

„Bitte nur eine Erfindung pro Woche“

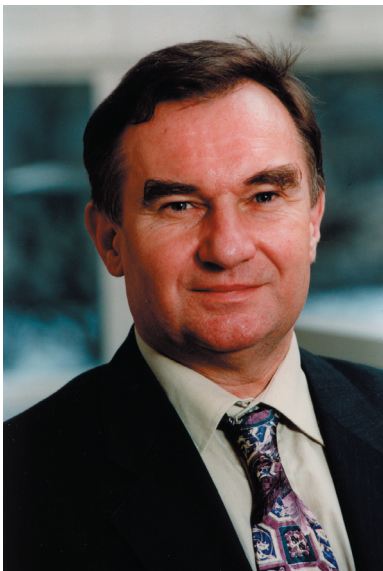
Pioniere der Siemens-Halbleitergeschichte

Jenő Tihanyi

– von Jörg Berkner –

„Bitte nur eine Erfindung pro Woche“ – mit diesem Satz versuchte einmal ein Mitarbeiter von Dr. Jenő Tihanyi den außergewöhnlichen Erfinder zu bremsen, weil er mit der Realisierung der Applikationsschaltungen für dessen Ideen schlichtweg nicht mehr hinterher kam.

Wer war Jenő Tihanyi? Die Antwort könnte man sehr kurz fassen: Mit über 250 Patentanmeldungen war er einer der



erfolgreichsten Erfinder von Siemens HL und Infineon. Wir wollen uns jedoch in dieser Scriptum-Ausgabe etwas mehr Zeit nehmen für das Leben und Wirken dieses begnadeten Ingenieurs, der im Jahre 2005 leider viel zu früh verstorben ist. Jenő Tihanyi wurde am 3. Oktober 1938 in Fertőszentmiklós in Ungarn geboren.

*Bild 1: Dr. Ing. Jenő Tihanyi, * 3. Oktober 1938, † 10. Juli 2005*

Nach dem Besuch der Volksschule und dem Gymnasium in Sopron legte er 1957 das Abitur ab. Im gleichen Jahr begann er ein Studium der Physik an der naturwissenschaftlichen Fakultät der Eötvös-Lorand-Universität in Budapest, welches er im Jahre 1962 als Diplom-Ingenieur abschloss. Nach dem Studium begann er seine berufliche Tätigkeit am Budapester Forschungsinstitut für Nachrichtentechnik. Er befasste sich dort mit Themen, die damals in der Halbleitertechnik aktuell waren: Drift- und MESA-Transistoren sowie integrierte TTL- und MOS-Schaltungen. 1970 siedelte er in die Bundesrepublik über und trat in das Forschungslaboratorium der Siemens AG in München ein. Hier befasste er sich mit der Entwicklung von MOS-

Schaltungen. Im Juli 1978 promovierte er an der Universität Erlangen-Nürnberg zum Thema „Untersuchungen über die Isolation in integrierten n-Kanal-MOS-Schaltungen“.

Eine geniale Idee

Im selben Jahr kam es im Siemens Unternehmensbereich Halbleiter zu einer folgenreichen Konstellation: Zum einen hatte Jenő Tihanyi zu dieser Zeit die Idee, aus vielen parallelen MOS-Logiktransistoren ein Leistungsbauelement zu machen. Zum anderen war die Zukunft des Standortes München-Freimann (München F) stark gefährdet.



Bild 2: Standort München-Freimann, ca. 1973

Warum? Der Standort war 1957 als Gerätewerk gegründet worden, aber mit der Zusammenlegung von Siemens & Halske und Siemens & Schuckert im Jahre 1969 wurde die Gerätefertigung nach Erlangen verlagert. Die verbleibende Halbleiterfertigung, z.B. von Kfz-Einpressdioden für Bosch, reichte vom Umsatz längst nicht aus, um die Fixkosten des Standortes zu decken.

