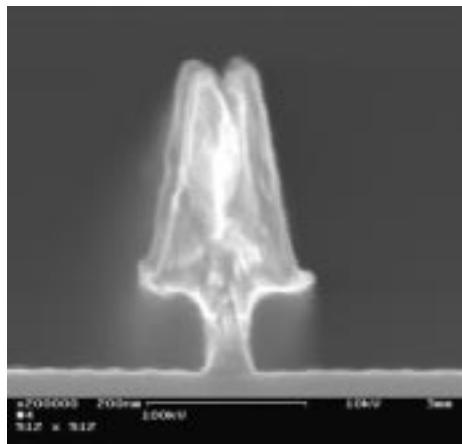


1957 – 2007

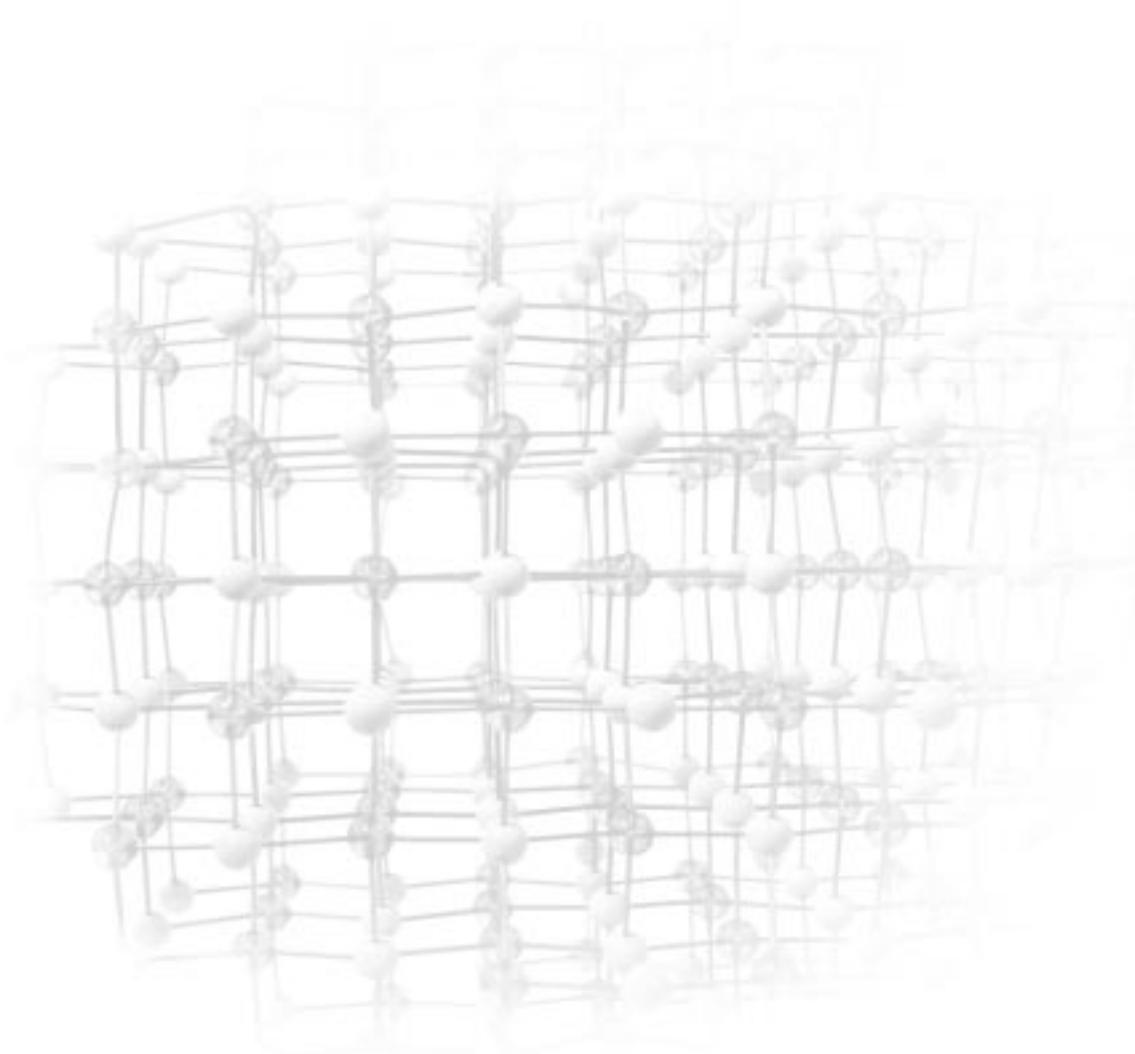


**heller
schneller
stärker**



**Die schnellsten MMICs der Welt
kommen aus dem Fraunhofer IAF:
InAlAs/InGaAs-Transistor mit 50 nm
Gatelänge und 380 GHz Grenzfrequenz.**

50 Jahre Fraunhofer IAF
heller – schneller – stärker
Jubiläumsschrift



Günter Weimann

Institutsleiter Fraunhofer IAF

heller – schneller – stärker



Unser Jubiläumsmotto beschreibt, chronologisch zwar etwas ungenau, die folgenreichen Erfindungen und Entwicklungen, die unsere Welt noch immer verändern.

Als der Transistor 1947 erfunden wurde, erreichte er das hohe C und verstärkte Wechselstromsignale bis zu einigen Kilohertz. Unsere heutigen Transistoren am IAF haben Grenzfrequenzen von einigen hundert Gigahertz: 100 000-mal *schneller*. Die ersten – und sehr dunklen – Leuchtdioden hatten eine Lichtausbeute von 0,1 Lumen/Watt, heute erreichen LEDs 100 Lumen/Watt: 1 000-mal *heller*. Unsere GaN-Transistoren haben heute Leistungsichten von 10 Watt/mm Gateweite: 10-mal *stärker* als die auf GaAs basierenden Vorgänger.

Als das IAF 1957 gegründet wurde, waren die III/V-Verbindungshalbleiter gerade fünf Jahre alt, der Halbleiterlaser sollte erst fünf Jahre später erfunden werden. Das damals gegründete Institut für Elektrowerkstoffe hatte den Auftrag, Materialentwicklung für wehrtechnische Anwendungen zu betreiben. Das zuständige Verteidigungsministerium erwies sich übrigens als viel weitsichtiger, als die amerikanischen Militärs seinerzeit: nach der Erfindung des Transistors hielten sie diesen weder für geheimhaltungs- noch förderungswürdig – letzteres sicherlich

noch enttäuschender für die Erfinder. Das Institut für Elektrowerkstoffe wurde jedoch bald an gehalten, sich mit den modernen Halbleitern zu beschäftigen, damit war sein Weg vorgezeichnet.

Diese Ausrichtung wurde erfolgreich fortgesetzt mit den vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (damals noch BMFT – Forschung und Technologie) geförderten Verbundprogrammen auf dem Gebiet der III/V-Halbleiter, mit Vernetzung der Forschungslandschaft und ausgeprägten Industriekooperationen. Das IAF konnte damit seine zivile Vertragsforschung ausbauen und wurde zu einem führenden Forschungsinstitut für Mikro- und Optoelektronik auf der Basis von Galliumarsenid und seinen Verwandten.

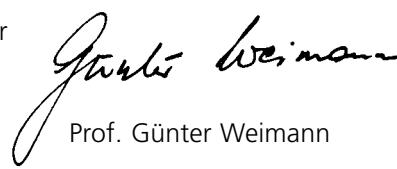
Es war ein erfolgreicher Weg mit den III/V-Halbleitern und der gesamten Kette von Materialentwicklung, Prozesstechnologie, Bauelementen und integrierten Schaltungen. Das IAF hat die bahnbrechenden Fortschritte in der Halbleitertechnologie mitgemacht, oft vorangetrieben. Entwicklungen wie die Molekularstrahlepitaxie für das atomlagengenaue Kristallwachstum von Halbleiterstrukturen und die Lateralstrukturierung im Nanometerbereich haben neue Bauelemente – auch Quanteneffektbauelemente – ermöglicht, diese gehören schon seit vielen Jahren zum Portfolio des Fraunhofer IAF.

Einige Beispiele seien hier genannt: Im wehrtechnischen Bereich setzten Infrarotdetektoren mit höchster thermischer Auflösung und bispektrale Detektoren neue internationale Maßstäbe, ebenso wie Millimeterwellenschaltungen mit höchsten Frequenzen. Im zivilen Sektor gehören GaN-Leistungsverstärker für die Mobilkommunikation, Quantenkaskadenlaser und Leistungslaser zu den herausragenden Ergebnissen.

Das IAF war und ist erfolgreich, gestützt durch die Finanzierung und Förderung von BMVg und BMBF – aber auch durch das Vertrauen unserer in- und ausländischen Industriepartner. Dafür danken wir.

Messlatte für unsere Erfolge sind auch wissenschaftliche Preise und erfolgreiche Ausgründungen. Entscheidend für Erfolg und Innovationen – in fünfzig Jahren immer wieder erreicht – sind aber Wissen, Können und Fleiss der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des IAF. Dafür bedanke ich mich und wünsche dem IAF, für das ich zwölf Jahre arbeiten durfte, weiterhin Erfolg und gute Ideen.

Ihr



Prof. Günter Weimann



Inhaltsverzeichnis

Grußworte	2
Ein halbes Jahrhundert Halbleiter 50 Jahre Fraunhofer IAF	8
Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik im Kontext der bundesdeutschen Forschungs- und Innovationsgeschichte: Ein zeithistorischer Essay <i>Helmut Trischler</i>	29
Kundenlösungen	68
Menschen am Fraunhofer IAF	75
Die Zukunft ist hell	89

Hans-Jörg Bullinger

Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft

Öffnung – der Schlüssel zu Innovationen



»Die Wissenschaft braucht Zusammenarbeit, in der sich das Wissen des einen durch die Entdeckung des anderen bereichert.«
Ortega y Gasset

Nach der anfänglichen Euphorie gehen neue Forschungsansätze durch ein langes Tal der Ernüchterung und brauchen oft mehr als ein Jahrzehnt, bis sie sich am Markt durchsetzen und bewähren können. Zunächst eröffnen neue Technologien ein unüberschaubares Potenzial an Möglichkeiten. Die Leistung von Innovatoren besteht darin, diese Vielfalt auf die erfolgsversprechenden Anwendungsfelder zu reduzieren. So gehören Durchhaltevermögen, Anpassungsfähigkeit und Orientierung am Kunden zu den entscheidenden Erfolgsfaktoren. Ohne langfristige Strategie und kapitalkräftige Partner sind viele Inventionen nicht umsetzbar.

Grundlegende technologische Durchbrüche bilden die Voraussetzung für neue Schlüsseltechnologien, deren Beherrschung für eine Volkswirtschaft erfolgskritisch ist, weil sie viele Technologiegebiete und Wirtschaftsbranchen radikal verändern. Die meisten Innovationen sind aber »inkrementelle« Verbesserungen; Produkte oder Verfahren werden entlang bestimmter »technologischer Pfade« schrittweise verbessert. Früher ging man davon aus, dass Innovationen in einer linearen Abfolge entstehen: Grundlagenforschung – Angewandte Forschung – Experimentelle Entwicklung – Markteinführung – Marktdurchdringung. Heute wissen wir, dass einzelne Phasen vielfach miteinander rückgekoppelt sind. Und so stellt sich auch das Zusammenwirken von verteidigungsbezogener Forschung und ziviler Anwendung heute in einem anderen Bild dar.

Die Geschichte des IAF zeigt die ganze Bandbreite der großen technologischen Fortschritte, der kleinen Sprünge und der mühsamen Schritte in die Anwendung. Die Flüssigkristalle, eines der frühen Forschungsgebiete des IAF, haben Jahrzehnte gebraucht, bis sie sich aus der Nische befreien konnten und in die Massenanwendung überführt wurden. Heute haben die flachen LCD-Bildschirme nicht nur die Büros, sondern auch die Haushalte erobert. Doch in Zeiten des Booms kündigt sich bereits der Technologiewechsel auf OLEDs oder andere noch neuere Displaytechnologien an. Das unerbittliche Gesetz der Innovation demonstriert auch hier, dass auf dem Höhepunkt bereits der Abstieg beginnt.

Den III/V-Halbleitern mit ihrem überragenden Potenzial für Hochgeschwindigkeitsschaltungen und Optoelektronik blieb bisher der Durchbruch in den Massenmarkt versagt. Im Jahr 1989 kündigte Hans S. Rupprecht, Leiter des IAF, gemeinsam mit Roland Diehl in der Titelgeschichte von

Bild der Wissenschaft an: »Gallium-Arsenid: Das Zeitalter der Superchips«. Doch noch immer schlagen in den Herzen der Computer Chips aus Silizium den Takt der digitalen Revolution. So wurde mit Siliziumchips die Taktfrequenz seit 1989 um den Faktor 50 beschleunigt, die Zahl der Transistoren pro Chip stieg sogar auf das 500fache. Allerdings: In Mobiltelefonen, Anlagen der Nachrichtenübertragung und im Abstandradar von Oberklassefahrzeugen haben sich Chips aus Galliumarsenid durchgesetzt. Und die Verbindungshalbleiter werden noch weitere innovative Lösungen hervorbringen. So hat die Forschung zur Gallium-Nitrid-Leistungselektronik am IAF zu einem großen Industrieprojekt geführt, in dem Leistungsverstärker für energieeffiziente Mobilfunk-Basisstationen entwickelt werden. Günter Weimann, der seit 1995 Institutsleiter ist, hat das Institut noch stärker an den Bedürfnissen der Industrie ausgerichtet.

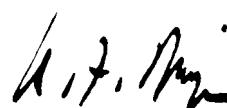
Ähnliche Erfolge im »dual use« zum zivilen Markt konnte das IAF in der Infrarotsensorik, bei Halbleiterlasern und in der Herstellung von Diamantschichten erreichen. IAF-Forschern gelang es weltweit erstmalig, einen zweifarbigem Detektorchip zu entwickeln, der in der Lage ist, gleichzeitig Strahlung in verschiedenen Wellenlängen wahrzunehmen. Für die bildgebende Infrarottechnologie stellt die Entwicklung dieser neuen Wärmebildgeräte einen entscheidenden Qualitätssprung dar: So können die extrem empfindlichen Detektoren nicht nur bei Frühwarnsystemen der Luftfahrt eingesetzt werden, sondern auch im Klimaschutz, der Überwachung von Industrieanlagen und Raffinerien und zur besseren Diagnostik in der Medizintechnik. Für diese Arbeiten wurde kürzlich der Landesforschungspreis Baden-Württemberg verliehen. Bereits im Jahr 2002 ging diese hohe Auszeichnung an das IAF für die Entwicklung neuer Halbleiterlaser.

Auch für die Entwicklung des »blauen Lasers« lieferte das IAF wichtige Grundlagen.

