dafür das bekannteste Beispiel. Es gibt viele andere Arten von Phasenübergängen. Dazu gehört beispielsweise auch die Veränderung der Anordnung von Atomen in einem Kristall. Hier handelt es sich um strukturelle Übergänge. Diese Phasenübergänge können viel zum Verständnis der in Festkörpern zwischen Atomen wirkenden Kräfte beitragen. In der Nähe des Übergangs ist die Anordnung der Atome gegenüber kleinsten Kräften sehr empfindlich. Die statistischen Schwankungen im Sy-

stem werden gross. Die Untersuchung dieser Schwankungen ist ein wichtiger Gegenstand in der Festkörperphysik.

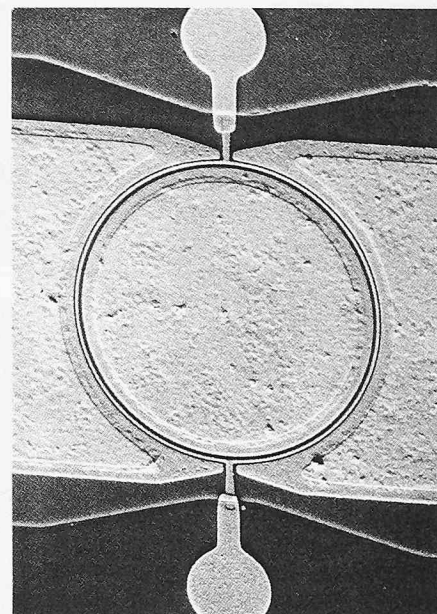
Physiker, die am Laboratorium in Rüschlikon tätig sind, erzielten in der Untersuchung «distortiver» bzw. «displaciver» Übergänge, bei denen sich die Lagen der Atome oder Moleküle in einem Kristall leicht verändern, beachtliche Erfolge. Diese Untersuchungen haben sich besonders für die Bestätigung einer als Renormierungsgruppentheorie bekannten Theorie der Phasenübergänge als sehr wertvoll erwiesen.

Die Arbeiten auf dem Gebiet der Materialverarbeitung und der Oberflächenphysik sind ebenfalls sehr wichtig gewesen. H. J. Scheel und Dr. E. O. Schultz-Dubois (heute Professor an der Universität Kiel, BRD) haben eine fortschrittliche Methode zur Züchtung grosser, hochreiner Kristalle aus Materialien entwickelt, die bei hohen Temperaturen schmelzen. Die Methode wurde als beschleunigte Tiegelrotation bezeichnet.

Die schnellen Schaltkreise der siebziger Jahre

Nachdem 1971 das Mesfet-Projekt fast abgeschlossen war, nahm die auf schnelle Bauteile und Schaltkreise spezialisierte Gruppe in Rüschlikon eine neue Herausforderung an: die Entwicklung des ultraschnellen Josephson-Schalters, der auf Quanteneffekten beruht, die in supraleitenden Metallen in der Nähe des absoluten Temperaturnullpunktes auftreten. Das Bauteil besteht im wesentlichen aus zwei Metallschichten, die von einer nur 10 oder 20 Atomdurchmessern dicken Isolationsschicht voneinander getrennt sind. Diese Elemente können äusserst rasch schalten und erzeugen dabei nur geringe Wärme. Beide Merkmale sind für den Bau von Computerschaltkreisen sehr wertvoll.

Die Josephson-Technik ist nach wie vor eine einmalige Herausforderung. Solche Bauteile unterscheiden sich im Betrieb grundlegend von der konventionellen Elektronik und entziehen sich noch immer dem endgültigen Verständnis. Die Materialanforderungen sind nahezu unerfüllbar. Die aus mehreren Metall- und Isolationsschichten bestehenden Bauteile müssen Temperaturwechsel zwischen Zimmertemperatur und dem absoluten Nullpunkt aushalten können. In Zürich hat man sich im Rahmen des Josephson-Projekts vorwiegend auf die Entwicklung und Herstellung eines Hauptspeicherprototyps konzentriert. Es besteht der Bedarf nach einem Hauptspeicher sehr grosser Kapazität. Hierbei muss dem Problem