Der Umsatz erreichte ca. 100 Mio. DM, notwendig waren aber mindestens 300 Mio. Die Situation spitzte sich weiter zu, als Bosch diese Dioden ab 1974 selbst herstellte und außerdem auch noch das Geschäft mit anderen Halbleitern, wie den

SCRIPTUM

Historic Archive

Jun 2011

S 2

Gleichrichter-Dioden und den 20kV-Hochspannungs-Dioden, an die japanische Konkurrenz verloren ging. Aus all diesen Gründen waren die Standortleitung und der Unternehmensbereich Bauelemente, damals unter Leitung von Friedrich Baur, auf der Suche nach neuen Produkten für München-Freimann.



Bild 3: Die Arbeitsgruppe Tihanyi im Jahre 1987 (v.l.n.r.). Hintere Reihe: Sötje, Einzinger, Winter, Gantioler, Feldvoß, Hertrich, Leipold, Stengl, Thomas. Mittlere Reihe: Trtic, Tihanyi, Fellinger, Sorsak. Vordere Reihe: Bergmann, Sander, Baumgartner

Tihanyi's Idee wiederum, aus vielen kleinen parallel geschalteten MOS-Logiktransistoren ein Leistungsbaulement zu machen, wurde von Dr. Karl Platzöder, seit 1978 Entwicklungsleiter in München F, aufgegriffen: „Dr. Stein rief mich an und sagte: Da gibt es im Forschungslabor einen Dr. Tihanyi, der hat die Idee, dass man Speicherzellen auch parallel schalten und damit Leistungsschalter machen kann.“ Karl Platzöder arrangierte nun 1978 einen Vortrag von Jenő Tihanyi vor der sogenannten Halbleiterkommission. In diesem Gremium kamen die Siemens-Gerätebauer mit ihren externen Kunden und den Siemens-Halbleiterwerkern einmal im Jahr zusammen, um festzulegen, welche Entwicklungen im nächsten Jahr gemacht werden sollten.

Jenő Tihanyi hatte zu diesem Zeitpunkt zwar nicht viel mehr als seine Idee vorzubringen. Umso überraschender war das Ergebnis, als Karl Platzöder berichtet: „Ich war völlig überrascht über diese Reaktion. Tihanyi erzählte das Blaue vom Himmel, die ganze alte Leistungshalbleitertei war Schrott gegen seine Idee. Er war ein Visionär. Die waren

auch alle etwas wundergläubig. Und dann kommt einer und sagte, das neue Wunder heißt MOS. Also wurde blitzschnell das Projekt SIPMOS gegründet.“

Hinter der schnellen Entscheidung standen auch geschäftspolitische Absichten: Zum einen sollte mit der SIPMOS-Produktion ein Ausgleich für die Produktion von bipolaren Leistungstransistoren geschaffen werden, die einige Jahre zuvor eingestellt worden war. Zum anderen sollte der Umsatz des Bereiches Einzelhalbleiter gesteigert werden, indem man die SIPMOS-Transistoren auch auf dem amerikanischen Markt anbot. Dazu wurde ein Werk in Broomfield (Colorado) gekauft. Man hoffte, mit dieser Vor-Ort-Produktion in den lukrativen amerikanischen Militärmarkt eindringen zu können.

Als erstes wurde also eine Arbeitsgruppe unter Leitung von Dr. Tihanyi zusammengestellt. Dazu gehörten u.a. Peter Huber, Ludwig Leipold, Jens Peer Stengl, Dr. Helmut Strack und Hartmut Thomas.