Zur langfristig größten Erfolgsgeschichte könnte sich die Erfindung der weißen Leuchtdiode entwickeln. LEDs haben inzwischen die Nischenbereiche der kleinen Anzeigen verlassen und erobern Schritt für Schritt alle Domänen der Beleuchtung. Schon heute sind sie in Ampeln und Autobremslichtern zur alltäglichen Erscheinung geworden. In wenigen Jahren werden sie die Glühbirnen und Halogenlampen in unseren Büros und Wohnungen verdrängen. Und auch diese Innovationsgeschichte lohnt sich genauer zu untersuchen. Denn wieder einmal zeigt sich, dass auch eine überlegene Technologie Zeit, Durchhaltevermögen und finanzstarke Partner braucht, um sich durchzusetzen. Fraunhofer-Forscher entwickeln Ideen und liefern die technologische Basis für neue Produkte und Dienstleistungen, doch zur Innovation werden sie erst, wenn sie von einem Unternehmen erfolgreich in den Markt eingeführt und durchgesetzt werden. Deshalb sind langfristige Partnerschaften und strategische Kooperationen, wie sie das IAF mit zahlreichen Unternehmen pflegt, so wichtig für die Stärkung der Innovationsfähigkeit der deutschen Wirtschaft.

Zum Jubiläum würdigen wir die Leistungen des IAF der vergangenen 50 Jahre. Wir wünschen den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern auch in Zukunft genügend gute Ideen und vor allem Mut, Ausdauer und Entschlossenheit zur Eroberung von technologischem Neuland.

Ihr



Prof. Hans-Jörg Bullinger
Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft

Peter Eickenboom

Staatssekretär im Bundesministerium der Verteidigung

Grußwort



Die Bundeswehr gratuliert dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF zu seinem 50-jährigen Bestehen. Wir möchten dadurch auch unsere Verbundenheit mit einem der ältesten Fraunhofer-Institute ausdrücken, die sich der angewandten Forschung verschrieben haben. Das Fraunhofer IAF geht auf das »Institut für Elektrowerkstoffe IEW«, damals das vierte Forschungsinstitut der Fraunhofer-Gesellschaft, zurück. Gegründet aus dem Institut für physikalische Chemie der Universität Freiburg, lagen die Forschungsschwerpunkte des damaligen Fraunhofer IEW in der Infrarot-, Mikrowellen- sowie Halbleiter- und Lumineszenzphysik. 1970 erfolgte die Umbenennung in das heutige »Institut für Angewandte Festkörperphysik«.

Heute sind in der Fraunhofer-Gesellschaft über 56 Institute integriert. Die Fraunhofer-Gesellschaft im Allgemeinen und das Fraunhofer IAF im Besonderen stellen ein sichtbares Zeichen erfolgreicher, international etablierter Forschungstätigkeit und deutscher Forschungsförderungspolitik dar. Mit seinen fast 200 Mitarbeitern ist das Fraunhofer IAF auch eine feste Größe für die Zusammenarbeit mit der Bundeswehr. Das Fraunhofer IAF gehört zu den Gründungsmitgliedern des Fraunhofer-Verbundes »Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS«. Die mittlerweile sechs Fraunhofer-Institute des VVS sind mit besonderem Erfolg auch auf dem Gebiet der wehrtechnischen Forschung tätig. Der VVS liefert wertvolle, anwendungsnahre Forschungsergebnisse, um zur inneren und äußeren Sicherheit der Bundesrepublik Deutschland beizutragen.

In den zurückliegenden 50 Jahren ist das Fraunhofer IAF zu einem in Deutschland und Europa führenden Forschungsinstitut im Bereich der Halbleitertechnologien geworden. Das Bundesministerium der Verteidigung und das

Bundesministerium für Bildung und Forschung hatten hierfür mittel- bis langfristige Förderungsprogramme aufgelegt. Die IAF-Forschungsarbeiten befassen sich mit der Material-, Bauelemente- und Schaltungsentwicklung und decken alle Prozesse vom Entwurf bis hin zur Fertigung von kleinen und mittleren Serien ab. Die Verbindungshalbleiter des Fraunhofer IAF finden Anwendung in der Nano-, Mikro- und Optoelektronik. Der Rüstungsbereich des Bundesministeriums der Verteidigung kann davon unmittelbar profitieren.

Im Bereich der militärischen Forschung & Technologie wurden in den 80-er Jahren im Bereich von Gallium-Arsenid (GaAs) Forschungsarbeiten auf den Gebieten der Technologieentwicklung, der Hochfrequenzelektronik und bei Infrarotdetektoren durchgeführt. Aufgrund ihres hohen Dual-Use-Potenzials war die GaAs-Technologie für viele Anwendungen attraktiv. In den letzten Jahren wurde darüber hinaus eine im europäischen Vergleich herausragende Stellung in der Gallium-Nitrid (GaN)-Technologie für Leistungselektronik erzielt, die für den Einsatz in den Bereichen Mobilfunk und luftgestützte Radarsysteme vorgesehen ist.

In der Infrarottechnik wurden immer hochleistungsfähigere Infrarotdetektoren entwickelt. Mitarbeiter des Fraunhofer IAF wurden dieses Jahr zum zweiten Mal in der Geschichte der Fraunhofer-Gesellschaft mit dem »Landesforschungspreis Baden-Württemberg« ausgezeichnet. Ihre weltweite Erstentwicklung einer »bispektralen Infrarot-Kamera« liefert hochauflösende Farbbilder bei Nacht. Die IR-Kamera findet Anwendungen in Flugzeugen als Detektor von Flugkörperwarnsystemen, als Sensor in Sicherheitssystemen, in der Medizintechnik und bei der Klimaforschung.

Dem Fraunhofer IAF ist es in den zurückliegenden 50 Jahren gelungen, mit einem außerordentlich hohen Maß an Dynamik, Innovation, Engagement und Eigeninitiative den Prozess der technologischen Weiterentwicklung entscheidend mitzuprägen und voranzutreiben. Für die Bundeswehr und insbesondere für den Bereich der Rüstung haben die IAF-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter entscheidend zum Erhalt einer umfassenden Urteils- und Beratungsfähigkeit auf dem Gebiet der Hochfrequenzschaltungen und der optoelektronischen Bauelemente beigetragen. Die Leistungsfähigkeit des Fraunhofer IAF hat über 50 Jahre das Motto ihres Jubiläums eindrucksvoll hinterlegt: heller, schneller, stärker.

In einem übergeordneten Zusammenhang lassen sich auch weiterhin neue Herausforderungen identifizieren. Die bisherige strikte Trennung zwischen wehrtechnischer und ziviler Forschung ist nicht mehr zeitgemäß, der politische Paradigmenwechsel fordert einen verstärkten »Dual-Use« in der Sicherheitsforschung. Das Fraunhofer IAF ist für den neuen Ansatz bestens aufgestellt. Zusammen mit den anderen Instituten hat das Fraunhofer-Modell sogar Wissenschaft, Politik und Verwaltung überzeugt, die Bundeswehr-eigenen Forschungsinstitute der FGAN zukünftig unter das Dach der Fraunhofer-Gesellschaft in den Verbund VVS zu integrieren.

Im Namen der Leitung des Bundesministeriums der Verteidigung und des Ministers gratuliere ich dem IAF besonders herzlich zum Geburtstag!



Dr. Peter Eickenboom
Staatssekretär im Bundesministerium
der Verteidigung

Frieder Meyer-Krahmer

Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung

Grußwort



Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik hat in seinem 50-jährigen Wirken viele Erfolgsgeschichten von Innovationen »made in Germany« geprägt. Die Welterfolge von Halbleiterdioden aus Deutschland für Beleuchtungsanwendungen sowie Laserdioden für Materialbearbeitung und Informations- und Kommunikationstechnologien wären ohne das IAF nicht denkbar gewesen. Das IAF hat die wissenschaftlichen Grundlagen für energiesparende Leistungselektronik gelegt und damit den Weg zu erheblicher CO₂-Einsparung gewiesen. Das zeigt, wie durch das Fraunhofer-Modell Brücken zwischen Wissenschaft und Wirtschaft geschlagen werden und sogar Aufholjagden im internationalen Wettbewerb durch exzellente Forschung entschieden werden können.

Die Exzellenz der Forschung am IAF ist mit den Namen vieler Wissenschaftler verbunden, aber besonders auch mit Herrn Professor Weimann als langjährigem Leiter. Mit dem Jubiläum in diesem Jahr wird Herr Professor Weimann seinen Ruhestand antreten. Ich bedanke mich für gute Zusammenarbeit und wünsche seinem Nachfolger ein ebenso innovationsförderndes Wirken.

Auch für die Zukunft sehen wir das IAF gut aufgestellt. Die Forschungspolitik in den nächsten Jahren wird durch die Umsetzung der Hightech-Strategie geprägt sein. In die Hightech-Strategie wird die Bundesregierung in den Jahren 2006 bis 2009 rund 14,7 Mrd € investieren. Das Signal ist klar: Vorfahrt für Innovation durch Forschung! Ein zentrales Ziel ist, dass Forschungsergebnisse schnell in die Anwendung gebracht werden. Der Fokus liegt auf 17 prioritären Innovationsfeldern. Aus dem IAF sind Beiträge zu mindestens vier dieser Prioritäten zu erwarten, nämlich zu den Sicherheitstechnologien, den Informations- und Kommunikationstechnologien, der Nanotechnologie und den Optischen Technologien.

Die Informations- und Kommunikationstechnologien sind mit rund 50 Mio € Projektförderung seit 1990 der wichtigste Schwerpunkt am IAF aus Sicht des BMBF. Das BMBF hat die Förderstrategie in diesem Bereich mit dem Programm IKT 2020 neu ausgerichtet und auf die Ziele der Hightech-Strategie fokussiert. Durch Leitinnovationen werden ausgewählte Anwendungsfelder technologieübergreifend erschlossen. Dazu zählen insbesondere die Automobilelektronik, die

Logistik, die sichere Mobilität und die Gesundheit und Medizintechnik. Zusätzlich wird durch Technologieverbünde branchenübergreifend die Technologieführerschaft in ausgewählten Technologien ausgebaut.

Ich bin sicher: Das IAF wird zur erfolgreichen Umsetzung der Hightech-Strategie und insbesondere des Programms IKT 2020 seinen Beitrag leisten. Ich wünsche dem IAF dabei weiterhin die kreativen Ideen und deren konsequente anwendungsorientierte Verfolgung, die wir für den Erfolg der Hightech-Strategie brauchen.

Ihr



Prof. Frieder Meyer-Krahmer
Staatssekretär im Bundesministerium
für Bildung und Forschung

Ein halbes Jahrhundert Halbleiter 50 Jahre Fraunhofer IAF

26. März 1949:
Gründung der Fraunhofer-Gesellschaft (FhG) in München.

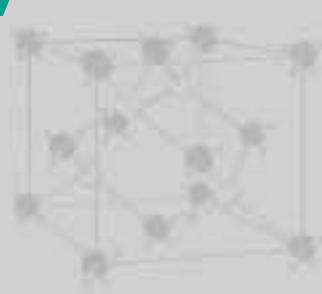
1950
»Amt Blank« wird eingerichtet als Dienststelle des »Beauftragten für die mit der Vermehrung der alliierten Truppen zusammenhängenden Fragen«.

1955
Gründung der Bundeswehr.
»Amt Blank« wird zum Bundesverteidigungsministerium (BMVg).

27. Mai:
In einer Sitzung im Geologischen Institut der Universität Freiburg wird zwischen Universität, Landesgewerbeamt Stuttgart, »Amt Blank« und Bundeswirtschaftsministerium die Gründung des Instituts für Elektrowerkstoffe IEW als Institut der Fraunhofer-Gesellschaft beschlossen.

1956
FhG übernimmt Verwaltungshilfe für Forschungsprojekte des BMVg.

vor 1957



1947
erster Transistor
(transfer-resistor)

1948
Feldeffekttransistor

1952
erste Ge-Einkristalle

III/V-Halbleiter:
Ge ist nicht rein genug,
Si ist nicht billig genug

1953
Prinzip der optischen
Verstärkung

1954
erste Si-Einkristalle

Rechner mit
1000 Transistoren

Eine Erfolgsgeschichte nimmt ihren Anfang

1. Juli: Institutsgründung als Institut für Elektrowerkstoffe IEW, untergebracht im Institut für physikalische Chemie der Universität Freiburg. Reinhard Mecke ist Institutsleiter.

1. November: Beginn der Forschungsarbeiten am IEW, erstes Projekt: »Entwicklung einer paramagnetischen Resonanzapparatur«.

5 Mitarbeiter/innen



Einweihung des Institutsneubaus am 25. März 1959.

24. März: Grundsteinlegung für gemeinsamen Neubau von IEW und Ernst-Mach-Institut in der Eckerstraße in Freiburg, geplante Baukosten 630 TDM.

Drei Abteilungen für
- Infrarot-Technik
- Mikrowellen
- Elektrolumineszenz

Betriebshaushalt: 400 TDM
Investitionen: 300 TDM
20 Mitarbeiter/innen

1957



Prinzip des Heterobipolar-Transistors

1958



erster integrierter Schaltkreis

Si-Solarzelle

1959





Fackelzug zum 70. Geburtstag von Reinhard Mecke.

Projektfinanzierung des IEW wird durch BMVg-Grundfinanzierung abgelöst:

Wirtschafts- und Stellenplan über 2,12 Mio DM und 61 Stellen.

Forschungsthemen:

- Festkörperphysik einschl. Kristall- und Halbleiterphysik
- Lumineszenz-, Infrarot- und Mikrowelleneigenschaften
- Analytik

Reinhard Mecke scheidet als Institutsleiter aus.

Forschungsinhalte:

- IR-Detektoren
- II/VI-Verbindungshalbleiter, z. B. ZnS
- Mikrowelleneigenschaften von Halbleitern

Verlagerung der Forschungsschwerpunkte auf Halbleiter und deren Anwendungen (auf Drängen des BMVg: »... keine Zeit für Hobbys ...«).

Erste Arbeiten zu Flüssigkristallen.

Erstes ziviles Drittmittelprojekt: Gas-Chromatographie an Wein u. a.

1965

1966

1967



1960 planarer Transistor, MOSFET

Rubin-Laser

1962 stimulierte Lichtemission aus GaAs p-n-Diode
erster Halbleiter-Laser

1963 Konzept der Heterostruktur

1965 Moore'sches Gesetz

Der neue Schwerpunkt: Halbleiter



Erste Ionenimplantationsanlage für verschiedene Ionen in Deutschland wird am IEW in Betrieb genommen.

Adolf Goetzberger übernimmt die Institutsleitung.

Halbleitertechnologie, auch an Si/SiO₂-Grenzflächen, wird Forschungsschwerpunkt.

FhG wird in die institutionelle Förderung des Bundes aufgenommen.

IEW wird in Fraunhofer-Institut für angewandte Festkörperphysik IaFP umbenannt.

Institut nimmt Mittelposition ein zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung auf dem Gebiet der Halbleiter- und Festkörperphysik.

1968



Ga- und As₂-Absorption:
Anfang der Molekularstrahlepitaxie

Metallorganische Gasphasenepitaxie von GaAs

1969



reduzierte Dimensionalität:
Quantenfilme, -drähte und -punkte

erste GaN-Schichten

1970



Doppelheterostrukturlaser im Dauerstrichbetrieb bei 300 K und Glasfaser:
Beginn der optischen Nachrichtentechnik

Liquid Crystal Display (LCD)
erster 1 kB-DRAM



IAF-Trakt wird aufgestockt. Institutsleiter Goetzberger überwacht Baufortschritt.

