

PRETZFELD

DAS WAHRE SILICON VALLEY

Eine gemeinsame Initiative des Marktes Pretzfeld und des Fraunhofer IISB, Erlangen

Idee & Konzeption:

Prof. em. Dr. Dr. h. c. Georg Müller, FAU / Fraunhofer IISB
Dr. Jochen Friedrich, Fraunhofer IISB

Redaktion:

Thomas Richter, Fraunhofer IISB

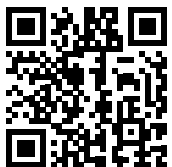
Grafik & Layout:

Elisabeth Iglhaut, Fraunhofer IISB

Wir danken Infineon Technologies AG, Siemens AG, Siltronic AG und Wacker Chemie AG für ihre wertvolle Unterstützung.

Kontakt:

Dr. Jochen Friedrich
pretzfeld@iisb.fraunhofer.de



<https://www.iisb.fraunhofer.de/pretzfeld>



Fertigung von Leistungsbauerelementen in Pretzfeld in den 1970er Jahren. © Siemens

Aus Pretzfeld in die gesamte Welt

Erst die Verfügbarkeit der Technologien zur Herstellung von Reinstsilizium und zur Herstellung von Einkristallen brachte für elektronische Bauelemente den Durchbruch. So gelang den Pretzfeldern in den Jahren 1954 bis 1956 die Entwicklung des ersten Silizium-Leistungsgleichrichters und des ersten Silizium-Leistungstransistors. In der Halbleiterszene ist Pretzfeld plötzlich weltweit bekannt. In den folgenden Jahrzehnten setzen die Pretzfelder eine Reihe von weiteren Meilensteinen und Rekorden. Es wurden immer höhere Spannungen und Ströme erreicht und die Bauelemente aus Pretzfeld wurden in Anlagen und Kraftwerken auf der ganzen Welt verwendet. Dadurch wuchs das Halbleiterlabor munter weiter. 1990 schließlich vereinten Siemens und die AEG ihre Aktivitäten im Bereich der Silizium-Leistungsbauerelemente unter dem Namen eupec. Ab sofort firmierte auch die Fertigung in Pretzfeld als eupec. Aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen wurde dann aber 2002 der Halbleiter-Standort Pretzfeld geschlossen.

Die «Enkel» der Pretzfelder Pioniere

Das Ende der Halbleiterproduktion in Pretzfeld ist aber nicht das Ende der Halbleitertechnologie und Leistungselektronik in Franken. In der Metropolregion findet sich eine europaweit einmalige Konzentration an Forschungseinrichtungen und Firmen zu Elektronik und Elektroniksystemen mit mehr als 40.000 Beschäftigten in rund 200 Unternehmen. Mit dem Fraunhofer IISB in der Schottkystraße in Erlangen gibt es sogar ein eigenes Institut, das sich ganz den Halbleitermaterialien und der Leistungselektronik verschrieben hat.



Forschung zu Leistungsbauerelementen am Fraunhofer IISB heute. © Fraunhofer IISB

PRETZFELD

DAS WAHRE SILICON VALLEY





Effiziente Leistungselektronik ist eine wichtige Schlüsselkomponente für die Elektromobilität. © Infineon

Unser heutiges Leben: Ohne Mikroelektronik undenkbar!

In unserem heutigen Leben haben wir uns so an die Nutzung der Mikroelektronik gewöhnt – sei es Internet, Fernsehen, Mobilfunk, Energieversorgung, Medizintechnik, Elektromobilität, usw. – dass man sich eine Welt ohne die »Chips« der Mikroelektronik gar nicht mehr vorstellen kann. Auch die Photovoltaikanlagen auf den Dächern oder neben der Autobahn gehören mittlerweile zum gewohnten Bild. Dabei ist den allerwenigsten bewusst, dass das für die Chips und die Solarzellen erforderliche Material, hochreine Kristalle aus Silizium, erstmals in den 1950er Jahren im fränkischen Pretzfeld hergestellt wurde.

Pretzfeld – das »wahre« Silicon Valley?