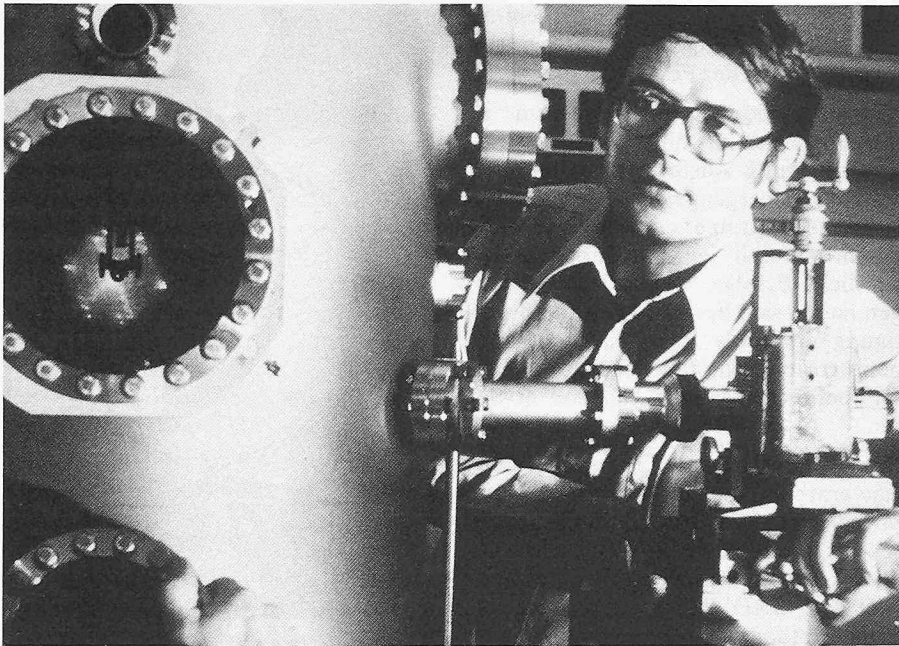
Bauteil Mesfet (Metal Semiconductor Field Effect Transistor) aus Gallium-Arsenid mit einer Schwingungsfrequenz von 30 Gigahertz (30 Milliarden Schwingungen je Sekunde). Experimente mit Mesfet begannen schon 1966

der Wärmeerzeugung in den Speicherzellen grosse Aufmerksamkeit geschenkt werden. Frühere Arbeiten in Zürich – und parallel dazu in Yorktown – haben zur Entwicklung einer Speicherzelle geführt, in der die theoretisch geringstmögliche Energiemenge nach den Gesetzen der Quantenmechanik gespeichert würde – nämlich ein Quantum magnetischen Flusses. Ein sehr grosser Josephson-Speicher etwa von 20 Millionen Zeichen würde dann nur einige Watt Verlustleistung produzieren.

Die Physik der siebziger Jahre

In den siebziger Jahren befasste man sich in Rüschlikon in physikalischen Forschungsarbeiten hauptsächlich mit Phasenübergängen. Wesentliche Erkenntnisse wurden auch auf den Gebieten der Lichtstreuung, der Elektronentunnelung, der Supraleitung und der Oberflächenstrukturen gewonnen.

Man wollte in dieser Zeit die Vorgänge verstehen, die mit den Phasenübergängen zusammenhängen und recht komplex sind. Aggregate von korrelierten Atomen, sogenannte Cluster, wachsen und schrumpfen im Bereich der Übergangstemperatur. Einsicht über die Vorgänge unmittelbar vor dem Übergang gibt wertvollen Aufschluss über die mitbeteiligten Kräfte. Diese Kräfte zeigen sich in den Schwingungen – den sogenannten Phononen oder Schallquanten –, die ein Kristall ertragen kann. Das Phononenspektrum ist für nähere Untersuchungen der strukturellen Phasenübergänge von grundsätzlicher Bedeutung. Infolge der Neuordnung



In Rüschtikon gebaute Hochvakuumkammer für Untersuchungen an Oberflächen. Bei idealen Bedingungen sind Prüfungen möglich mit Sekundärionen-Massenspektrometrie, Niederenergie-Elektronenbeugung, Auger- und Energieverlust-Elektronenspektroskopie sowie Atom- und Molekularstrahlstreuung bei thermischen Energien (TEAMS = Thermal Energy Atomic and Molecular Scattering) – Ende siebziger Jahre

nung der Atome verändert sich das Phononenspektrum während des Phasenübergangs erheblich. Man erkannte dann in den siebziger Jahren die Art und Weise, wie sich dieses Spektrum verändert, und gewann somit Einzelheiten über die Bildung von Atomkonfigurationen mit neuen inneren Strukturen.