IaFP richtet 1. Infrarot-Kolloquium sowie 1. Freiburger Arbeitstagung »Flüssigkristalle« aus.

Betriebshaushalt: 3,0 Mio DM, davon 92 % BMVg-grundfinanziert
Investitionen: 0,6 Mio DM
ca. 70 Mitarbeiter/innen,
davon 40 Wissenschaftler/innen

29. Mai: Erste Sitzung des Institutsleitungsausschusses (ILA).

13./14. Dezember: Interministerielles Abkommen über gemeinsame Finanzierung des Instituts durch BMVg und BMFT.

Sieben Abteilungen:

- Festkörperphysik
- Festkörperchemie
- Halbleiter
- Ionenimplantation
- IR-Technik
- Mikrowellenphysik
- Flüssigkristalle

Forschungsthemen:

- Gunn-Effekt
- IR-Photokathoden aus PbSnTe
- III/V-Halbleiter

Inbetriebnahme der ersten SIMS (Secondary Ion Mass Spectrometry).

1971

1972

1973

Niederdruck-CVD
erste GaN-LEDs
Theorie des Quantenkaskadenlasers
DFB-Laser
μ-Prozessor

MOCVD für ternäre und quaternäre III/V-Verbindungen

IAF wird größer: zivile Forschung

Forschungsthemen:
Gunn- und InP IMPATT-Dioden
aus GaAs und InP.

Betriebshaushalt: 5,2 Mio DM,
davon 75 % BMVg-grundfinanziert
Investitionen: 2,0 Mio DM

Umbenennung in IAF.
Herausgabe des ersten
Tätigkeitsberichts.

Forschungsthemen:
- 90 GHz-Schottky-Mischerdioden
und InP-Gunn-Dioden
- Fluoreszenz-aktivierte
Flüssigkristall-Displays (FLAD)

1974



erster Mikroprozessor von Intel
»Intel 8080: the most important product of the 20th century«
elektrischer Transport in Übergittern
stimulierte Lichtemission aus GaN
quantisierte Elektronenzustände im Potentialtopf:
(AlGa)As-Quantenfilme

1975



Molekularstrahlepitaxie für Bauelemente
QW-Laser-Emission

1976

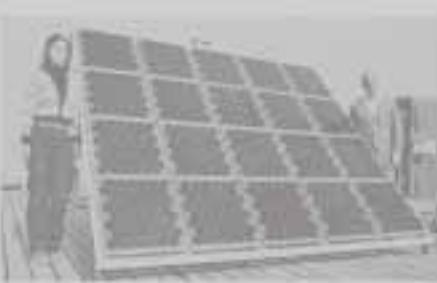




Sonnenkollektoren werden entwickelt. PbSnTe Detektor- und FLAD-Technologie werden an Industrie transferiert.

Betriebshaushalt: 6,4 Mio DM, davon 66 % BMVg-grundfinanziert
Investitionen: 1,4 Mio DM
115 Mitarbeiter/innen, davon 46 Wissenschaftler/innen

1977



erstes Glasfasernetz in Chicago

Raumnot: 2000 m² sind zu wenig für das wachsende Institut.

IAF installiert erste MBE-Anlage.

Erster Fraunhofer-Preis geht an IAF-Mitarbeiter W. Greubel und G. Baur: »Fluoreszenz-aktivierte Displays (FLAD)«.

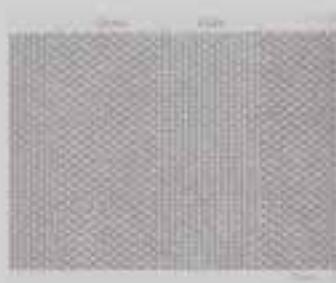
1978



Kleinserienherstellung von Oberflächenwellenfiltern und Esaki-Dioden.

Fraunhofer-Preis an R. Diehl, W. Jantz, W. Wetting: »High-Intensity Brillouin Scattering from Parametrically Excited Phonons in FeBO₃ and Vapour Growth of Bulk FeBO₃ Single Crystals«.

1979



Heterostruktur mit zweidimensionalem Elektronengas

Konzept des vertikal emittierenden Lasers

IAF wird kleiner ...



Gründung einer »Befristeten Wissenschaftlichen Arbeitsgruppe für Solare Energiesysteme« durch Adolf Goetzberger.

Goetzberger verlässt mit 20 Mitarbeiter/innen das IAF: Gründung des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE.

Gerhard Meier wird kommissarischer Institutsleiter des IAF.

Fraunhofer-Preis an U. Kaufmann: »Arbeiten über Defektanalyse in III/V-Halbleitern«.

Materialentwicklungen zu HgCdTe. Mikrowellenkomponenten für 40 – 140 GHz.

Versuche zur Lösungszonenzüchtung von Kristallen (für Spacelab).

Betriebshaushalt und Investitionen: 10 Mio DM
123 Mitarbeiter/innen

1980

1981

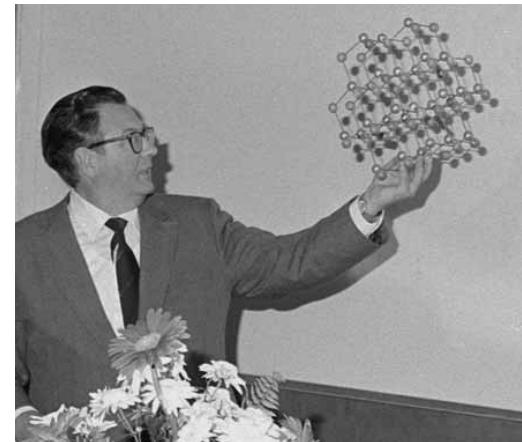
HEMT (high electron mobility transistor)

hohe optische Verstärkung in Quantenfilmen und -punkten

erster PC von IBM

GRINSCH-Laser

... und wieder größer



Ausrichtung des Instituts auf III/V-Halbleiter und deren Anwendungen.

Neugliederung mit Abteilungen für

- Festkörperphysik
- Materialforschung
- Prozesstechnologie
- IR-Bauelemente
- Mikrowellen-Bauelemente
- Displaytechnik

Umfangreiche Investitionen in Ausrüstung (MBE, ESCALAB u. a.).

Institut mit insgesamt 2447 m² auf 7 Standorte in Freiburg verteilt.

BMFT startet industrieorientierte Verbundforschung, so auch »GaAs-Elektronik«.

Thematische Neuausrichtung auf III/V-Halbleiter wird durch Zukauf des Gebäudes Sonnenstraße 5 und dortige Reinraumeinrichtung flankiert.

Inbetriebnahme der ersten Elektronenstrahllithographie-Anlage.

IAF gehört zu den Gründungsmitgliedern des Fraunhofer-Verbunds »Mikroelektronik«.

1. Mai: Hans S. Rupprecht wird Institutsleiter.

IAF koordiniert BMFT-Verbundprogramm »GaAs-Elektronik«. IAF baut damit zivile Vertragsforschung aus.

Betriebshaushalt: 11 Mio DM, davon 70 % BMVg-grundfinanziert
Investitionen: 8 Mio DM
137 Mitarbeiter/innen

Fraunhofer-Preis an H. Ennen, A. Axmann, W. Haydl: »Lumineszenz Seltener Erden in III/V-Halbleitern und Silizium«.

1983



1984



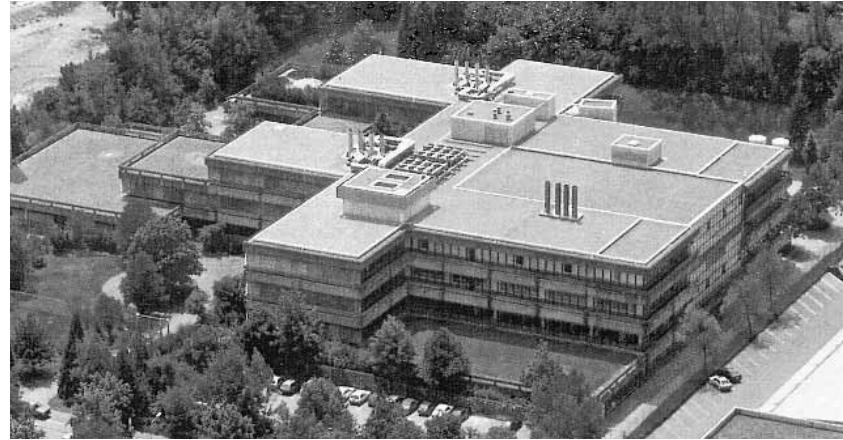
1985



Konzept QWIP (quantum well infrared photodetector)

Massenproduktion von Al(Ga)As-Laser mit MBE

Das Haus wird größer: Tullastr. 72



Verstärkte Kooperation mit Industrie im Verbund »GaAs-Elektronik«.

IAF-Technologie basiert auf modernen Quanteneffekt-Bauelementen wie HEMTs und QW-Lasern.

Fraunhofer-Preis an J. Windscheif und W. Wetting: »Infrarot-Topografie von Gallium-Arsenid-Substraten«.

IAF erwirbt Gebäude Tullastraße 72.

Betriebshaushalt: 18 Mio DM
hohe Investitionen von 15 Mio DM im Rahmen des Schwerpunkts GaAs-Elektronik (12 Mio vom BMFT)
162 Mitarbeiter/innen, davon 63 Wissenschaftler/innen

Umbau des Gebäudes Tullastraße 72.

1986

1987

1988

erster funktionsfähiger QWIP

optisches Transatlantik-Kabel

Erfolg durch Patente



Patentanmeldung G. Baur, W. Fehrenbach, R. Kiefer, B. Weber, F. Windscheid: »Elektro-optisches Flüssigkristallschaltelement«. Dies ist das bislang erfolgreichste IAF-Patent.

»Fertigungsline« für GaAs-Elektronik in der Sonnenstraße geht in Betrieb.

QWIPs für 3 – 5 μm und 8 – 12 μm am IAF realisiert.

Umbau des neuen Institutsgebäudes Tullastraße 72 beendet, Gesamtkosten ca. 70 Mio DM. IAF verfügt jetzt über 10 000 m² Büro- und Laborfläche mit einem Reinraum von 1000 m². Umzug aus der Eckerstraße beginnt.

Beginn der BMFT-Verbundprogramme »Drei-Fünf-Elektronik« (1991 – 1995) und Photonik I (1991 – 1994). Koordination beider Programme durch IAF.

IAF begleitet Materialentwicklung bei Freiberger Elektronikwerkstoffe GmbH.

1989

1990

1991

Quantenpunktscanner

Nanotechnologie: Atome werden manipuliert

Der Reinraum ist fertiggestellt, die Prozesstechnologie zieht aus der Sonnenstraße in die Tullastraße.

Betriebshaushalt: 23,4 Mio DM, davon 38 % BMVg-grundfinanziert
Investitionen: 8,2 Mio DM
190 Mitarbeiter/innen,
davon 67 Wissenschaftler/innen

Fraunhofer-Preis an M. Konstanzer:
»Entwicklung neuer Verfahren und
Geräte zum stromstoßfreien Ein-
schalten von Netztransformatoren«.

1992



Neue Forschungs- und Technologie-
themen (FuT):

- GaN für kurzwellige Lichtemission
und Leistungselektronik
- Sb-haltige Übergitter für IR-Technik

IAF ist Veranstalter des »20th International Symposium on GaAs and Related Compounds« in Freiburg.

Zwei Fraunhofer-Preise für das IAF:
an W. Haydl, M. Schlechtweg,
A. Hülsmann für »Koplanare Leitungs-
technik und ihre Anwendung in
Mikrowellen- und Millimeterwellen-
Systemen« und an K.-H. Bachem,
W. Pletschen für »Der GaInP/GaAs-
Hole-Barrier-Bipolartransistor«.

1993



Pentium-Mikroprozessor mit
3 Millionen Transistoren

BMFT-Forschungsverbund zur
Entwicklung »Blauer LEDs«
(1994 – 1997).

Koordination des Leitprojekts
LASER 2000 (1994 – 1997) durch IAF.

Die Abteilung Display-Technologie wird
aufgelöst, neue Abteilungsstruktur:

- IR-Technik
- Bauelemente- und
Schaltkreisentwicklung
- Prozesslabor
- Explorative Technologie
- Analytik
- Materialforschung

1994



Quantenkaskadenlaser
kommerzielle GaN-DH-LEDs

Von der Technologie zur Anwendung ...



1995



blaue und grüne GaN-LEDs

31. März: Hans S. Rupprecht scheidet als Institutsleiter aus, Manfred Berroth wird kommissarischer Institutsleiter.

1. Oktober: Günter Weimann wird Institutsleiter.

Beginn BMBF-Verbundprogramm Photonik II (1995 – 1998).

1. Jahrestagung LASER 2000.

In der IR-Technik werden 64 x 64-QWIP-FPAs realisiert.

InAs/GaSb-Übergitter für Detektoren in der Entwicklung.

Erfindung »Plasmareaktor« für die Abscheidung von CVD-Diamant von M. Füner, P. Koidl, C. Wild wird zum Patent angemeldet.

Hans S. Rupprecht erhält Bundesverdienstkreuz für seine Beiträge zur nationalen GaAs-Forschung.

Fraunhofer-Preis an K.-H. Bachem, J. Winkler, J. Wiegert: »MOVPE-Reaktor für die Massenproduktion von III/V-Halbleitern«.



Veränderte Förderung des BMBF:
»Anwendung statt Technologie«,
verstärkte Industriekooperationen.

QWIPs mit 256 x 256 Pixel.
InAs/GaSb-Übergitter erreichen
Anwendungsreife.

IAF richtet Internationalen Workshop
EXMATEC (Expert Evaluation & Con-
trol of Compound Semiconductor
Materials & Technologies) in Freiburg
aus.

Gemeinschaftserfindung mit Siemens
AG (heute Osram Opto Semicon-
ductors) zu LUKO-LEDs wird zum
Patent angemeldet. IAF-Miterfinder
sind J. Schneider, P. Schlotter,
R. Schmidt.

Betriebshaushalt: 31,9 Mio DM
Investitionen: 5,3 Mio DM
Personal erreicht Höchststand mit
240 Mitarbeiter/innen.

GaAs-Linie wird auf 4"-Substrate
umgestellt.

IR-Laser für 2 – 5 μm werden
entwickelt.

256 x 256-QWIPs erreichen 13 mK
Temperaturauflösung.

IAF koordiniert NOVALAS
(1997 – 2002), den Nachfolgeverbund
von LASER 2000.

Die Erfindung von H. Schneider und
M. Walther: »Halbleiterheterostruktur-
Strahlungsdetektor für Wellenlängen
aus dem infraroten Spektralbereich«
wird zum Patent angemeldet.

Fraunhofer-Preis an J. Schneider,
P. Schlotter, R. Schmidt: »Weiße
Single-Chip LEDs«.