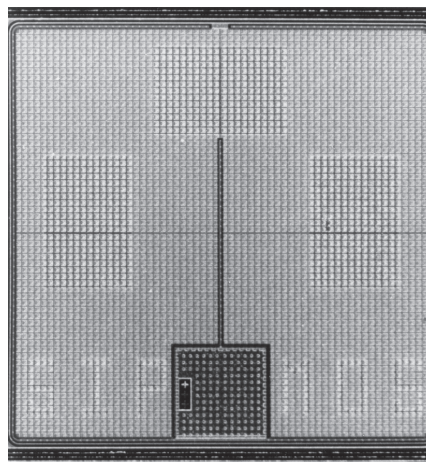


Bild 4: Chipfoto des ersten SIPMOS-Transistors BUZ10 mit einer Chipgröße von 4 x 4 mm. Die max. Sperrspannung betrug bei diesem Bauelement 50 V, der maximale Strom 23 A und der minimale Einschaltwiderstand 70 mΩ.

Die Gruppe zog zunächst in die Gebäude 34 und 35 in der Balanstraße. In der MOS-Fertigungslinie der Balanstraße, aber auch in München Perlach, wurden dann die ersten Versuchslose mit den neuen SIPMOS-Transistoren hergestellt. Es ging zunächst darum, die prinzipielle Machbarkeit nachzuweisen. Hartmut Thomas kann sich noch heute gut an die hemdsärmlichen Methoden erinnern, mit denen damals gearbeitet wurde: „Heute würde man sofort entlassen werden, wenn man so mit einem Wafer umgehen würde, das wäre ein Unding. Wenn bei den ersten Mustern der Einschaltwiderstand zu hoch war, dann haben

wir die Chips auf eine dreihunderter Schlichtfeile gelegt und die Rückseite per Hand abgeschliffen, bis der Wert stimmte. Dann wurde der Chip in das Gehäuse eingebaut.“ Immerhin konnte die kleine Entwicklungsgruppe so nachweisen, daß die Idee funktioniert.

Parallel dazu wurde in München Freimann eine Fertigungshalle mit 1000 m² Reinraum aufgebaut und bis 1980 fertiggestellt. Die SIPMOS-Entwickler zogen nach gut einem Jahr von der Balanstraße wieder an den Frankfurter Ring. Es schien zunächst, als sei das größte Problem gelöst, denn die prinzipielle Machbarkeit eines MOS-Leistungstransistors war nun nachgewiesen.

Sorgenkind Ausbeute

Aber die wirklichen Herausforderungen tauchten erst beim Aufbau der Fertigung auf. Die Ausbeute war völlig unzureichend und konnte nicht stabilisiert werden. Dabei ging es nicht nur um technische und technologische Fragen. Die meisten Mitarbeiter in der Produktion kamen aus der früheren Geräteproduktion des Standortes. Da fehlte es einfach an Kenntnissen über die Arbeit in Reinräumen und auch an Einsicht zur Einhaltung der Vorschriften, z.B. beim Tragen der Reinraumkleidung. Aber auch an technischen Problemen gab es keinen Mangel. So wurde erst durch langwierige Untersuchungen festgestellt, dass die Abgaspartikel der Lieferanten-LKWs, die vor dem Produktionsgebäude an die Rampe fahren, durch die Filteranlagen nicht vollständig ausgesiebt wurden. Die in der Reinraumluft verbleibenden Partikel sorgten für zunächst „unerklärliche“ Ausbeuteschwankungen.

Ein weiteres Problem war die verwendete Chipbond-Methode. Beim SIPMOS wurden Chip und Gehäuse durch Kleben verbunden, während die Konkurrenz das bewährte Lötverfahren anwendete. Das Klebeverfahren brachte zwar Vorteile bei der Lastwechselfähigkeit der Bauelemente. Aber der thermische Widerstand, eine für Leistungsbaulemente ganz besonders wichtige Kenngröße, war deutlich höher. Um die gleiche Verlustleistung abführen zu können, mussten die SIPMOS-Transistoren eine ca. 30 – 50 % größere Chipfläche haben, als die Transistoren der Konkurrenz. Kleinere Chips aber sind ein Weg zur Verringerung der Fertigungskosten pro Chip und zur Erhöhung der Ausbeute. Erst nach Jahren wurde dieses Problem mit der Einführung moderner Lötbonder gelöst. Später wurde das Metallgehäuse ganz durch TO220-Plastgehäuse ersetzt.

