

Mikrotechniken: Mit dem Zonenziehverfahren (unten) schufen Siemens-Forscher die Basis zur Herstellung von Reinstsilizium für Computerchips. Heute arbeiten sie an Chips anderer Art, etwa zur DNS-Analyse von Krankheiten (rechts).



DIE SILIZIUM-PIONIERE

1945 funktionierten Siemens-Forscher ein Notquartier zum Labor um. Dort fanden sie eine Methode zur Produktion von einkristallinem Reinstsilizium – auf diese Weise werden noch heute 80 Prozent der Weltproduktion hergestellt.

Wer an Silizium denkt, denkt ans „Silicon Valley“ und damit an den geschichtlichen Realitäten vorbei. Denn wer die Herkunft des wichtigsten Grundstoffs fürs Informationszeitalter erkundet, landet im beschaulichen Dörfchen Pretzfeld, nicht weit von Nürnberg in der Fränkischen Schweiz. Hier und nicht in Kalifornien entwickelten Siemens-Forscher vor 50 Jahren die Technik, nach der bis heute rund 80 Prozent des weltweiten Reinstsiliziums hergestellt werden.

Bereits in den 1930er Jahren hatte der renommierte Physiker Walter Schottky, ein Schüler Max Plancks, in den Siemens-Laboratorien die Grundlagen der Halbleiterphysik erforscht. Eine kommerzi-

elle Auswertung stand damals noch völlig in den Sternen. Kurz vor Ende des Zweiten Weltkriegs verlegte Siemens das Halbleiterlabor ins Schloss Pretzfeld. Das kleine Team um Eberhard Spenke konzentrierte sich zunächst auf den Werkstoff Selen. Erste Gleichrichterbauelemente entstanden noch auf drei alten Küchentischen, doch schon wenige Jahre später gelang es, eine lukrative Produktion in Gang zu bringen, die bis in die 70er Jahre in Berlin aufrechterhalten wurde. Parallel untersuchten Forscher im Allgemeinen Laboratorium der Siemens-Schuckertwerke in Erlangen und bei Siemens & Halske weitere Kristallsysteme auf ihre Eignung für Halbleiterbau-

elemente, auch Silizium. Während die Bell Telephone Laboratories, die 1948 den ersten Transistor entwickelt hatten, ganz auf Germanium setzten, entschied sich Spenke mutig für Silizium und überzeugte 1952 auch die Firmenelemente: Der Vorsprung der Amerikaner bei Germanium war nicht mehr aufzuholen, außerdem sah Spenke bei Germanium gravierende Nachteile, da es auf Arbeitstemperaturen unter 70 Grad Celsius beschränkt ist und daher ungeeignet vor allem für Anwendungen der Leistungselektronik. Silizium dagegen bleibt bis 200 Grad verwendbar.

Der Durchbruch bei der Herstellung hochreinen Siliziums gelang

durch zonenweises Erwärmen senkrecht stehender Siliziumstäbe in einem Hochfrequenzfeld. Rund um einen „Impfkristall“ entsteht so ein perfekter Einkristall. Dieser Kristallstab wird danach in Scheiben (Wafer) zersägt und zu Bauelementen verarbeitet.

Dieses von Spenke und seinen Mitarbeitern entwickelte Verfahren ging in die Technikgeschichte ein. Auf einer Konferenz in Garmisch-Partenkirchen stellte Siemens im Oktober 1956 die ersten Silizium-Leistungsgleichrichter mit damals unglaublichen 1000 Volt und 200 Ampere vor. Gebräuchliche Selen-gleichrichter widerstanden lediglich Belastungen von rund 30 Volt und 80 Ampere. Spenkes tiegel-

freies Zonenziehverfahren hatte damit den Siegeszug des Siliziums eingeläutet. Viele Firmen aus den USA, Japan und Deutschland lizenzierten das Verfahren.

Ein weiterer genialer Wurf gelang dem Nachrichtentechniker Karl-Ulrich Stein mit seiner Ein-Transistor-Speicherzelle und dem dafür geeigneten Verstärker: Ein kleiner Kondensator speichert eine geringe Ladungsmenge oder bleibt leer. Der damit gekoppelte Transistor verstärkt diese Ladung und macht sie so für einen Computer lesbar. Heute stecken die Speicherzellen und Verstärker in jedem PC: Als DRAMs, dynamische Schreib-Lese-Speicher, gefertigt in Strom sparender CMOS-Technik, gehen sie millionenfach über die Ladentheke. Doch die Siemens-Patent-

nehmensziel und investierte rund 2,6 Milliarden Mark in das „Mega-Projekt“. Beim 4-Megabit-Chip zog Siemens schließlich unter Führung von Hermann R. Franz 1988 gleichauf zur Konkurrenz und verblieb seither in der Spitzengruppe.