IAF arbeitet an Europas ersten blauen
Diodenlasern.
Erste GaN-Leistungstransistoren.
QWIPs mit 640 x 512 Pixel.
IAF-QWIPs in kommerziellen IR-Kameras.

1996



Tbit/s-Übertragung über Glasfaser

1997



MOS-Transistor mit 14 nm-Gate

1998



... mit Qualität, Preisen, Ausgründungen



Sonderbriefmarke zum 50-jährigen Jubiläum der Fraunhofer-Gesellschaft.

Laserbarren mit 200 W Ausgangsleistung.

Ausgründung von EpiNova GmbH zur Herstellung von Halbleiterschichten.

Fraunhofer-Preis an M. Füner, P. Koidl, C. Wild: »Plasmaabscheidung großflächiger Diamantwafer«.

Strategiediskussion am IAF führt zur Definition von fünf Geschäftsfeldern mit abteilungsübergreifender Struktur:

- MMICs
- Mischsignalschaltungen
- Infrarot-Sensoren
- Laser und LEDs
- CVD-Diamant

1999

2000



ISO 9001

Strukturen < 100 nm in Mikroelektronik-Produktion

Nobelpreis in Physik für Herbert Krömer für Heterostruktur

H. Schneider, J. Fleissner, M. Walther erhalten gemeinsam mit Mitarbeitern von AIM Infrarot-Module GmbH den Wissenschaftspreis des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft 2001: »Thermographie-Kamera höchster thermischer Auflösung«.



Entwicklung von Quantenkaskadenlasern beginnt.

Für gesamtes Institut wird Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9001:2000 eingeführt.

Ausgründung der m2k-laser GmbH zur Herstellung von Hochleistungsdiodenlasern.

IAF ist Gründungsmitglied des Fraunhofer-Verbunds für Verteidigungsforschung und Wehrtechnik, später Verbund für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung (VVS).

FuT-Schwerpunkte sind IR-Detektoren und GaN-Leistungselektronik.

Betriebshaushalt: 16,8 Mio €
hohe Investitionen von 6,1 Mio € für Großgeräte
214 Mitarbeiter/innen, davon 83 Wissenschaftler/innen

M. Kelemen, M. Mikulla, R. Kiefer, M. Walther erhalten den Landesforschungspreis Baden-Württemberg für Angewandte Forschung 2002: »Höchstbrillante Diodenlaser«.

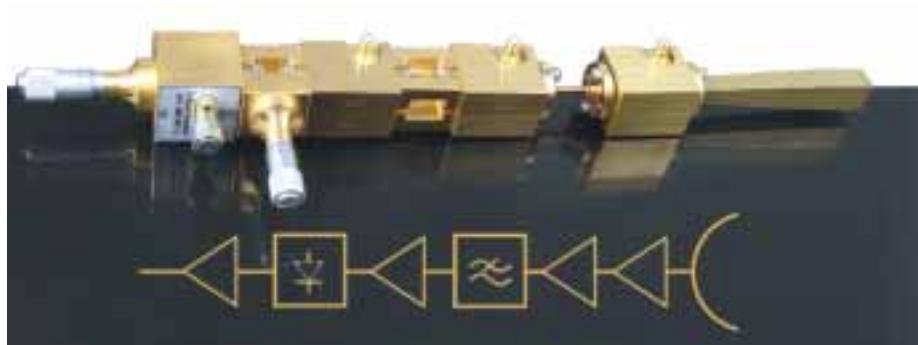
2001

m2k
Laser
High-Brightness Diode-Lasers

2002



Hohe Frequenzen, hohe Bitraten



MMICs mit 220 GHz setzen weltweite Bestmarke.

Mischsignalschaltungen auf Basis der InP-DHBTs für 100 Gbit/s.

Kooperationsvertrag mit EADS Defence für verteidigungsbezogene Elektronik.

IAF-Mitarbeiter gründen die Semimap GmbH für Waferanalytik.

2003

IAF greift Aufbau- und Modultechnik auf, um »Komplettlösungen« zu bieten.

Das Institut geht enge Kooperation mit AIM Infrarot-Module GmbH ein auf dem Gebiet der IR-Technik.

Ausgründung der Diamond Materials GmbH für Diamantprodukte.

Heinrich-Hertz-Preis 2004 der EnBW-Stiftung an Günter Weimann für sein Lebenswerk »Beiträge zur Anwendung und richtungweisenden Weiterentwicklung von III-V-Halbleiterstrukturen für die Optoelektronik«.

2004



Prescott-Prozessor mit 125 Millionen Transistoren

90 nm-Strukturen



ISCS 2005: Günter Weimann und Klaus von Klitzing bei der Tagungseröffnung

Neues FuT-Thema:
Großflächige CdHgTe-Epitaxie.

GaN-Leistungsverstärker für
Basisstationen erreichen 100 W
Ausgangsleistung.

IAF richtet »32nd International
Symposium on Compound
Semiconductors ISCS 2005« in Rust
bei Freiburg aus.

Die Forschungs- und Technologie-
bereiche des IAF werden in vier
Abteilungen neu strukturiert:
- HF-Bauelemente und -Schaltungen
- Epitaxie und IR-Komponenten
- Optoelektronische Module
- III/V-Technologie

Bisher größtes Industrieprojekt des IAF
(mit NXP und UMS) hat Kommerzi-
alisierung der GaN-Elektronik als Ziel.

Betriebshaushalt: 15,5 Mio €,
davon 41 % BMVg-grundfinanziert
Investitionen: 3,8 Mio €
187 Mitarbeiter/innen,
davon 68 Wissenschaftler/innen

Fraunhofer-Preis an C. Wild,
E. Wörner, D. Brink: »Hochpräzise
Diamant-Hohlkugeln für die
Trägheitsfusion«.

2005



Moore'sches Gesetz am Ende?

2- und 4-Kern-Prozessoren

2006



IAF wird 50! heller – schneller – stärker



Günter Weimann und Oliver Ambacher mit den Kuratoren des IAF im Juni 2007.

Oliver Ambacher wird auf eine Professur für Verbindungs-halbleiter und Mikrosysteme an der Universität Freiburg und als künftiger Institutsleiter des IAF berufen.

IAF erhält zum zweiten Mal den Landesforschungspreis Baden-Württemberg für Angewandte Forschung: »Bispektrale hochauflösende Infrarot-Kameras – Farbbilder im Infraroten«. Preisträger sind M. Walther, R. Rehm, J. Fleissner, J. Schmitz.





**Als Forscher sind wir
gefragt – damals und heute.**



Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik im Kontext der bundesdeutschen Forschungs- und Innovationsgeschichte: Ein zeithistorischer Essay

Helmuth Trischler

Dieser Essay aus zeithistorischer Perspektive ordnet die Herausbildung und Entwicklung des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Festkörperphysik (IAF) in Freiburg in einen doppelten Kontext ein: erstens in die bundesdeutsche Zeitgeschichte seit dem Wiederaufbau der 50er-Jahre, die Forschungs- und Technologiepolitik des Bundes und der Länder und die Entwicklung des nationalen Innovationssystems, zweitens in die Entwicklung der 1949 gegründeten Fraunhofer-Gesellschaft, in deren Verbund das IAF seit seiner offiziellen Gründung im Jahr 1957 agiert. Dabei werden auch markante Entwicklungen in den vom IAF jeweils vorrangig bearbeiteten Forschungs- und Technologiefeldern zu berücksichtigen sein und damit Prozesse, die aus dem nationalen Innovationsraum herausführen.

Der Essay ist in vier Perioden gegliedert, die die bundesdeutsche Forschungs- und Innovationsgeschichte mit der Entwicklung des IAF verknüpfen. Er endet mit einem resümierenden Blick auf aktuelle und künftige Perspektiven, die sich aus der Langzeitbetrachtung der Institutsentwicklung ergeben.



Primat der Verteidigungsforschung

Das Freiburger Institut in den 50er- und 60er-Jahren (1949/57 – 1968)

Das bundesdeutsche Forschungs- und Innovationssystem im Wiederaufbau

In Deutschland bildete sich in den Jahrzehnten zwischen der Reichsgründung von 1871 und dem Ersten Weltkrieg ein nationales Innovationssystem heraus, das aufgrund seiner hohen wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit international viel beachtet und vielfach nachgeahmt wurde. Die Universitäten entwickelten sich durch den Ausbau der Seminare und den Aufbau moderner Laboratorien zu forschungsorientierten Institutionen weiter, die im Bereich der Natur- und Ingenieurwissenschaften mit den sich herausbildenden Technischen Hochschulen um die wachsende Zahl von Studierenden konkurrierten. Sowohl auf der Ebene der Einzelstaaten als auch des Reiches differenzierte sich eine breite Landschaft von außeruniversitären Forschungseinrichtungen aus, aus der seit 1911 die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, die Vorläuferin der Max-Planck-Gesellschaft (MPG), herausragte. Parallel dazu entstand in der Industrie, ausgehend von den neuen Branchen der Chemie und der Elektrotechnik, eine breite Infrastruktur von Forschungslaboren, die mit den Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen eng vernetzt waren. In Reaktion darauf entfaltete der sich ausdifferenzierende Leistungs- und Interventionsstaat Instrumente der Wissenschaftsadministration.

Dieses hoch leistungsfähige Innovationssystem fächerte sich während und im Gefolge des Ersten Weltkriegs weiter aus, insbesondere durch die Gründung der Notgemeinschaft für die Deutsche Wissenschaft, die sich 1932 in Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) umbenannte. Gemessen an der Quantität und Qualität der Wissenschaftler und der von ihnen produzierten

Publikationen war Deutschland in der Zwischenkriegszeit eine im internationalen Vergleich einmalige Wissensgesellschaft. Hinzugefügt werden muss, dass der bereits im Ersten Weltkrieg gelegte Pfad der Autarkie, der durch die nationalsozialistische Rüstungs- und Kriegswirtschaft breit ausgebaut wurde, einen Großteil dieses Innovationspotenzials absorbierte.¹

Der doppelte Aderlass der Vertreibung der jüdischen Wissenschaftler nach 1933 und der Einberufungen und Verluste des Zweiten Weltkriegs führte das deutsche Innovationssystem in den Niedergang. Als die Alliierten 1945/46 die deutsche Forschung mit umfassenden Verbots belegten, einem formal bis zu den Pariser Verträgen vom Mai 1955 dauernden Regime der Kontrolle unterwarfen, und mit den »Intellektuellen Reparationen« der teils freiwilligen, teils erzwungenen Abwanderungen tausender Wissenschaftler und Ingenieure einem erneuten Aderlass unterzogen, hatte Deutschland in vielen Bereichen der Naturwissenschaft und Technik bereits seine Spitzenstellung eingebüßt.

Umso bemerkenswerter ist es, wie rasch es gelang, das tradierte Innovationssystem in seinen Strukturen wiederaufzubauen und um neue, der

¹ Aus der Fülle der Literatur vgl. bes. die resümierenden Artikel von Otto Keck: The National System for Technical Innovation in Germany, in: Richard R. Nelson (Hrsg.): National Innovation Systems. A Comparative Study. Oxford u. a. 1993, S. 115-157, Margit Szöllösi-Janze: Wissensgesellschaft in Deutschland. Überlegungen zur Neubestimmung der deutschen Zeitgeschichte über Verwissenschaftlichungsprozesse, in: Geschichte und Gesellschaft 30 (2004), S. 275-311, und Ulrich Wengenroth: Die Flucht in den Käfig. Wissenschaft und Innovationskultur in Deutschland 1900-1960, in: Rüdiger vom Bruch/Brigitte Kaderas (Hrsg.): Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts. Stuttgart 2002, S. 52-59.

parlamentarischen, föderalistischen Demokratie angepassten Institutionen zu erweitern. Schon vor Gründung der Bundesrepublik im Mai 1949 bildete sich die Max-Planck-Gesellschaft heraus, ebenso der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft. Die in Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) umbenannte Notgemeinschaft für die Deutsche Wissenschaft und der von Werner Heisenberg gegründete Deutsche Forschungsrat konkurrierten einstweilen um die politische Akzeptanz als führende Selbstverwaltungsorganisation der Wissenschaft, ehe sie 1951 zur neuen DFG fusionierten. Die Bundesländer fanden im Königsteiner Staatsabkommen vom 24. März 1949 zu einer rechtlich-administrativen Übereinkunft zur Finanzierung der Forschungs- und Kultureinrichtungen von überregionaler Bedeutung.

Mit den 1954/55 eingerichteten Kernforschungszentren in Karlsruhe, München, Jülich und Geesthacht bei Hamburg und der Wiedergründung einer ganzen Handvoll von Forschungseinrichtungen der Luftfahrt besetzte die Bundesrepublik noch vor dem offiziellen Ende der alliierten Verbote zudem zwei Forschungsfelder, die zeitgenössisch als besonders zukunftsträchtig galten. Aus der Kernforschung und Luftfahrtforschung heraus bildete sich schließlich die institutionelle Innovation der Großforschung. Die Großforschungseinrichtungen wurden im Verlauf der 60er-Jahre zur forschungspolitischen Hausmacht des Bundes, auf der er seinen Positionsgewinn gegenüber den Ländern gründete. Die Erweiterung des Bundesatomministeriums zum Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung 1962, das den Ausbau der Raumfahrt- und Weltraumforschung betrieb und zum Ende der 60er-Jahre ein ganzes Bündel von Förderprogrammen für Neue Technologien – darunter auch

für Datenverarbeitung und Mikroelektronik – auflegte, mündete 1969 in einer Grundgesetzänderung. Der neue Art. 91b zementierte die Dominanz des Bundes in der Forschungspolitik.²

Und doch blieben Leerstellen im nationalen Innovationssystem, die erst allmählich gefüllt wurden. Die zwei markantesten Leerstellen bilden den Hintergrund für die spätere Gründung des Freiburger Instituts: die angewandte Forschung und die Verteidigungsforschung. Das Füllen dieser beiden Lücken verlief als Doppelprozess, in dem sich zwei Entwicklungen wechselseitig bedingten.

Die Gründung der Fraunhofer-Gesellschaft im Spannungsfeld von Verteidigungs- und Vertragsforschung

Gerade einmal zwei Tage, nachdem sich die Bundesländer in Königstein auf das grundlegende Abkommen zur Finanzierung der überregionalen Forschungseinrichtungen verständigt hatten, wurden in München weitere Weichen für den Ausbau des deutschen Innovationssystems gestellt. Am 26. März 1949 versammelte sich im großen Sitzungssaal des Bayerischen Wirtschaftsministeriums eine illustre Runde, um die Fraunhofer-Gesellschaft für angewandte Forschung (FhG) zu gründen. Die neue Forschungsgesellschaft wählte den prominenten Physiker und Rektor der Universität München, Walther Gerlach, zu ihrem Präsidenten. Sie verstand sich als dritte Säule der bundesdeutschen Forschung neben der

² Vgl. Margit Szöllösi-Janze und Helmuth Trischler (Hrsg.): Großforschung in Deutschland. Frankfurt a. M. und New York 1990.