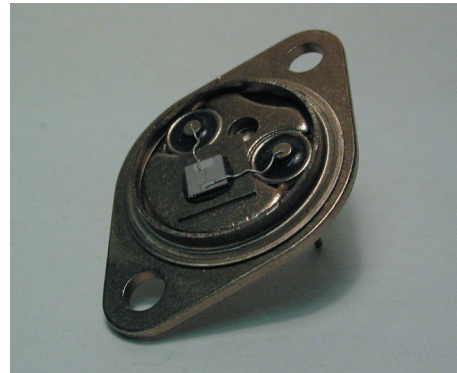


Bild 5: SIPMOS-Transistor BUZ10 im geöffneten Metallgehäuse

Schließlich war auch die mangelnde Festigkeit des SIPMOS gegen den sogenannten „Avalanche-Durchbruch“ ein lang andauerndes Problem.

Aus all diesen Gründen trat die sonst aus der Halbleitertechnik bekannte Lernkurve, d.h. der kontinuierliche Anstieg der Ausbeute durch Verbesserung des Herstellungsprozesses beim SIPMOS, einfach nicht ein. Die Folge waren über Jahre andauernde, hohe Verluste. Also musste sich die Entwicklungsgruppe um Jenő Tihanyi auch mit der Lösung von Fertigungsproblemen befassen.

Neue Ideen

Gleichzeitig entstanden in der Tihanyi-Ideenwerkstatt weiter neue Erfindungen. Bei der praktischen Erprobung des SIPMOS war schnell klar geworden, dass das Bauelement wesentlich robuster wäre, wenn es über Schutzfunktionen verfügen würde.

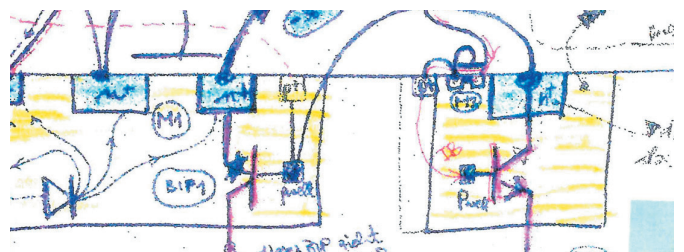


Bild 6: Eine von Tihanyi's vielen Ideenskizzen.

Von dieser Idee führt ein gerader Weg zum TEMPFET, der nichts anderes ist als ein übertemperatursicherer und kurzschlussfester SIPMOS. Ein Chip-on-Chip-Sensor schaltet das Bauelement bei Temperaturen über 150 °C ab und schützt es so vor Zerstörung.

Auch am Avalanche-Problem wurde intensiv weiter gearbeitet. Hier ging es darum, geeignete Technologien und Strukturen für den Randbereich des SIPMOS-Chips zu entwickeln, um die dort entstehenden großen Feldstärken zu reduzieren. In der Liste der Tihanyi-Patente findet man

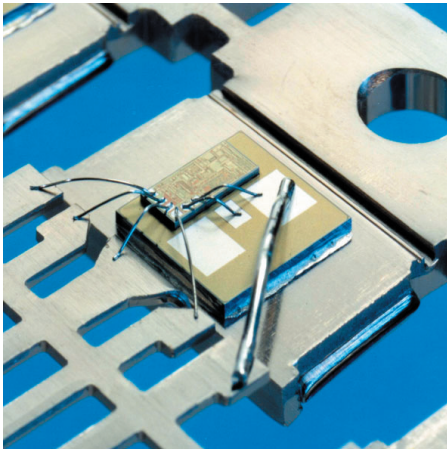


Bild 7: Smart-SIPMOS als Hybridvariante: Der Chip mit Steuer- und Schutzfunktionen wird auf den eigentlichen SIPMOS-Leistungstransistor aufgeklebt und über Bonddrähte verbunden.

ein gutes Dutzend Anmeldungen, welche sich nur mit diesem Problem befassen.