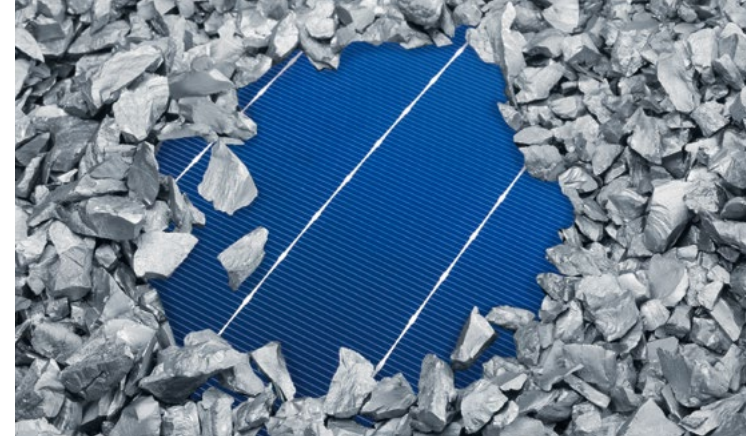
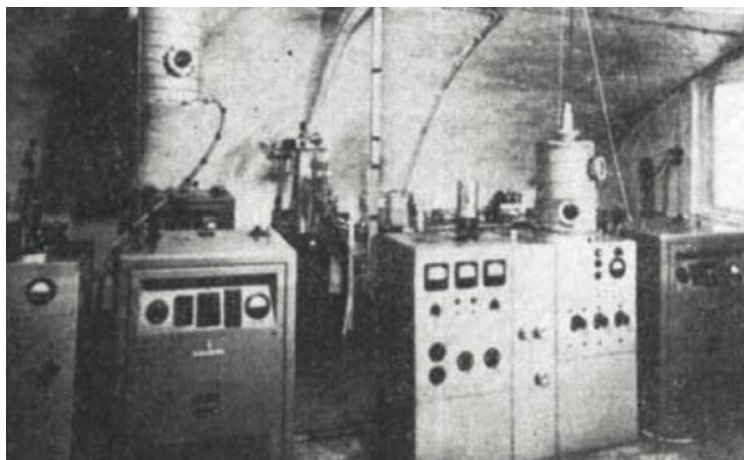
Mit dem Namen »Silicon Valley« wird seit etwa 40 Jahren ein Tal (engl. Valley) in Kalifornien (USA) bei San Francisco bezeichnet, das als einer der weltweit bedeutendsten Standorte der IT- und Hightech-Industrie gilt. Der zweite Namensteil, »Silicon« (deutsch Silizium) bezieht sich auf das chemische Element Silizium (Si), das Basismaterial

für die im Silicon Valley hergestellten elektronischen Schaltkreise (»Computer Chips«). Meist wird in diesem Zusammenhang vergessen, dass das Herstellungsverfahren für elektroniktaugliches Silizium – ohne das es kein kalifornisches Silicon Valley gäbe – im Pretzfelder Schloss um das Jahr 1950 herum erfunden und entwickelt wurde. Die damaligen Siemens-Mitarbeitenden benötigten dieses Silizium, um neuartige Bauelemente für das Schalten hoher Spannungen und Ströme in Straßenbahnen, Zügen und Kraftwerken herzustellen.

Wie kam das Mikroelektronik-Silizium nach Pretzfeld?

Bereits in den 1930er Jahren hatten der Physiker Walter Schottky, ein Schüler Max Plancks, und sein Kollege Eberhard Spenke in den Siemens-Laboratorien in Berlin die Eigenschaften von Halbleitermaterialien erforscht. Eine großflächige Vermarktung war damals noch nicht erkennbar. Kurz vor Ende des Zweiten Weltkriegs wurde das Halbleiterlabor ins fränkische Pretzfeld verlegt. Das Team um Spenke und Schottky sollte neue Bauelemente für hohe elektrische Leistungen entwickeln. Während die »Bell Labs« in den USA, die 1948 den ersten Transistor entwickelten, ganz auf den Halbleiter Germanium setzten, entschieden sich die Pretzfelder für Silizium,