DFG und der MPG, die in den Worten ihres Präsidenten Aufgaben bearbeitete, »die in Gemeinschaftsarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft durchgeführt werden«.³

Tatsächlich aber hatte es der homo novus schwer, seine Position gegenüber den etablierten Institutionen durchzusetzen. Die in München ansässige Gesellschaft wurde als »weiß-blaue Extrawurst« tituliert und heftig angefeindet. Allen voran der Stifterverband, dem die Konkurrenz der FhG bei der Einwerbung industrieller Spendengelder ein Dorn im Auge war, und die DFG, die um ihre Position als Repräsentantin der gesamten bundesdeutschen Forschung fürchtete, versuchten, den Münchnern das Wasser abzugeben. Auf der Suche nach einer institutionelle Stabilität und Wachstum ermöglichen Aufgabenstellung fuhr die FhG im ersten Jahrzehnt ihrer Existenz einen Schlinger-Kurs, der sich auch darin zeigte, dass sich Gerlach aufgrund heftiger Anfeindungen gegenüber seiner Linie einer friedlichen Koexistenz zu Stifterverband und DFG zum Rücktritt veranlasst sah.

Ein Rettungsanker in ihrem Überlebenskampf war das Angebot des Bundeswirtschaftsministeriums, an der Vergabe von Mitteln des European Recovery Program (ERP) im Rahmen des Marshall-Plans mitzuwirken. Im Unterschied zu den anderen westeuropäischen Staaten floss in der Bundesrepublik ein gewichtiger Teil der ERP-Mittel in die Förderung anwendungsorientierter Forschung, und die FhG partizipierte an deren Verteilung.⁴ Sie weitete damit nicht nur ihr wissenschaftliches Netzwerk aus, sondern auch ihre Kontakte zu Bonner Regierungsstellen. Dennoch drohte ihr 1953/54 das forschungspolitische Aus, als sie es nicht vermochte, die ihr von Stifterverband und DFG zugesetzte Aufgabe von natio-

naler Bedeutung auszufüllen, eine Vermittlungsstelle für Vertragsforschung aufzubauen, ging es doch darum, das drohende Ausgreifen des amerikanischen Battelle-Instituts auf den deutschen Forschungsmarkt zu verhindern. Meinungsführende Kreise der Industrie, allen voran der Vorstandsvorsitzende der Metall-Gesellschaft und Vorsitzende des Stifterverbandes, Richard Merton, nahmen im Verein mit den Spitzen der Forschung Battelle als Fortsetzung der intellektuellen Ausplünderung Deutschlands nach dem Zweiten Weltkrieg wahr.⁵

Den Ausweg aus der Krise wies die 1954 einsetzende Kooperation mit der Stuttgarter Landesregierung, die die traditionell starke Position des Südweststaats in der angewandten Forschung weiter auszubauen anstrebte. Auf Stuttgarter Initiative hin verlegte sich die FhG nun darauf, eigene Institute aufzubauen bzw. zu betreiben. Als erstes Institut wurde im Juli 1954 in Mannheim das Fraunhofer-Institut für angewandte Mikroskopie, Photographie und Kinematographie (IMPK) gegründet.

³ Protokoll der ersten Senatssitzung der FhG am 6.5.1949, IfZ, ED 721/29; vgl. hierzu und zum Folgenden Helmuth Trischler und Rüdiger vom Bruch: *Forschung für den Markt. Geschichte der Fraunhofer-Gesellschaft*. München 1999, S. 30-83, sowie Helmuth Trischler: *Problemfall – Hoffnungsträger – Innovationsmotor: Die politische Wahrnehmung der Vertragsforschung in Deutschland*, in: Peter Weingart und Niels C. Taubert (Hrsg.): *Das Wissenschaftsministerium. Ein halbes Jahrhundert Forschungs- und Bildungspolitik in Deutschland*. Bielefeld 2006, S. 236-267.

⁴ Vgl. John Krige: *American Hegemony and the Postwar Reconstruction of Science in Europe*. Cambridge und London 2006, S. 36.

⁵ S. dazu auch Winfried Schulze: *Der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 1920-1995*. Berlin 1995, und Jürgen Lieske: *Forschung als Geschäft. Die Entwicklung von Auftragsforschung in den USA und Deutschland*. Frankfurt a. M. und New York 2000.

Nach der Gründung des Bundesverteidigungsministeriums und dem offiziellen Beginn des Aufbaus der Bundeswehr im Mai 1955 waren die Karten neu gemischt. Nun bot sich der Fraunhofer-Gesellschaft die Option, sich durch die Kooperation mit der Hardthöhe einen festen Platz im Innovationssystem zu sichern. Ihr Geschäftsführer Norbert Hederer, der als ehemaliger Referent im Reichsluftfahrtministerium über vielfältige Kontakte zum Verteidigungsbereich verfügte, schnürte Mitte des Jahres 1955 ein Paket, das die forschungspolitischen Interessen Baden-Württembergs und des BMVg mit dem Bedarf von Fraunhofer an engen Beziehungen zur Stuttgarter Landesregierung und an einer bundespolitischen Ausweitung seiner Aktivitäten abstimmte. Geschickt brachte er die föderalen Vorbehalte Baden-Württembergs in Stellung, um zu verhindern, dass »wieder ein Heeres-Waffenamt mit seinen bekannten unerfreulichen Erscheinungen« entstehe; stattdessen regte er an, in Freiburg einen regionalen Schwerpunkt praktisch orientierter Forschung zu bilden und »damit eine Dezentralisation sicherzustellen«.⁶

Ab 1956/57 ging die Fraunhofer-Gesellschaft eine enge Kooperation mit dem BMVg ein. Erstens vergab sie im Rahmen der sogenannten »Verwaltungshilfe« Aufträge des Ministeriums an Einzelforscher sowie akademische und außeruniversitäre Einrichtungen; zweitens betrieb sie Institute, die an verteidigungsbezogenen Aufgabenstellungen arbeiteten, allen voran das 1957 gegründete Fraunhofer-Institut für Elektrowerkstoffe (IEW) in Freiburg; drittens erschloss sie dem Ministerium Kontakte zur Wissenschaftsgemein-

⁶ Hederer an Hipp vom 15.6.1955 (Archiv des Instituts für Zeitgeschichte (im Folgenden IfZ), ED 721/102); s. auch Trischler/vom Bruch, Forschung, S. 71.

schaft. In einer Phase, in der die DFG und die MPG penibel jeden Kontakt mit dem Verteidigungsministerium vermieden, war dies für Bonn von besonderem Wert. Im Gegenzug sicherte die ministerielle Finanzierung der vier Verteidigungs-institute der Fraunhofer-Gesellschaft ihre Existenz, und die hohen durchlaufenden Mittel der verteidigungsbezogenen Forschung vergrößerten ihren Spielraum, parallel dazu zivile Institute aufzubauen und sich allmählich als Einrichtung für Vertragsforschung zu etablieren.

Diese symbiotische Beziehung löste die beiden forschungspolitischen Außenseiten aus ihrer Randstellung im nationalen Innovationssystem. Freilich brachte diese Kooperation der Fraunhofer-Gesellschaft den zweifelhaften Ruf ein, vor allem Militärforschung zu betreiben. In der reform- und friedensbewegten Phase der späten 60er-Jahre sollte sich dieser Ruf als schwere Bürde erweisen.

Das Institut für Elektrowerkstoffe in der Ära Reinhard Mecke

Die Geschichte der Gründung und institutionellen Etablierung des Freiburger Instituts ist im ersten Jahrzehnt seiner Existenz von dem Physiker Reinhard Mecke (1895 – 1969) geprägt. Mecke war es, der das Institut in einem Alter gründete, in dem andere Wissenschaftler sich bereits auf ihre Emeritierung vorbereiten, und noch ein volles Jahrzehnt lang leitete.

In der Person Meckes spiegeln sich dabei jene Brüche und Kontinuitäten wider, die so viele wissenschaftliche Karrieren Deutschlands in den ersten beiden Dritteln des 20. Jahrhunderts

prägten. Mecke steht prototypisch für die gebrochene Normalbiografie deutscher Wissenschaftler in diesem »Zeitalter der Extreme« (Eric Hobsbawm), das vor allem in Deutschland von den beiden Weltkriegen bestimmt wurde. 1895 in Stettin als Sohn eines Chemikers geboren, gehörte er der Kriegsjugendgeneration an, die im Ersten Weltkrieg aufgewachsen war oder studiert hatte und in ihrer Sozialisation zutiefst von der Krisenerfahrung des Kriegs und des Versailler Vertrags geprägt war. Im Unterschied zu vielen anderen Angehörigen seiner Generation blieben Mecke jedoch Arbeitslosigkeit und soziale Depravierung erspart. Nach dem Studium der Physik und Mathematik in Bern, Freiburg und Marburg promovierte er 1919 an der Universität Marburg bei Franz Richartz mit einer Untersuchung über »Kranzerscheinungen im homogenen Nebel«. Nach kurzer Assistentenzeit in Münster wechselte er 1920 an das Bonner Physikalische Institut von Heinrich Konen. Der Experimentalphysiker Konen (1874 – 1949) gehörte nicht nur zu den weltweit führenden Vertretern der Spektroskopie, sondern war als Rektor der Universität Bonn, Vizepräsident der Notgemeinschaft für die Deutsche Wissenschaft und Vorsitzender der Deutschen Physikalischen Gesellschaft – und 1946 bis 1947 Kultusminister von Nordrhein-Westfalen – auch ein einflussreicher Wissenschaftspolitiker. In Konens Arbeitsbereich, der molekularen Spektroskopie, fand Mecke das Forschungsfeld, das seine wissenschaftliche Karriere prägte. 1923 habilitierte er sich in Bonn mit einer Arbeit über »Das Bandenspektrum des Jods«. Seine Erfahrungen als Privatdozent und Vorlesungsassistent Konens publizierte er 1926 in einem »Leitfaden der praktischen Experimentalphysik«.⁷ Nach einem Extraordinariat in Heidelberg (1931 – 1937) wurde er 1937 auf den Lehrstuhl für theoretische Physik der Universität Freiburg berufen und über-

nahm 1942 als Direktor das dortige Institut für physikalische Chemie. In Freiburg widmete er sich vor allem der Infrarot-Spektroskopie und wurde mit seinen Arbeiten zur Spektrophotometrie zu einem der Pioniere der Erforschung der nicht-linearen Physik. In der Rüstungsforschung des »Dritten Reichs« arbeitete er während des Kriegs an der Entwicklung von Ultrarotdetektoren gegen feindliche Schiffe mit.⁸

Als Meckes Institut im November 1944 durch Bombentreffer stark zerstört wurde, wurde es nach Wallhausen am Bodensee verlagert. Erst 1949 konnte das Institut nach Freiburg zurückkehren. In dieser Phase galt es, dem Institut eine solide finanzielle Basis zu verschaffen, die es ermöglichte, Meckes apparativ aufwändige Forschungsarbeiten weiterzuführen. Erste Kontakte zum Bundesverteidigungsministerium ergaben sich Ende des Jahres 1953, als Mecke auf einer Tagung in Frankfurt Joachim Lützow kennen lernte, der in der Dienststelle Blank, die den Aufbau des Bundesverteidigungsministeriums vorbereitete, für den Bereich Forschung zuständig war.⁹ Lützow war sehr interessiert, Mecke für die Gründung eines Instituts zu gewinnen, das für das künftige Bundesverteidigungsministerium Forschungsarbeiten im Bereich der Mikrowellen- und Infrarotphysik durchführen könnte. Auch die

⁷ Reinhard Mecke: Leitfaden der praktischen Experimentalphysik für Vorlesung und Unterricht. Berlin 1926.

⁸ Reinhard Mecke: Wissenschaftliche Veröffentlichungen. Sammlung zu seinem 65. Geburtstag am 14. Juli 1960. Freiburg 1960. Für eine ebenso ausführliche wie einfühlsame Würdigung seines wissenschaftlichen Werkes und seiner Person siehe W. Lüttke und G.A.A. Nonnenmacher: Reinhard Mecke (1895-1969): Scientific Work and Personality, in: Journal of Molecular Structure 347 (1995), S. 1-18.

⁹ Mecke an Lützow vom 23.12.1953 (IAF-Archiv).

Industrie zeigte Interesse, und in Stuttgart war es der agile Oberbaurat Karl Hipp vom Landesgewerbeamt, der die Beteiligten schon im August 1954 zusammenführte, um ein »Institut für Elektrowerkstoffe« zu gründen.¹⁰ Zunächst war an Heidelberg als Standort gedacht, doch als sich dort Schwierigkeiten abzeichneten, nutzte Mecke die Gelegenheit, um Freiburg ins Gespräch zu bringen. Bereits Ende 1954 skizzierte er die künftige Struktur des IEW als ein Institut mit drei selbständigen Abteilungen, das am Stadtrand Freiburgs in enger Zusammenarbeit mit der Universität angesiedelt werden und dabei mit Hubert Schardin kooperieren sollte, der ebenfalls in Anlehnung an den Verteidigungsbereich die Gründung eines Instituts für ballistische Forschung betrieb.¹¹ Nach dem offiziellen Beginn des Aufbaus der Bundeswehr im Mai 1955 verständigte sich die Fraunhofer-Gesellschaft dann mit Baden-Württemberg und dem Bund darauf, in Freiburg ein solches Doppelinstitut aus der Taufe zu heben.¹²

¹⁰ Mecke an den baden-württembergischen Wirtschaftsminister Veit vom 8.12.1954 (IAF-Archiv); s. auch den Aktenvermerk über eine Besprechung im baden-württembergischen Wirtschaftsministerium vom 9.8.1954 (IfZ, ED 721/467): »Es muss als ein grosser Mangel für die Wirtschaft und für die Behörden im Hinblick auf verschiedene breite Gebiete der Technik empfunden werden, dass es in Deutschland und darüber hinaus in ganz Europa, im Gegensatz zu den USA, kein leistungsfähiges Institut gibt, in welchem Hochfrequenzphysik und Chemie in breiter Teamarbeit das moderne Gebiet der ‚Elektrowerkstoffe‘ erforschen.« Der Arbeitsbegriff Elektrowerkstoffe wurde dann in den Institutsnamen übernommen, den Mecke stets als »etwas unglücklich« empfand; Prot. der 1. Beiratssitzung des IEW am 11.3.1966 (IfZ, ED 721/467).

¹¹ Mecke an Lützow vom 20.12.1954 (IAF-Archiv).

¹² Protokoll der Sitzung im Geologischen Institut der Universität Freiburg am 27.5.1955 (IAF-Archiv).

¹³ Mecke an H. Linde, Bauabteilung der Oberfinanzdirektion Freiburg, vom 1.3.1956 (IAF-Archiv).

¹⁴ Mecke an E. von Caemmerer, Rektor der Universität Freiburg, vom 19.11.1956 (IAF-Archiv).