Die Integration weiterer Schutzfunktionen führte zum sogenannten Smart-SIPMOS-Transistor. Der erste dieser Transistoren, der BTS412, kam 1986 auf den Markt. Einen Artikel über dieses Bauelement beendete Tihanyi mit den Worten „The initial results are highly promising and it is to be hoped that technical advances will lead to commercial success.“^[1]. Gerade daran mangelte es aber immer noch – am kommerziellen Erfolg.

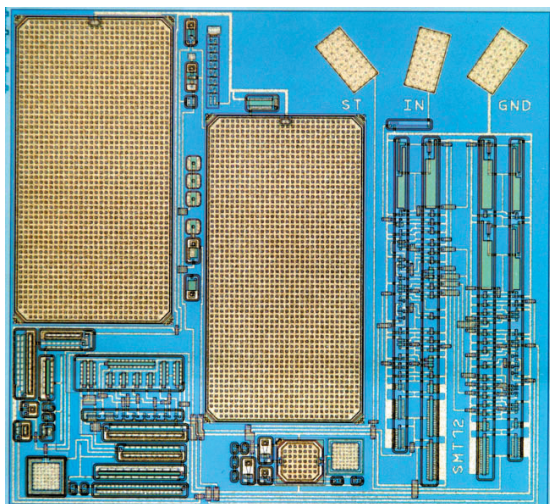


Bild 8: Chipfoto des ersten Smart-SIPMOS-Transistors vom Typ BTS412 von 1986

Einstellen oder Weitermachen?

Schon 1985 war von der Siemens-Zentralabteilung ZBO eine erste Untersuchung zur Situation beim SIPMOS-Projekt eingeleitet worden. 1987 wurde in einer internen Umfrage unter Leitungsmitgliedern festgestellt, dass beim SIPMOS Technologieentwicklung, Kapazitätsanpassung und Marktbedürfnisse vernachlässigt worden waren. Beklagt wurden eine „unternehmerische Verwaisung“ und das

Fehlen einer „einheitlichen, übergeordneten Orientierung“ für SIPMOS. Hinzu kam eine Unterschätzung des Aufwands und der notwendigen Ressourcen für die Überleitung des SIPMOS in eine stabile und profitable Produktion. Es war falsch, das Entwicklerteam auch noch mit dieser Aufgabe zu belasten. Entwicklungsingenieure und Fertigungsingenieure denken und handeln unterschiedlich. Der Entwickler will den Prinzipnachweis für seine Idee, der Fertiger will eine stabile, hohe Ausbeute und geringe Kosten.



Bild 9: Der Standort Villach im Jahre 1988, im Hintergrund die Halle 15. Seit 1984 waren hier 256-kBit-DRAM-Speicher hergestellt worden. Ab 1988 wurde in dieser Halle die SIPMOS-Produktion aufgebaut.

1988 wurde dann endlich eine Grundsatzentscheidung getroffen, die das Überleben des SIPMOS-Projektes doch noch sicherte: Die Fertigung wurde von München-Freimann nach Villach verlagert.

Erich Wallner, der zu dieser Zeit den Standort München F leitete, erinnert sich: „Damals hat Dr. Fischer, im Vorstand des Halbleitersbereiches zuständig für Technik . . . , den Siemens-Vorstand am Wittelsbacher Platz überzeugt, dass ein Halbleiterhersteller ohne Leistungstransistoren nur ein Torso ist. Daraufhin wurde unter der Patenschaft von Dr. Fischer das Projekt SIPMOS mit dem Ziel gegründet, rasch ein profitables Geschäft daraus zu machen. Dr. Tihanyi hatte immer die Vorstellung, für den SIPMOS alte Speicher-Fertigungen zu verwerten. Die ursprüngliche Idee der Herstellung von Leistungs-MOS-Transistoren mit Speichertechnologien hat man da umgesetzt. Villach war in Bezug auf Reinraum, Defektdichte usw. viel besser als Freimann. Man hat mit der Verlagerung zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen: Für Villach wurde die Beschäftigung gesichert und die Standort-Nachteile vom Frankfurter Ring konnten korrigiert werden.“