In diesem Jahrzehnt wurden in Rüschtikon verschiedene Experimente ausgeführt, um die betreffenden Phänomene näher zu untersuchen. Man untersuchte dabei besonders das *Strontium-Titanat*, in dem ein displaciver Übergang stattfindet und ein Kippen der Atomgruppen im Kristall verursacht. Am Übergang beginnen die Nullenergie-Phononen das Spektrum zu dominieren. Man kann sich das als «Einfrieren» eines Schwingungsmodus zwecks Erzwingung der Gitterverzerrung des Phasenübergangs vorstellen.

Die Theoretiker am Laboratorium in Rüschtikon haben verschiedene Methoden der *Computersimulation* entwickelt, um die Einzelheiten der Clusterbildung und deren Wechselwirkungen nachzuweisen. Es zeigte sich, dass die Cluster zusammenhängen und dass sich die Cluster Grenzen als extrem nichtlineare Welle (mit der Bezeichnung Soliton = Einzelwelle) durch den Kristall hindurch fortbewegen können.

Auch auf dem Gebiet der *magnetischen Phasenübergänge* wurden in Rüschtikon wesentliche Erkenntnisse gewonnen. Bei diesen Experimenten geht es um eine Situation, in der Gleichgewicht zwischen den drei verschiedenen magnetischen Zuständen herrscht. Diese

Zustände heissen antiferromagnetisch, paramagnetisch und «spin flop» – hier ist die Ausrichtung zwar ferromagnetisch, aber die atomaren Magnete sind gekippt.

Oberflächen

Eine *Hochvakuumkammer* mit Einrichtungen und Instrumenten für die meisten modernen Untersuchungsmethoden an Oberflächen wurde in Rüschtikon gebaut. Sie ermöglicht bei idealen Bedingungen Prüfungen mit Sekundärionen-Massenspektrometrie, Niederenergie-Elektronenbeugung, Auger- und Energieverlust-Elektronenspektroskopie sowie Atom- und Molekularstrahlstreuung bei thermischen Energien (Teams). *Teams ist eine junge Analysemethode*, bei der leichte Atome wie etwa *Helium* an der Oberfläche gestreut werden. Sie ist besonders für die nähere Untersuchung von *Oxidoberflächen* nützlich, weil die verwendeten Teilchen elektrisch neutral sind. Geladene Teilchen wie Elektronen oder Ionen bauen auf isolierenden Schichten wie Oxiden rasch eine elektrische Ladung auf. Die Teams-Apparatur hat bereits eine bemerkenswerte Untersuchung über die Anordnung absorbierter Wasserstoffatome auf einer Nickeloberfläche ermöglicht.

Eine völlig neue Technik zur Untersuchung der Oberflächentopographie im atomaren Massstab wurde 1981 in Rüschtikon erstmals erfolgreich demonstriert. Sie beruht auf dem *Tunneln von Elektronen durch ein Vakuum*. Frühere Experimente dieser Art sind wegen der grossen Schwingungsempfind-

lichkeit der Technik misslungen. Soll ein echter Tunnelstrom entstehen, so darf der Abstand zwischen der Sonde und der Probe nur einige Ångström betragen. Daher müssen fast bis auf die atomare Grössenordnung hinunter Schwingungen jeglicher Art vermieden werden. In Rüschtikon erreicht man dies durch schwebende Aufhängung in einem Magnetfeld; die gesamte Apparatur ruhte zusätzlich auf einem Luftkissen. Die Technik ist derart hochauflösend, dass es der Gruppe gelang, bei einer Veränderung der Sondenposition von nur drei Ångström – entsprechend etwa einem Atomdurchmesser – Veränderungen des Tunnelstroms um Faktoren bis zu 10^3 nachzuweisen.

Lichtstreuung

In Rüschtikon führten experimentelle Studien über *thermische Veränderungen in Festkörpern* zur Entwicklung einer Technik, mit der es möglich ist, in Festkörpern kohärente Wärmewellen zu erzeugen und auch zu messen. Das Phänomen wird in einer Analogie zur Fortpflanzung des Schalls in Luft als «*zweiter Schall*» bezeichnet. Versuche mit kurzen Wärmepulsen, die man bei tiefen Temperaturen in äusserst reine Einkristalle eingebracht hatte, liessen schon früher auf die Existenz des zweiten Schalls schliessen. Die Arbeiten in Zürich sind nun soweit vorangekommen, dass Methoden für die kontrollierte Erzeugung und Messung von zweitem Schall vorliegen. Die Technik wird inzwischen an verschiedenen Labors auf eine Reihe weiterer Probleme angewendet.