Mecke strebte zunächst an, das künftige IEW in Personalunion mit seinem Lehrstuhl für physikalische Chemie an der Universität zu führen und den geplanten Institutsneubau auf einem Grundstück der Universität zu errichten.¹³ Er scheiterte aber an Widerständen in der Baukommission der Universität. Nun rückte ein städtisches Grundstück in der Eckerstraße, das zwar außerhalb der Universität aber in enger Nachbarschaft lag, in den Fokus. Hier sollte ein gemeinsames Gebäude für die drei geplanten Institute von Schardin, Mecke und dem angewandten Mathematiker Henry Görtler (1909 – 1975) entstehen – Görtler sollte sein Vorhaben dann im Rahmen der Universität Freiburg realisieren.¹⁴

Die Aufgabenstellung des offiziell zum 1. Juli 1957 gegründeten Instituts war es, die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Stoffen zu untersuchen, »soweit sie für Werkstoffe mit elektrischen Zwecken in Betracht kommen«, wobei die Metalle und der Gerätebau ausgeklammert waren. Die spektroskopische Ausrichtung des IEW galt der Untersuchung der Reflexions- und Absorptionseigenschaften von Werkstoffen; dies betraf sowohl die molekularen Vorgänge innerhalb der Werkstoffe als auch die technischen Fragen der Oberflächenbeschaffenheit und der durch Strahlung bedingten Wärmebeständigkeit. Ausgerichtet waren diese Arbeiten auf den Anwendungsbereich der militärischen Tarnung und der Anpeilung von Objekten. In einem zweiten Forschungsansatz sollte sich das Institut mit Fragen der Halbleitertechnik befassen und dabei Lumineszenzerscheinungen untersuchen. Die von Mecke geleitete Infrarot-Abteilung und die von Wilhelm Maier geführte Mikrowellen-Abteilung nahmen zum 1. November 1957 ihre Tätigkeit auf. Frank Matossi, der als Jude nach der natio-

nalsozialistischen Machtergreifung in die USA ausgewandert war, übernahm die Halbleiter-Abteilung. Er konnte jedoch erst nach seiner Rückkehr vom Naval Ordonnance Office der USA im März 1958 mit dem Aufbau seines Instituts- teils beginnen. Bis zum Abschluss des gemeinsamen Neubaus in der Eckerstraße 4 im März 1959 mussten sich das IEW und Schardins »Abteilung für Angewandte Physik«, aus der mit dem Umzug das Ernst-Mach-Institut für Kurzzeitdynamik (EMI) wurde, die ohnehin sehr beengten Räumlichkeiten im Institut für physikalische Chemie der Universität teilen.¹⁵

Mecke führte das Institut im patriarchalischen Stil eines klassischen deutschen Großordinarius. Nicht von ungefähr geriet er rasch mit Matossi aneinander, der in den USA einen kooperativen Arbeitsstil kennen gelernt hatte, und auch politisch lagen Welten zwischen Mecke, der eng in die Rüstungsforschung des NS-Regimes integriert gewesen war, und dem jüdischen Wissenschaftler Matossi. Mecke kündigte Matossi »wegen nicht Anerkennung der Geschäftsordnung und der Ausführungsbestimmungen« des Bundesverteidigungsministeriums. Auf Intervention der Fraunhofer-Zentrale nahm er die Kündigung zurück und musste konzedieren, die Abteilungsleiter künftig an der Aufstellung des Arbeitsprogramms zu beteiligen und ihnen mehr Selbständigkeit in der Führung ihrer Bereiche zu gewähren.¹⁶

¹⁵ Mecke an FhG vom 26.10.1956 (Zitat), sowie Jahresberichte des IEW für 1957 und 1958 (IAF-Archiv).

¹⁶ Mecke an Epp, 23.6.1960, und Aktenvermerk über eine Besprechung zwischen Mecke, Maier und Matossi am 12.10.1960 (IfZ, ED 721/467).

¹⁷ Epp an Mecke vom 9.1.1961 und Mecke an Epp vom 12.1.1961 (IAF-Archiv).

¹⁸ Mecke an Klinker, BMVg, vom 10.12.1965 (IAF-Archiv) und Mecke an FhG-Präsident Kollmann vom 7.1.1966 (IfZ, ED 721/467).

Wie sehr Mecke sein Institut als Ressorteinrichtung des Bundesverteidigungsministeriums verstand, zeigt der Dauerkonflikt des streitbaren Mecke mit August Epp, der als Nachfolger von Hederer die Geschäftsführung der Fraunhofer-Gesellschaft übernommen hatte. Der Konflikt entzündete sich über Epps Aufforderung, wie für alle Fraunhofer-Institute üblich, ein Institutskuratorium einzurichten. Mecke betrachtete dies als unzulässigen Eingriff in seine Autonomie. Er stellte sich auf den Standpunkt, die FhG leiste für sein Institut nur die von ihm durchaus gerne in Anspruch genommene Verwaltungshilfe; im Übrigen aber sei das Institut nicht Mitglied des Fraunhofer-Verbunds. Als Epp anfragte, inwieweit das IEW daran interessiert sei, Forschungsaufträge des Rockefeller-Konzerns zu bearbeiten, platzte Mecke vollends der Kragen. Er betrachtete die Anfrage als Aufruf zum Ausverkauf der deutschen Wissenschaft und weigerte sich, »ohne ausdrückliche Zustimmung des Bundesministeriums für Verteidigung von Firmen aus den USA Forschungsaufträge anzunehmen«.¹⁷ Ähnlich deutlich fiel Meckes Antwort aus, als ihn die Fraunhofer-Zentrale darum bat, Forschungsergebnisse im Mitteilungsblatt der Gesellschaft zu publizieren. Ein solcher Service würde »den Russen« in die Hände spielen, die auf diese Weise »gut geordnet die Arbeiten unserer Verteidigungsforschung höchst bequem präsentiert« bekämen.¹⁸

Mecke erwies sich hier als von den Frontstellungen des Zweiten Weltkriegs und des Kalten Kriegs geprägter Wissenschaftler, der sein Institut allein in den Dienst der nationalen Sicherheit stellte. Den vorsichtigen Versuchen der Münchener Fraunhofer-Zentrale, das IEW in Richtung zivile Vertragsforschung auszudehnen, entzog sich Mecke entschieden. Im Konflikt mit Epp um die

Einsetzung eines Kuratoriums, der 1965 schließlich darin gipfelte, dass Fraunhofer-Präsident Franz Kollmann eine Kommission zur Untersuchung der – sich als haltlos erweisenden – Vorwürfe Meckes gegen Epps Geschäftsführung einsetzte, wusste sich der Freiburger Institutsleiter mit den zuständigen Referenten des Verteidigungsministeriums einig, die streng darauf achteten, den Einfluss auf »ihre« Forschungseinrichtung nicht zu verlieren.¹⁹ Das IEW in der Ära Mecke war ein Institut, das von der Fraunhofer-Gesellschaft pragmatisch administrative Unterstützung bezog, sich im Übrigen aber völlig der Verteidigungsforschung verschrieb. Die Bindung an das Verteidigungsressort intensivierte sich nochmals, als dieses ab 1967 dem Institut eine Grundfinanzierung zur Verfügung stellte.

So sehr sich Mecke um den Schulterschluss zu Bonn bemühte, in der Endphase seines Wirkens wurde er den sich verändernden Forschungsinteressen der Hardthöhe nicht mehr gerecht. Vor allem seine eigene Abteilung verharrte mit der Hochfrequenzspektroskopie und der Infrarot-

¹⁹ Vgl. dazu Trischler/vom Bruch, Forschung, S. 94-96. Der höchst streitbare Mecke trat darauf hin demonstrativ aus dem Senat der FhG aus und überwarf sich nicht nur mit Epp, sondern auch mit FhG-Präsident Kollmann.

²⁰ Ernst Schulze, BMVg, an Mecke vom 11.6.1964 (IAF-Archiv); siehe auch Schulzes heftige Kritik an dem verzögerten Aufbau der Halbleiterabteilung in der 3. Beiratssitzung des IEW, Sitzungsprot. vom 3./4.3.1967 (IfZ, ED 721/467).

²¹ Mecke an Kollmann, 24.6.1966 (IfZ, ED 721/467).

²² Aktenvermerk von Epp über eine Besprechung mit Schulze und Himborg, BMVg, am 22.9.1965 (IfZ, ED 721/469).

²³ Im BMVg war man über das vom Beirat des IEW gewünschte Junktim, die Einstellung Goetzbergers mit dem Abschluss von Beraterverträgen für Mecke und den Beiratsvorsitzenden Flügge zu verknüpfen, höchst ungeholt und drohte der FhG mit Sanktionen, falls die Berufung Goetzbergers deswegen scheitern würde.

physik auf einem Forschungsfeld, das zwar »vom wissenschaftlichen Standpunkt sehr interessant sein kann, aber uns überhaupt nicht weiterhilft«, wie der zuständige Ministerialbeamte Ernst Schulze – im Institut ob seiner dynamischen, bisweilen allzu stürmischen Art »Kugelblitz-Schulze« genannt – kritisch formulierte. Statt seine wissenschaftlichen Hobbys zu pflegen, sollte Mecke sich endlich dem Gebiet der Festkörperphysik annehmen, das dem Verteidigungsministerium »unter den Nägeln« brannte.²⁰

Ab 1965 arbeiteten Bonn und München auf die Pensionierung Meckes hin – bei aller Anerkennung seiner langjährigen Verdienste um das Institut – und starteten die Suche nach einem geeigneten Nachfolger. Im Januar 1966 legte das BMVg dann Mecke den Rücktritt von der Institutsleitung nahe, sehr zu dessen Verärgerung, der keineswegs die Absicht hatte zurückzutreten, sondern hoffte, »das Institut noch viele Jahre leiten zu können«.²¹ Für das BMVg stand das wissenschaftliche Profil des Nachfolgers längst fest, als die Fraunhofer-Gesellschaft 1967 eine offizielle Berufungskommission einsetzte. Bonn suchte für die Neuausrichtung des Instituts einen »Festkörperphysiker mit Schwerpunkt auf dem Gebiet der Elektrowerkstoffe und mit ‚Infrarotintensionen‘ [sic]«.²² Mecke gelang es, sein Ausscheiden bis Mitte 1968 hinauszuzögern und einen gut dotierten Beratervertrag für weitere zwei Jahre auszuhandeln.²³ Mit Adolf Goetzberger wurde der Wunschkandidat des BMVg berufen, ein ausgewiesener Halbleiterforscher; zugleich wurde beschlossen, das IEW programmatisch in Fraunhofer-Institut für angewandte Festkörperphysik (IaFP, ab 1978 dann IAF) umzubenennen. Deutlicher hätte der Kurswechsel nicht ausfallen können.

Konsolidierung und Wissenschaftsorientierung

Das IAF in den langen 70er-Jahren (1968 – 1981)

Der Umbau des bundesdeutschen Forschungs- und Innovationssystems

Die zweite Hälfte der 60er-Jahre läutete in der bundesdeutschen Geschichte eine Periode des beschleunigten historischen Wandels ein: die »langen 70er-Jahre«. Sie beginnen mit den Reformen der Großen Koalition von CDU und SPD (1966 – 1969) und enden mit dem Wechsel von der sozialliberalen zur christlich-liberalen Regierung 1981/82. In dieser sozialdemokratisch geprägten Ära veränderten sich die bundesdeutsche Gesellschaft im Allgemeinen und das Innovationssystem im Speziellen mit hohem Tempo.²⁴

Für die Forschung markieren die Jahre 1969 und 1975 wichtige Eckpunkte des Reformprozesses. Die Verfassungsreform von 1969 sicherte im neuen Artikel 91 den kooperativen Föderalismus ab. In der Folge wurde das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) – nach der Zwischenphase des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft (1969 – 1972) – zum forschungspolitischen Hauptakteur ausgebaut.²⁵

Die Ölpreiskrise von 1973 beendete vollends den »Boom« der Nachkriegsjahre. Unter dem Eindruck der weltweiten Rezession begannen Politik und Wirtschaft umzudenken. Den wirtschaftspolitischen Paradigmenwechsel von der keynesianischen Globalsteuerung zur Strukturpolitik signalisierte das Konzept der Forschungs- und Technologiepolitik als Instrument der Steuerung des wirtschaftlichen und regionalen Strukturwandels. In der Bundesrepublik tarierte die 1975 geschlossene Rahmenvereinbarung Forschungsförderung die föderativen Kräfte neu aus. Während sich Bund und Länder die Finanzierung von MPG und DFG paritätisch teilten, trug der Bund bei den

Großforschungseinrichtungen und der Fraunhofer-Gesellschaft mit 90 Prozent der Grundfinanzierung den Löwenanteil der Aufwendungen. Die vereinbarte Zusammenarbeit wichen bald einem ausgeprägten Konkurrenzverhältnis. Ab Mitte der 70er-Jahre konkurrierten die Bundesländer heftig um die Ansiedlung von als zukunftsträchtig angesehenen Einrichtungen.

Die neue, regionalwirtschaftlich orientierte Innovationspolitik war nicht frei von technokratischen Ordnungsvorstellungen. Allenthalben wurden regionale Förderprogramme aufgelegt und Gründerzentren, Technologieparks und Innovationsberatungsstellen aus dem Boden gestampft. Innovationsförderung wurde zur politischen Wunderwaffe in der regionalen Konkurrenz um Standortvorteile. Zudem weitete sich der Katalog der Maßnahmen zur Beschleunigung des Innovationsprozesses erheblich aus. Galt in der ersten Hälfte dieser langen Dekade die Großindustrie als innovationspolitischer Hoffnungsträger, so wandte sich in der zweiten Hälfte das Interesse den kleinen und mittleren Unternehmen zu. Das 1978 von der Bundesregierung aufgelegte Gesamtprogramm für den industriellen Mittelstand sah steuerliche Hilfen für investive Ausgaben im Forschungsbereich, Kapital- und Kredithilfen für die Umsetzung technischer Innovationen und Zuschüsse an Unternehmen für externe Forschungs- und Entwicklungsaufträge

²⁴ Zum Folgenden Helmuth Trischler: Das bundesdeutsche Innovationssystem in den »langen 70er Jahren«. Antworten auf die »amerikanische Herausforderung« in: Jürgen Abele, Gerhard Barkleit und Thomas Hänseroth (Hrsg.): Innovationskulturen und Fortschrittserwartungen im geteilten Deutschland. Köln 2001, S. 47-70.