¹ Summe der vier SIPMOS-Produktgruppen Leistungstransistoren, Kleinsignaltransistoren, Smart-FET und Module. Über lange Jahre hinweg konnte einzig mit den SIPMOS-Kleinsignaltransistoren ein positives Ergebnis erwirtschaftet werden..

SCRIPTUM

Historic Archive

Jun 2011

S 5

Allerdings waren damit die Probleme noch nicht automatisch gelöst. Schließlich mussten in Villach die Technologieschritte für den SIPMOS erst neu entwickelt werden. Jedoch zeigten sich erste Hoffnungszeichen am Horizont: Die Verluste des Geschäftsgebietes SIPMOS konnten stark verringert werden, von – 54 Mio. DM (bei 57 Mio. Umsatz) im Geschäftsjahr 88/89 DM auf – 9,5 Mio. DM (bei 97 Mio. Umsatz) im Geschäftsjahr 91/92.

Im gleichen Jahr kam vom Siemens-Zentralvorstand eine ultimative Forderung: Das SIPMOS-Projekt muss innerhalb von zwei Jahren den „Break Even“ erreichen, oder es wird eingestellt. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde nun unter Leitung von Erich Wallner das SIPMOS-Improvement-Programm (S.I.P.) ins Leben gerufen. Mit Erfolg, denn 1994 konnte das Geschäftsgebiet zum ersten Mal schwarze Zahlen vorweisen. Ab 1998 wurde dann mit „Vision 10“ ein weiteres Programm gestartet, um den Marktanteil bei MOS-Leistungstransistoren auf 10% zu erhöhen.

Drei Zutaten

Fünfzehn Jahre waren vergangen, von der ersten Idee bis zu den ersten schwarzen Zahlen. Die Geschichte des SIPMOS-Transistors ist ein Musterbeispiel dafür, welch langer Atem in der Halbleiterindustrie notwendig sein kann, um eine geniale Idee in einen geschäftlichen Erfolg zu verwandeln. Drei Zutaten werden benötigt: Die **innovative technische Idee** des Ingenieurs, die **ausdauernde und vorausschauende Förderung** durch die Führung und schließlich die **Nachfrage des Marktes**. Diese drei Voraussetzungen zusammenzubringen – das ist das Einfache, was oft schwer zu machen ist.

Beim SIPMOS-Transistor ist dieses Kunststück gelungen, weil viele Mitarbeiter, Ingenieure und Führungskräfte an den Erfolg dieses Projektes glaubten und sich dafür engagiert haben. Nur wenige konnten hier namentlich erwähnt werden. Jenö Tihanyi selbst hat auf dem langen Weg zum Erfolg nie den Optimismus verloren. An Karriere wenig interessiert, an der Realisierung seiner Ideen umso mehr, war er die treibende Kraft, die das Projekt vor dem mehrfach drohenden „Aus“ bewahrte. Sein langjähriger Mitarbeiter Hartmut Thomas sagt dazu: „Er war ein absolut positiv denkender Mensch. Für ihn ging es nie rückwärts, nur vorwärts. Wenn mal was schief ging, dann hieß es, wir haben wieder gelernt und dann ging es weiter.“

Tihanyi-Erfinder-Preis?