Die Informationsübertragung der siebziger Jahre

Ein wichtiges Projekt in Rüschtikon der späten sechziger Jahre war die Entwicklung eines *voll digitalen Übertragungssystems* unter der Bezeichnung *Pidicos* (Abkürzung für *Private Integrated Digital Communication System*). Das Projekt bezweckte ein integriertes digitales Netz für die lokale Vermittlung des gesamten Sprech-, Daten- und Videoverkehrs im Sinne einer multifunktionalen Nebenstellenanlage. Das Pidicos-Projekt lieferte viele Problemlösungen und Denkanstösse auf dem Gebiet der digitalen Übertragung und diente ausserdem als Grundlage für ein Entwicklungsprogramm am IBM-Laboratorium in Kingston, N.Y. Die Projektarbeiten wurden schliesslich eingestellt, als sich IBM in USA entschloss, auf dem Markt für Nebenstellenanlagen nicht tätig zu werden.

Allerdings setzte das Pidicos-Projekt in Zürich viele Überlegungen über Nebenstellenanlagen in Gang. Dazu gehörte die Verwendung von lichtemittie-

renden Dioden (Led) und Phototransistoren als Ersatz für die Transformatoren, die in Nebenstellenanlagen für verschiedene Zwecke benötigt werden. Die Arbeiten mit Leds führten zur Verwendung dieser Dioden für die *Datenübertragung zwischen Datensichtgeräten und an der Decke montierten Empfängern*, wodurch Verdrahtungen entfielen. Dies ist besonders in Werkhallen eine vielversprechende Alternative, und ein Experiment auf dieser Basis wird gegenwärtig in einer IBM-Produktionsstätte in East Fishkill, N.Y., durchgeführt.

Der Einbau von «Intelligenz» in Datensichtgeräte wurde in den siebziger Jahren ebenfalls eingehend in Betracht gezogen. Ein in Rüschtikon entwickelter «Signalprozessor» kann Signalverzerrungen und Störungen verringern und könnte in künftigen Übertragungsprodukten eine wesentliche Rolle spielen.

In Rüschtikon wurde daneben auf dem Gebiet der *Übertragungsprotokolle* gearbeitet. Protokolle sind die Regeln, die den Ablauf der Datenübertragung zwi-

schenden verschiedenen Geräten bestimmen. Vielfach sind Protokolle sehr komplex, und vollständige Tests lassen sich nur schwer durchführen. In Rüschtikon haben Wissenschaftler eine neue Technik zur Validierung von Protokollen ausgearbeitet. Sie ist zur Validierung der «Systems Network Architecture» von IBM sowie einer Reihe von international standardisierten Protokollen verwendet worden. Ausserdem wurden fundamentale Untersuchungen über die *digitale Übermittlung und Reproduktion von Bildern* (besonders von Halbtonbildern) durchgeführt. Es wurden *Rasterverfahren* entwickelt, um bei der Reproduktion die beste Qualität zu erzielen. Diese Arbeit hat anregend auf verschiedene IBM-Projekte im Bereich *Dokumentreproduktion* gewirkt.

Das grösste Projekt auf dem Übermittlungsgebiet in Rüschtikon, das gegen Ende der siebziger Jahre in das Forschungsprogramm aufgenommen wurde, betrifft ein *lokales Übertragungsnetz* – ein System, das in einem oder mehreren Gebäuden etwa 100 Datensichtstationen miteinander verbinden kann.

Die heute verwirklichten Techniken lassen kostengünstige Übertragungen bei Geschwindigkeiten von 1 bis 10 Millionen Bits je Sekunde zu. Das in Zürich entwickelte Konzept beruht auf einer Schleife oder einem Ring, über den die Stationen miteinander verbunden werden. Jeder Terminal verfügt über einen Adapter, der den Datenverkehr in diesem Ring überwacht. Jede Übermittlung enthält «Token», die den Anfang und das Ende der Übermittlung kennzeichnen und so den Verkehr auf dem Ring regeln. Gleichzeitig wurden «Brücken» entworfen und gebaut, die zwei Ringsysteme miteinander verbinden können, wenn die Zahl der Terminals die Kapazität eines Rings überschreitet.

Die Computertechnik hat eine Zeit des Umbruchs in der Informationsübertragung eingeleitet. Neue Anforderungen kommen auf uns zu, und das Laboratorium in Rüschtikon hat viel dazu beigetragen, dass die neuen Anforderungen erfüllbar werden.

(Quelle: IBM-Dokumentation)