²⁵ Vgl. Andreas Stucke: Institutionalisierung der Forschungspolitik. Entstehung, Entwicklung und Steuerungsprobleme des Bundesforschungsministeriums. Frankfurt a. M. und New York 1993, S. 97-140.

vor. Je nach Sichtweise konnte man diese Ausweitung des Instrumentariums staatlicher Forschungs- und Technologiepolitik als unkontrollierte Wucherung betrachten oder als wirkungsvolle Verstärkung des Innovationsnetzes.²⁶

Das Fraunhofer-Modell der erfolgsabhängigen Vertragsforschung

Bis zum Beginn der langen 70er-Jahre war es der Fraunhofer-Gesellschaft gelungen, sich halbwegs zu konsolidieren. Die aus der Not geborene Doppelstrategie der Existenzsicherung durch die Kooperation mit dem Bundesverteidigungsministerium und des Ausbaus der zivilen Vertragsforschung war allerdings mit einem doppelten Stigma verbunden. In der Öffentlichkeit stand die Gesellschaft für geheime Militärforschung und damit für eine Arbeitsrichtung, die im intellektuellen Klima der späten 60er-Jahre vehement abgelehnt wurde. In der Wissenschaft verfestigte sich ihr Image als Lumpensammler des deutschen Innovationssystems. Als »Refugium für Leute, die im Existenzkampf gescheitert« seien, und als ein »historisches Sammelsurium von Instituten [...], das ein Großreinemachen verlange«, galt die FhG im Bundesforschungsministerium.²⁷

Der Wissenschaftsrat hatte 1965 den planmäßigen Ausbau der Fraunhofer-Gesellschaft zu jener

²⁶ Vgl. Joachim Böttger: Forschung für den Mittelstand. Die Geschichte der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e.V. (AiF) im wirtschaftspolitischen Kontext. Köln 1993, und Hans-Liudger Dienel: Techniktüftler? Forschung und Technik in der mittelständischen Industrie, in: Peter Frieß und Peter Steiner (Hrsg.): Forschung und Technik in Deutschland nach 1945. München 1995, S. 171-184.

²⁷ Trischler/vom Bruch, Forschung, S. 83 u. 88.

Trägerorganisation für die angewandte Forschung angeregt, die im nationalen Innovationssystem nach wie vor fehlte. Nachdem sich auch die großen Forschungsorganisationen unter Federführung der DFG auf diese Linie verständigt hatten, hielt das Bundesforschungsministerium das Heft des Handelns in der Hand. Der Zuwachs des Bundes an politischem Einfluss ging zu Lasten der Länder. Bayern und Baden-Württemberg hatten die Fraunhofer-Gesellschaft seit der ersten Stunde getragen und mit erheblichem Finanzaufwand über so manche Existenzkrise gerettet. Nun musste man in Stuttgart und München machtlos zusehen, wie der Bund die Zügel an sich riss.

Zu Beginn der 70er-Jahre baute eine »Gemeinsame Kommission« des Bundeswissenschaftsministeriums und der Fraunhofer-Gesellschaft letztere völlig um und »erfand« mit dem Modell der erfolgsabhängigen Grundfinanzierung einen neuen Modus von Forschungs- und Innovationsförderung. Grundlage des neuen Modells war ein Planungspapier, das der Leiter des IITB – und spätere Präsident –, Max Syrbe, und der designierte Leiter des neu gegründeten Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung, Helmar Krupp, gemeinsam mit Klaus Schroeter von der Zentrale in München erarbeitet hatten. Sie konzipierten darin die Fraunhofer-Gesellschaft als große, multidisziplinäre Vertragsforschungsorganisation, die dem Staat ein flexibles Forschungspotenzial zur Verfügung stellen und gleichzeitig durch vertragsbasierte Forschung für die Industrie für einen Transfer von technologischem Wissen sorgen sollte. Mit der Formulierung, in dem Maße wie die Fraunhofer-Gesellschaft »und mit ihr das Finanzvolumen an Vertrags- und Rahmenforschung« wachse, müsse auch die Grundfinanzierung zunehmen, lag die später als »Fraunhofer-Modell« bezeichnete

erfolgsabhängige, variable Grundfinanzierung als Grobkonzept auf dem Tisch.

Das Fraunhofer-Modell bedeutete eine mehrfache Zumutung. Es mutete der Politik zu, von den ehrernen Grundsätzen staatlicher Finanzpolitik grundlegend abzuweichen. Den Institutsleitern der FhG mutete es zu, sich konsequent auf die marktorientierte Vertragsforschung auszurichten. Die Verunsicherung über die unabsehbaren Folgen dieses Wandels war umso größer, je marktferner das jeweilige Arbeitsgebiet eines Instituts war. Unter der Führung ihres industrieerfahrenen Präsidenten Heinz Keller setzte das Modell dann jedoch eine dynamische Entwicklung in Gang, in deren Gefolge die Fraunhofer-Gesellschaft mit zweistelligen jährlichen Wachstumsraten expandierte.

Wie groß diese Dynamik war, zeigt das Beispiel der Mikroelektronik. Die Gründung des Fraunhofer-Instituts für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme in Nordrhein-Westfalen wurde zu einem langwierigen »Drama in drei Akten«, bei dem sich letztlich strukturpolitische Argumente gegenüber forschungspolitischen Rationalitäten durchsetzten. Baden-Württemberg lancierte die Gegengründung des Instituts für Mikroelektronik in Stuttgart, das mit einem attraktiven Angebot Duisburg den designierten Institutsleiter ausspannte. Dieses Spiel wiederholte sich mehrfach. Am Ende stand die Gründung weiterer Institute für Mikroelektronik in Hannover und Erlangen.²⁸

Ein dritter Akteur, dem das Fraunhofer-Modell viel zumutete, war die Verteidigungsforschung. Je mehr sich die Vertragsforschung zur inneren Klammer und identitätsstiftenden Mission der FhG entwickelte, desto mehr wurden die verteidigungsbezogenen Institute an den Rand gedrängt.

Als das Bundesforschungsressort forderte, ab 1972 keine geheimen Forschungsaufträge in den Fraunhofer-Instituten mehr durchzuführen, eröffnete es eine langwierige Debatte mit der Hardthöhe, die im Dezember 1973 in eine Ressortvereinbarung mit folgenden Eckpunkten mündete: Die Verteidigungsinstitute sollten in vertretbarem Umfang für die zivile Vertragsforschung geöffnet, die Geheimhaltung sollte begrenzt, die Forschungspläne sollten zwischen den Ressorts abgestimmt, und die Grundfinanzierung sollte weiterhin vom Verteidigungsministerium übernommen werden.²⁹

Papier ist bekanntermaßen geduldig. Die Umsetzung dieser grundlegenden Vereinbarung eröffnete weite Spielräume für konkrete Problemlösungen vor Ort, wie sich besonders instruktiv am Beispiel des IAF zeigen lässt.

Das IAF in der Ära Adolf Goetzberger: Positionierung in der Festkörper- und Halbleiterforschung

Noch in der Schlussphase der Ära Mecke wurde der Umbau des IEW zu einem Zentrum für Halbleiterforschung und Festkörperphysik eingeleitet.

²⁸ Siehe dazu Alexander Gall: »Bundesliga-Spielregeln in der Wissenschaftspolitik«. Föderalismus und die Forschungspolitik zur Mikroelektronik, in: Jürgen Abele, Gerhard Barkleit und Thomas Häseroth (Hrsg.): Innovationskulturen und Fortschrittsverwartungen im geteilten Deutschland. Köln etc. 2001, S. 147-164, und Helmuth Trischler: Mikroelektronik im Ruhrgebiet. Ein Drama in drei Akten, in: Manfred Rasch und Dietmar Bleidick (Hrsg.): Technikgeschichte im Ruhrgebiet. Technikgeschichte für das Ruhrgebiet. Duisburg 2004, S. 313-331.

²⁹ Ressortvereinbarung zwischen BMVg, BMFT und FhG vom 23.12.1973 (IAF-Archiv).

Im März 1967 wurde das Institut in die Kooperation eingebunden, die das Bundesverteidigungs- und das Bundesforschungsministerium mit den Unternehmen Siemens und Telefunken vereinbart hatten. Im Zusammenhang mit dem anstehenden Institutsleiterwechsel wurde gar die Option ventiliert, das IEW zu jener nationalen Forschungseinrichtung für Festkörperphysik umzubauen, die dann 1971 durch die Gründung des MPI für Festkörperforschung unter der Leitung von Hans-Joachim Queisser realisiert wurde.³⁰

Auf der Suche nach der dynamischen Persönlichkeit, die die anspruchsvolle Aufgabe der konzeptionellen Umorientierung des IEW stemmen konnte, wurden Fraunhofer-Gesellschaft und Bonn in den USA, dem Mekka der Halbleiterforschung, fündig. Das BMVg legte sich frühzeitig auf Adolf Goetzberger fest, der 1958 von Siemens in die USA gegangen war. Dort hatte er bis 1963 bei William B. Shockley gearbeitet – der 1947/48 gemeinsam mit John Bardeen und Walter Brattain den Transistor erfunden hatte – und danach bei den berühmten Bell Telephone Laboratorien in Murray Hill den Bereich »Metal-Insulator-Semiconductor« geleitet. Noch von den USA aus entwarf Goetzberger eine Zielperspektive für sein künftiges Institut. Es sollte »der Zielsetzung und Ausstattung nach eine Brücke zwischen der Grundlagenforschung und der

³⁰ Siehe dazu Michael Eckert und Maria Osietzki: Wissenschaft für Macht und Markt. Kernforschung und Mikroelektronik in der Bundesrepublik Deutschland. München 1989, S. 181-199.

³¹ Goetzberger an Schulze, BMVg, vom 15.5.1967 (IfZ, ED 721/467). – Zum Kontext siehe Johannes Bähr: Die »amerikanische Herausforderung«. Anfänge der Technologiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland, in: Archiv für Sozialgeschichte 35 (1995), S. 115-130.

³² Prot. der Beiratssitzung des IEW vom 5.11.1969 (IfZ, ED 721/469) und FhG-Mitteilungsblatt vom Februar 1969. – Der Beirat wurde 1973 formlos in Kuratorium umbenannt.

Anwendung darstellen«. Ganz in der zeitgenössischen Wahrnehmung einer »technologischen Lücke« zwischen den USA und Europa und der »amerikanischen Herausforderung« argumentierend, sollte das Institut dazu beitragen »die existierenden Rückstände [...] in den auf Festkörperphysik basierenden Industrien« aufzuholen. Eine klare Vorstellung hatte Goetzberger bezüglich der Rolle des BMVg, das als Geldgeber des Instituts »einen gewissen Einfluß geltend machen« könne. »Die allgemeine Forschungsrichtung soll im Einklang mit den Bedürfnissen des Verteidigungsministeriums stehen und von Fall zu Fall abgesprochen werden. Forschungsaufträge des Ministeriums sollen wie bisher durchgeführt werden. Geheimforschung im strengerem Sinne« wollte Goetzberger dagegen »auf ein Minimum beschränkt sehen«.³¹

Den Erwartungen der Geldgeber, das Institut nach seinem Amtsantritt im Juli 1968 auf die Festkörperphysik und Halbleiterforschung auszurichten, wurde Goetzberger rasch gerecht. Bereits in der ersten, konstituierenden Sitzung des Institutskuratoriums präsentierte er ein klares Konzept für die künftige Aufgabenstellung des Instituts, das sich erstens mit der Physik, Herstellung und Anwendung von neuen Materialien und zweitens mit der Optimierung von gegenwärtig in der Elektronik angewandten Materialien befassen sollte. Für die Ausrichtung der einzelnen Abteilungen bedeutete dieses Konzept Folgendes:³²

- Fast unverändert blieb die von Jürgen Schneider geleitete Abteilung »Festkörperphysik«, die an der Erforschung von Defekten in Kristallen arbeitete und Konzepte entwickelte, um neue Kristalle und Verbindungen zu schaffen.
- Auch die von Armin Räuber geleitete Abteilung »Kristallzucht/Kristallphysik« sollte ihre als erfolgreich beurteilten Arbeiten zu II/VI- und

III/V-Verbindungshalbleitern fortsetzen. Goetzberger dachte ihr eine zentrale Rolle für die Neugliederung des gesamten Instituts zu, indem sie in Kooperation mit den anderen Abteilungen für die gesamte Materialentwicklung zuständig gemacht wurde. Anfang der 70er-Jahre wurde die Abteilung »Festkörperchemie« umbenannt.

- Als besonders leistungs- und zukunftsfähig galt ihm auch die von Gerhard Meier geführte Abteilung »Flüssige Kristalle«, die ausgebaut werden sollte, insbesondere um die sich abzeichnenden Anwendungen des Dynamic-Scattering-Effekts in der Display-Technik zu untersuchen. Nachdem Meier 1973 zum stellvertretenden Institutsleiter aufgerückt war, entlastete ihn Günter Baur in der Führung der Abteilung, die nun »Displayphysik« hieß.
- Die von Jan Baars in der Nachfolge Meckes geleitete Abteilung »Infrarotphysik« sollte dessen Arbeiten zur Geräteentwicklung baldmöglichst abschließen, um sich danach mit der Erforschung von Festkörpern zu befassen, die sich im Infrarotbereich als Detektoren und Modulatoren eignen.
- Als nicht zukunftsfähig betrachtete Goetzberger die von Meckes Sohn Walter geleitete Abteilung »Mikrowellenphysik«, die sich mit der Messung von dielektrischen Konstanten von Festkörpern befasste. Er plante ihre Neuausrichtung auf Hochfrequenzeffekte in Verbindungshalbleitern, die mit einem persönlichen Führungswechsel einhergehen sollte. Goetzberger gewann für die Leitung der Abteilung Hartwig W. Thim.
- Wenig zufrieden war Goetzberger auch mit der von Christian Fritzsche geleiteten Abteilung »Halbleiter«. Sie sollte vorläufig weiterhin das Gebiet der Siliziumkristalle bearbeiten, sich dann aber auf neue Materialien umorientieren.

Fritzsche wurde als Übergangslösung die Aufgabe übertragen, ein von der Industrie entwickeltes, dem Institut zur Verfügung gestelltes Ionenimplantationsgerät aufzustellen. Die Leitung der Abteilung übernahm Goetzberger selbst.

Die anvisierte Umbenennung in Institut für Festkörperphysik konnte Goetzberger erst 1970 umsetzen. Im Wissen um die beabsichtigte Neugründung des MPI für Festkörperphysik musste zunächst ein Konsens mit der Max-Planck-Gesellschaft gesucht werden, der mit der Berufung von MPI-Direktor Queisser in den Beirat bzw. das Institutskuratorium gefunden wurde. Die zeitweise ventilierte Alternative »Institut für angewandte Halbleiterforschung« lehnte Goetzberger ab, »da zu seinen Aufgaben vieles gehöre, was nicht Halbleiterforschung sei«.³³

Goetzberger betrieb mit Nachdruck die Öffnung des Instituts für zivile Themen. Dabei spielte ihm die heftige gesellschaftliche Opposition gegen die »Militärforschung« bzw. »Rüstungsforschung« zu Beginn der 70er-Jahre in die Hände, und die Wissenschaftler im Institutskuratorium stärkten ihm den Rücken. Nolens volens musste das in die gesellschaftliche Defensive geratene BMVg zustimmen, dass plötzlich vermehrt internationale Gastwissenschaftler eingeladen wurden, um ihnen Einblicke in die Institutsarbeit zu geben, dass die offene Publikation der Forschungsergebnisse in wissenschaftlichen Zeitschriften an Bedeutung gewann und dass die Beteiligung der Institutsmitarbeiter an der akademischen Lehre, vornehmlich an der Universität Freiburg, sowie auch die Ausbildung wissenschaftlichen Nachwuchses einen hohen Stellenwert erhielten. Als

³³ Prot. der Beiratssitzung des IEW vom 27.2.1969 (IfZ, ED 721/469).

die Strategie des »open house« Ende des Jahres 1973 in der erwähnten Vereinbarung des BMVg und des BMFT mit der Fraunhofer-Gesellschaft politisch festgeschrieben wurde, war sie im IAF bereits gelebte Praxis.