Infineon hat dem Erfinder Jenö Tihanyi viel zu verdanken. Er wurde in den 90er Jahren viermal zum Erfinder des Jahres gekürt und 2002 war er einer der Preisträger des Innovationspreises der Deutschen Wirtschaft. Als bei Infineon der „Technical Ladder“ eingeführt wurde, erhielt er verdientermaßen den höchsten Titel „Fellow“. Trotzdem ist die Frage naheliegend, ob heute sein Wirken in unserer Firma nicht eine höhere moralische Würdigung erfahren sollte. Wie wäre es mit einem Tihanyi-Preis, jährlich ausgesetzt für erfolgreiche Infineon-Erfinder? Denn – seien wir ehrlich – wenn es den SIPMOS-Transistor und all die von dessen Grundidee abgeleiteten Leistungsbaulemente nicht geben würde, wäre Infineon's heutige herausragende Stellung auf dem Gebiet der Leistungshalbleiter nicht denkbar. »



Bild 10: Verleihung des Innovationspreises an Infineon im Januar 2002 in der alten Oper in Frankfurt. (v.l.n.r.): Dr. Ing. Jenö Tihanyi, Ulrich Max Müller (Chef von Unisys Deutschland), Edelgard Bulmann (Bundesforschungsministerin), Dr. Ulrich Schumacher, Dr. Reinhard Ploss und Lothar Späth .

[1] Tihanyi, Jenö: „Smart SIPMOS Technology, Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichte, Bd.17 (1988), Nr.1, S.35-42

[2] think SIMOS, Mitarbeiterinformation 5/93[3]:

[3] Siemens (Hrsg.): Leistungshalbleiter SIPMOS und IGBT, Katalog 1990

[4] Interview des Autors mit Erich Wallner vom 7.11.2008

[5] Interview des Autors mit Karl Platzöder vom 3. Februar 2009

[6] Interview des Autors mit Hartmut Thomas vom 16.3.2011

[7] Interview des Autors mit Jens-Peer Stengl und Nada Tihanyi vom 22.3.2011

SCRIPTUM

Historic Archive

Jun 2011
S 6

Personelle Veränderungen beim Historischen Archiv

Der Verkauf des Infineon Wireless-Geschäftes an die Firma Intel berührt auch die Arbeit des Historischen Archivs. Dr. Harald Gossner, der zusammen mit Uwe Marx das Historische Archiv gründete, wechselte zu IMC und musste daher seine Mitarbeit im Historischen Archiv beenden. Dr. Harald Gossner hat sich in den vergangenen Jahren besonders um das Thema Ausstellungen verdient gemacht. Wir möchten ihm für seine engagierte Mitarbeit herzlich danken.

Für Rudolf Seibert, ebenfalls langjähriges Mitglied des Historischen Archivs, hat im Februar 2011 die zweite Phase der Altersteilzeit begonnen. Aus diesem Grund kann er

leider nicht mehr im Historischen Archiv mitarbeiten. Wir möchten Harald und Rudolf für ihre engagierte Mitarbeit herzlich danken.

Das Historische Archiv erhält gleichzeitig Verstärkung durch Horst Schuler und Hartmut Thomas. Beide sind vielen Mitarbeitern durch ihre langjährige Tätigkeit im Betriebsrat bekannt. Neben anderen Aufgaben werden sie nun auch für das Historische Archiv tätig sein. Auch Christoph Kutter arbeitet seit einiger Zeit im Historischen Archiv mit. Uwe Marx hat zwar seine aktive Laufbahn bei Infineon im Oktober 2009 beendet, wird aber dem Archiv auch zukünftig mit seinen Erfahrungen zur Seite stehen. ■