Foto der Kristallzieherei in Pretzfeld um 1955 mit Anlagen zur Einkristall-Herstellung durch das tiegelfreie Zonenziehen. © Siemens



Polykristallines Silizium, hergestellt nach dem in Pretzfeld entwickelten Siemens-Prozess, ist das Ausgangsmaterial für die Herstellung von Computerchips und von qualitativ hochwertigen Solarzellen. © Wacker / Fraunhofer IISB

da es aus physikalischen Gründen für Anwendungen in der Leistungselektronik bei höheren Spannungen und Temperaturen besser geeignet erschien. Allerdings gab es bis dato noch kein Verfahren, dieses für Elektronikzwecke geeignete Silizium herzustellen. Das mussten die Pretzfelder erst erfinden.

Silizium – nicht nur sauber, sondern reinst und perfekt!

Was war damals das Problem mit der Silizium-Herstellung? Aufgrund seiner viel höheren Schmelztemperatur (~1.410 °C) ist Silizium sehr viel schwieriger zu verarbeiten als das in den USA verwendete Germanium. Dazu kommt, dass Halbleiter-Elektronik nur funktioniert, wenn das Silizium extrem rein ist. Allerdings reicht hohe Reinheit alleine noch nicht aus. Denn damit ein Halbleitermaterial elektrisch funktioniert, muss es – neben der Reinheit – über eine perfekte Anordnung seiner Atome verfügen, es muss ein »Einkristall« sein. Nur in einem perfekten Einkristall kann der elektrische Strom so gut wie ungestört fließen. Vor dieser doppelten Aufgabe standen also die Forscher in Pretzfeld, als sie ihre Labore in dem alten, zugigen Schloss einzurichten begannen.

Vom Obstbrand zum Reinstsilizium

Um das Silizium zu reinigen, wählten die Pretzfelder Pioniere ein in der Gegend um Pretzfeld bestens bekanntes Verfahren, die Reinigung durch Destillation. Zunächst erfolgt die Umwandlung des Rohsiliziums, welches durch eine Reaktion zwischen Koks und Quarz (SiO_2) großtechnisch gewonnen wird, in eine bei Raumtemperatur flüssige chemische Siliziumverbindung (Trichlorsilan). Anschließend wird diese Flüssigkeit durch Destillation gereinigt, nicht viel anders als bei den berühmten Pretzfelder Obstbränden. Mit einem thermischen Verfahren wird dann die gereinigte Flüssigkeit wieder in festes, jetzt aber hochreines Silizium zurückgewandelt. Diese Technologie wurde in der Folge von Siemens an eine Vielzahl namhafter Halbleiterhersteller lizenziert. Heute heißt dieses Verfahren immer noch schlicht und einfach »Siemens-Prozess«. Dieses Reinstsilizium, mit dem in Pretzfeld entwickelten Verfahren hergestellt, war, ist und bleibt die Basis sowohl für die Herstellung von nahezu allen Computerchips als auch von allen Solarzellen weltweit.

Vom Reinstsilizium zum perfekten Kristall

Das Reinstsilizium besteht aus vielen kleinen Kristallen. Für Bauelemente braucht es aber große, perfekte Einkristalle. Die Pretzfelder erfanden dafür das »tiegelfreie Zonenziehen«. Ein senkrecht stehender Stab aus Reinstsilizium wird mit einer Induktionsspule lokal erwärmt, bis sich eine schmale Schmelzzone bildet. Die Spule bewegt sich dann langsam entlang des Stabes und mit ihr die Zone. Bei der Abkühlung der Schmelzzone »rekristallisiert« der Siliziumstab schließlich Stück für Stück zu einem perfekten Einkristall. Diese Technologie war bis in die 1980er Jahre das dominierende Herstellungsverfahren, bis festgestellt wurde, dass spezielle Verunreinigungen förderlich sind für die Bauelemente und diese mit einem anderen Verfahren einfacher in den Kristall eingebaut werden können. Heute ist das Pretzfelder Verfahren immer noch unverzichtbar für Kristalle spezieller Leistungsbaulemente.