Trotz der Ausgliederung der Halbleitersparte in die Infineon Technologies AG im Jahre 1999 sind die Siemens-Silizium-Forscher nicht arbeitslos geworden. Denn Silizium bleibt ein wichtiger Grundwerkstoff: Objekt der Begierde sind heute winzige, hochintegrierte MEMS (mikro-elektro-mechanische Systeme). Bei MEMS ist alles aus einem Guss. Sie können Sensor, Logikprozessor und Aktor in einem sein. Per Funk halten sie Verbindung zur Außenwelt. Bei Bedarf melden sie an die übergeordneten Rechner

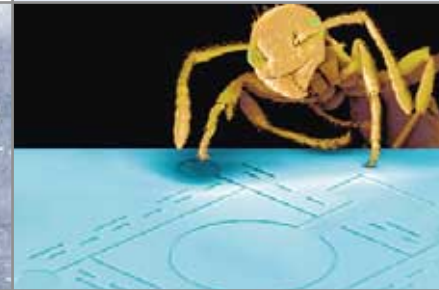
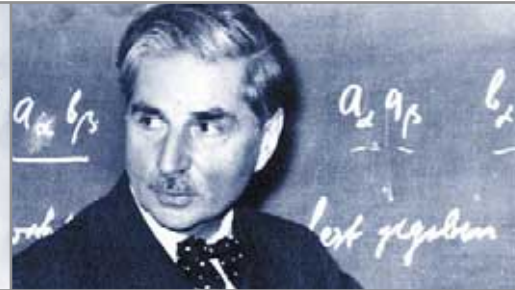
die Kanäle des Chips. In kleinen Kammern wird die Erbinformation aus den Zellen extrahiert, vervielfältigt und der eigentlichen Analyse-einheit zugeführt. Das Ergebnis kann direkt an einen Computer weitergegeben werden. 2004 erhielt das Entwicklerteam von Siemens gemeinsam mit Kollegen des Fraunhofer-Instituts in Itzehoe und von Infineon den Deutschen Zukunftspreis (siehe *Pictures of the Future*, Herbst 2004, S. 74).

Dieses Gebiet der Mikrofluidik steht heute dort, wo die Silizium-technologie zu Beginn der 60er Jahre stand – noch in den Startlöchern, aber voller Möglichkeiten, die unser Leben ähnlich tiefgreifend verändern könnten wie die Mikroelektronik in den vergangenen 40 Jahren. ■ Björn Schaffer



HEINRICH WELKER

1951 entdeckte Heinrich Welker als Leiter der Festkörperphysik der Siemens-Forschung in Erlangen die III/V-Verbindungen aus Elementen der 3. und 5. Gruppe des Periodensystems. Dazu gehört Gallium-Arsenid, bis heute ein wichtiger Baustein von Hochfrequenz-Bauteilen oder Halbleiterlasern für die Optoelektronik. Mit seinem Team war Welker Wegbereiter für Mikrowellen-Halbleiterbauelemente sowie LED und Laserdioden. Von 1969 bis 1977 leitete er die Forschungslabors des Gesamtkonzerns.



DER GEIST VON PRETZFELD

Rückblickend erinnern sich die Halbleiter-Forscher mit Wehmut an das idyllische kleine Dorf und den „Geist von Pretzfeld“ (Bildleiste ganz links). Nie waren die Wege zwischen Top-Entscheidern kürzer und das Forscherleben unkomplizierter. Spenke (2.v. links) konnte sein Team hervorragend motivieren. Gleichzeitig übersetzte er die genialen, aber schwer verständlichen Überlegungen von Walter Schottky (3.v. links) in die Sprache der Experimentalphysiker. Spenke hielt sich im Hintergrund und wies alle Ehrungen dem „Dr. Pretz“ zu, wie er sein Team nannte. Als zentrales Halbleiterlabor eines Weltkonzerns wurde Pretzfeld letztlich zu klein. Die verschiedenen Siemens-Firmen verschmolzen 1969 zur Siemens AG, und nach einigen Umwegen fanden die Siemens-Forscher in München, Erlangen und Berlin eine neue Heimat.

FABRIK AUF DEM CHIP

Das Prinzip des „Labors auf dem Chip“ lässt sich auch erweitern, etwa für die Herstellung von Chemikalien in kleinsten Mengen. Zum Inventar dieser „Fabrik auf dem Chip“, an der bei Corporate Technology gearbeitet wird, gehören Sensoren und ein ausgeklügeltes System von winzigen Rohrleitungen. Diese sind zwar so fein wie ein menschliches Haar, aber in ihnen können Chemikalien effizient transportiert, gemischt und zur Reaktion gebracht werden. Der Einsatz dieser Mikroreaktionstechnik ist überall dort sinnvoll, wo es um Fabrikation kleinster Mengen, hohe Effizienz und hohe Reinheit geht, also ideal für Bereiche der Biotechnologie, Pharmazie oder Feinchemie (siehe *Pictures of the Future*, Herbst 2002, S. 16).