Jörg Berkner

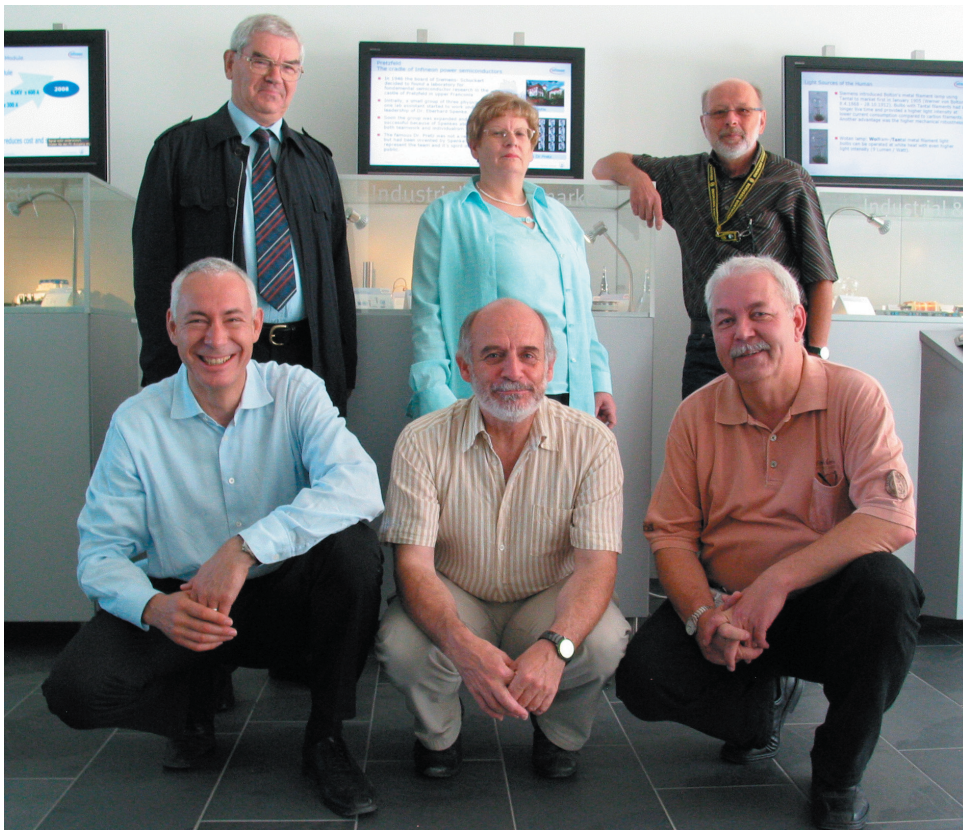


Bild 11: Die Mitglieder des Historischen Archivs vor den Ausstellungsvitrinen im Kubus (obere Reihe v.l.n.r.): Uwe Marx, Monika Dürmaier, Hartmut Thomas. (untere Reihe v.l.n.r.): Christoph Kutter, Horst Schuler, Jörg Berkner.

Copyright

Alle Rechte bei der Infineon Technologies AG. Die Rechte des Autors auf weitere Verwertung bleiben unberührt. Der Leser ist berechtigt, persönliche Kopien für wissenschaftliche und nicht-kommerzielle Zwecke anzufertigen. Jede darüber hinausgehende Nutzung bedarf der ausdrücklichen schriftlichen Zustimmung der Infineon Technologies AG.

Bitte schreiben Sie an j.berkner@infineon.com, wenn Sie Anmerkungen und Ergänzungen zu dieser Scriptum-Ausgabe oder Interesse an der Mitarbeit im Historischen Archiv haben.

Impressum

Scriptum ist eine Veröffentlichung des Historischen Archivs der Infineon AG am Standort München-Campeon

Redaktion: Uwe Marx, Jörg Berkner, Monika Dürmaier

Bilder: Jörg Berkner (3), Historisches Archiv (3), Rainald Sander (1), Jens-Peer Stengl (1), Nada Tihanyi (3)

Ausgabe: 2011-06-17 Satz: 2011-06-24

*Infineon Technologies AG - Vorsitzender des Aufsichtsrats: Wolfgang Mayrhuber
Vorstand: Peter Bauer (Vorsitzender), Dominik Asam, Dr. Reinhard Ploss
Sitz der Gesellschaft: Neubiberg / Registergericht: München, HRB 126492*