Während die Frage der eingeschränkten Geheimhaltung der Forschung im Sinne Goetzbergers gelöst werden konnte, blieben ihm zwei Problemfelder während seiner gesamten Amtszeit als IAF-Institutsleiter erhalten: die prekäre Grundfinanzierung durch das Verteidigungsressort und die ungelöste Neubaufrage. In der Praxis präsentierten sie sich als zwei separate Problembereiche, politisch waren sie miteinander verquickt. Das Problem des Raummangels zieht sich wie ein roter Faden durch die Institutsgeschichte der 70er- und 80er-Jahre. Unzählige vergebliche Vorstöße in Bonn, endlose Krisenbewältigungsversuche und zahlreiche Interimslösungen mit einer räumlichen Zersplitterung auf bis zu elf Standorte belasteten die Institutsarbeit. Schon 1973 musste Goetzberger reichlich entmutigt konzedieren, dass sich der ersehnte Neubau nicht vor 1980 realisieren lassen würde. Später zeigte sich dann, dass die zahlreichen hoch aufgehängten Vorstöße – sowohl Fraunhofer-Präsident Keller als auch der IAF-Kuratoriumsvorsitzende Manfred Pilkuhn wurden beim Bundesminister für Verteidigung vorstellig – an dem Einspruch der Haushaltsexperten des BMVg scheiterten,

³⁴ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF und IFT vom 17.2.1978 (IfZ, ED 721/470).

³⁵ »Kritische Selbstdarstellung der FhG«, Vortrag von Keller vom 2.9.1975, zit. nach Trischler/vom Bruch, Forschung, S. 253, und Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF und IFT vom 24.2.1976 (IfZ, ED 721/470). – Wie außerordentlich stark das BMVg an den Forschungsergebnissen des IAF interessiert war, zeigt ein umfangreiches Positionspapier vom Juli 1983, das die „Erzeugung wehrtechnischen Nutzens durch wehrtechnische Forschung« am IAF bilanzierte (FhG, Institutsbetreuerakten IAF).

»in einem Neubau Raum für andere als verteidigungsbezogene Aktivitäten zu finanzieren«.³⁴ Das Verteidigungsministerium war mithin nicht gewillt, sich an die von ihm unterzeichnete Ressortvereinbarung von 1973 zu halten, in der die Öffnung der verteidigungsorientierten Fraunhofer-Institute für zivile Vertragsforschung und die gemeinsame Finanzierung mit dem BMFT vereinbart worden waren. Allerdings hielt sich auch das Forschungsministerium nicht an die Absprache, sich substanzial an der Grundfinanzierung des IAF zu beteiligen. Der sich 1975 auf 5,4 Mio DM belaufende Etat wurde zu drei Vierteln vom BMVg getragen; fünf Jahre später (1980) war er auf 10 Mio DM angestiegen, und noch immer trug das Verteidigungsressort weit mehr als zwei Drittel der Finanzierung.

Aus dieser Position der finanziellen Stärke heraus widersetzte sich die Ministerialbürokratie auf der Hardthöhe – Ressortvereinbarung hin oder her – auch der von der Münchner Fraunhofer-Zentrale mit Nachdruck betriebenen Stärkung der industrieorientierten Vertragsforschung. Fraunhofer-Präsident Keller möchte noch so engagiert die Synergien von militärischer und ziviler Forschung herausstellen und mit einer durch Industrieaufträge ermöglichten Erweiterung des Forschungshorizonts »auf verwandte Gebiete« sowie einer »indirekte[n] Erfolgskontrolle der verteidigungsrelevanten Forschungsinstitute« argumentieren. Für die Ministerialen auf der Hardthöhe musste das IAF »jederzeit in der Lage sein, Institutsmitglieder als neutrale Gutachter und Teilnehmer in NATO-Gremien zu benennen«. Sie waren keineswegs davon zu überzeugen, dass sich durch Industrieaufträge »eine Besserung der Stellung des Instituts ergeben« könnte. Vielmehr drohe »ein Interessenkonflikt im Institut« und eine Gefährdung der »Homogenität des Arbeitsprogrammes«.³⁵

Im Unterschied zur Fraunhofer-Führung sah auch Goetzberger seine Aufgabe nur eingeschränkt darin, die zivile Vertragsforschung auszubauen. Sein Ziel war es vielmehr, die wissenschaftliche Qualität der Arbeiten im Bereich der Festkörper- und Halbleiterforschung zu stärken und neue Forschungslinien zu ziehen. Goetzbergers ureigenes Arbeitsgebiet waren dabei Störstellen im Silicium, andere Abteilungen arbeiteten jedoch bereits im Bereich der III/V-Verbindungshalbleiter, der sich später zur Kernkompetenz des Instituts werden sollte. In dieser Phase entwickelte sich das IAF zu einem international führenden Institut für Verbindungshalbleiter, und seine Mitarbeiter gewannen zahlreiche national und internationale renommierte Wissenschaftspreise.

Die wohl wichtigste Innovationsleistung des IAF in der Ära Goetzberger, für die die Mitarbeiter des Instituts Waldemar Greubel und Günter Baur 1978 den erstmals verliehenen Joseph-von-Fraunhofer-Preis erhielten, sollte dann zu einem existenziellen Problem des Instituts werden. Am 15. März 1977 stellte das Institut auf einer Pressekonferenz ein neu entwickeltes Display vor, das »Fluoreszenz-Aktivierte Display« (FLAD). Im weiteren Verlauf des Jahres wurde FLAD auf der Basler Mustermesse und dann auch auf der Hannover Messe vorgestellt und von der Industrie rasch in die Großserienproduktion übernommen. Im Anschluss an FLAD forschte die Abteilung Displayphysik über Fluoreszenssolarkollektoren. Das Projekt war zunächst auf zwei Jahre befristet und sollte klären, ob auf der Basis dieser Technologie eine wirtschaftliche Nutzung von Sonnenenergie möglich wäre. Bei dieser Technik wurden Kunststoffplatten mit langlebigen Farbstoffen versehen, um den in europäischen Breiten dominierenden diffusen Strahlungsanteil des Sonnenlichts einzufangen und auf Solarzellen konzentri-

ren zu können. Der Grundkonzeption des Instituts entsprechend lag der Schwerpunkt nicht auf Siliciumzellen, sondern auf Zellen aus neuen Verbindungshalbleitern, von denen man sich einen höheren Wirkungsgrad versprach.³⁶

Das Fluko-Projekt konnte vom Förderprogramm »Sonnenenergietechnologien« profitieren, das das BMFT für die Jahre 1977 – 1980 aufgelegt hatte, und erreichte rasch Dimensionen, die im Kontext der Verteidigungsforschung den nach wie vor engen Raum für zivile Forschungsvorhaben sprengten. Goetzberger drängte daher darauf, ein eigenes Institut für Solarenergienutzung zu gründen. Fraunhofer-Präsident Keller, der Mitte der 70er-Jahre den Aufbau eines solchen Instituts noch vehement abgelehnt hatte, setzte sich nun für dieses Konzept ein und erreichte die Zusage Baden-Württembergs, sich an einer Gründung am Standort Freiburg zu beteiligen. Aus der zum 1. Oktober 1980 wirksam werdenen Interimslösung einer »Arbeitsgruppe Solare Energiesysteme« am IAF wurde im Juli des folgenden Jahres ein eigenes, von Goetzberger geleitetes Institut. Das IAF verlor dadurch nicht nur seinen Institutsleiter, sondern auch rund zwei Dutzend besonders hoch qualifizierte und innovative Mitarbeiter. Die Suche nach einem geeigneten Nachfolger für Goetzberger zog sich über fast ein halbes Jahrzehnt hin und führte das IAF in eine strukturell prekäre Übergangsphase.

³⁶ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF am 17.2.1978 (IfZ, ED 721/470); zum Folgenden Trischler/vom Bruch, Forschung, 355-357, und Gerhard Mener: Die Grenzen des Erfolgmodells der siebziger Jahre. Sonnenenergieforschung in der Fraunhofer-Gesellschaft, in: Ritter/Szöllösi-Janze/Trischler, Antworten, S. 107-134.

Galliumarsenid und zivile Verbundforschung

Das IAF in den 80er- und frühen 90er-Jahren (1981 – 1995)

Während in den ersten beiden behandelten Phasen die allgemeinen politisch-gesellschaftlichen Zäsuren und die markanten Einschnitte in der Institutsgeschichte zusammenfallen und bemerkenswert übereinstimmen, beginnen sich diese in der dritten Phase voneinander zu lösen. Werfen wir zunächst wieder einen Blick auf den Wandel der forschungspolitischen Großwetterlage und dessen Auswirkungen auf die Fraunhofer-Gesellschaft, bevor wir die Entwicklung des IAF im Kontext dieser allgemeinhistorischen Prozesse betrachten.

Forschungspolitik und Innovationssystem

Die Bundestagswahl vom Herbst 1980 schickte die Regierung von Helmut Schmidt und Hans-Dietrich Genscher in eine dritte Legislaturperiode. Der Streit über den »Nachrüstungsbeschluss« der NATO stärkte die innerparteilichen Gegner des Kanzlers. Vor allem aber die tiefe Wirtschaftskrise, die die Arbeitslosenquote und die Inflationsrate dramatisch ansteigen ließ, läutete dann das vorzeitige Ende der sozialliberalen Koalition ein. Das konstruktive Misstrauensvotum vom 1. Oktober 1982 brachte die christlich-liberale Regierung Kohl/Genscher ans Ruder, die in der Bundestagswahl vom März 1983 bestätigt wurde.

In der Forschungspolitik war eine »Wende« noch von der alten Regierung eingeleitet worden. Sie hatte zu Beginn der 80er-Jahre die Projektförderung gekürzt und stattdessen auf Verbundprojekte und indirekt-spezifische Fördermaßnahmen gesetzt. Der neue Bundesforschungsminister Heinz Riesenhuber machte aus diesem ordnungspolitischen Strategiewandel einen programmatischen Kurswechsel, der einen Rückzug des Staates aus Markt und Wirtschaft einläuteten sollte. Riesenhuber sah die Aufgabe seines Ressorts nicht mehr darin, struktur- und gesellschaftspolitische Ziele zu realisieren, sondern Innovationen, und darüber vermittelt wirtschaftliches Wachstum zu generieren.³⁷ Das forschungspolitische Leitinstrument der 80er-Jahre war die Verbundforschung. Mit dem Verbund, der Initiative und finanzielles Engagement der Wirtschaft voraussetzte, sollte sich die Forschung organisch an den Bedürfnissen des Marktes ausrichten. Zu den ersten Programmen, die sich auf das neue Förderinstrument stützten, gehörte insbesondere die Mikroelektronik; später trat unter anderem auch die Lasertechnik hinzu.³⁸

Die Entwicklung des bundesdeutschen Innovationssystems im folgenden Jahrzehnt wurde darüber hinaus von vier Prozessen geprägt: erstens der regionalen Innovationsförderung, die von den Ländern mit dem Ziel der wirtschaftlichen Modernisierung intensiviert wurde; zweitens der Internationalisierung der Forschung im Gefolge der wirtschaftlichen Globalisierung und der massiv an Bedeutung gewinnenden europäischen Integration der Wissenschaft, die in den von der Europäischen Kommission aufgelegten Rahmenprogrammen Forschung ihren sichtbarsten Ausdruck fanden; drittens der Umbau der Forschungsstrukturen in den Neuen Bundesländern nach der Wiedervereinigung; viertens die Um-

³⁷ BMFT: Bundesbericht Forschung 1984. Bonn 1984, S. 26. Vgl. hierzu und zum Folgenden Stucke, Institutionalisierung, S. 169-180.

³⁸ Vgl. Stucke, Institutionalisierung, S. 170f, und Susanne Lütz: Steuerung industrieller Forschungs-kooperation. Funktionsweise und Erfolgsbedingungen des staatlichen Förderinstruments Verbundforschung. Frankfurt a. M. und New York 1993.

steuerung der Verteidigungsforschung nach dem Ende des Kalten Krieges. Diese Prozesse wirkten sich auf die Fraunhofer-Gesellschaft besonders stark aus.

Zwischen Wachstum und Konsolidierung: Entwicklungslinien und Problemlagen der Fraunhofer-Gesellschaft in den 80er- und frühen 90er-Jahren

In zufälliger Parallelität zur hohen Bonner Politik vollzog sich auch an der Spitze der Münchener Fraunhofer-Gesellschaft ein personeller Wechsel. Mit dem Ende des Jahres 1982 lief die Amtszeit von Heinz Keller aus. Nachdem der vom Senat gewählte Präsident der Bundesanstalt für Materialprüfung, Gerhard W. Becker, im April 1983 abgesagt hatte, rückte der Leiter des IITB, Max Syrbe, nach. Syrbes Berufung begründete eine neue, bis heute anhaltende Tradition der Fraunhofer-Gesellschaft: die Kooptation des Präsidenten aus den eigenen Reihen.

Wie in Bonn, so war auch in München der Wechsel von 1982/83 vor allem auf der Ebene von Programmatik und argumentativer Symbolik eine Zäsur. Syrbe trat mit der Zielsetzung an, eine neue Ära des qualitativen Wachstums und der inneren Konsolidierung einzuläuten. Intern wurde über Jahre hinweg ein intensiver Diskurs über die »Grenzen des Wachstums« geführt. De facto aber setzte sich das Wachstum bis Anfang der 90er-Jahre mit unveränderter Dynamik fort. Die Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft in dieser Phase ließe sich daher auch als eine dichte Geschichte des Gründens, Bauens und Schließens von Instituten schreiben.³⁹

Während die Institute das Zurückfahren der direkten Projektförderung stark verunsicherte, nahm die Fraunhofer-Zentrale den ordnungs-politischen Wandel in Bonn als Chance wahr. München hoffte, in der Verbundforschung die Industrierträge weiter steigern und die Institute zu gemeinsamen Projekten zusammenspannen zu können. Erneut zeigte sich dabei aber das für die Gesellschaft typische Spannungsfeld von Dezentralität und Zentralität. Das Bestreben der Münchener Führung, die institutsübergreifenden Klammern zu stärken, Synergieeffekte zu mobili-sieren und neue Instrumente der Koordination zu schaffen, wurde in den Instituten mit Skepsis aufgenommen. Jeder diesbezügliche Vorstoß der Zentralverwaltung kollidierte zwangsläufig mit dem autonomieorientierten Selbstverständnis der Institute. Daher scheiterte in dieser frühen Phase auch der Versuch der Zentralverwaltung, eine strategische Gesamtplanung für institutsübergreifende Verbünde zu realisieren. Was von der groß angelegten Initiative der Zentrale blieb, war der 1984 installierte »Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik«. Dieser lockere Verbund war einstweilen mit keinerlei Machtmitteln ausgestattet. Die Institutsleiter beharrten auf ihrem »satzungsmäßigen Freiraum« und malten das Schreckgespenst eines »Ober-Institutsleiters« an die Wand, wie er sich etwa in der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR) als Zwischenhierarchie unterhalb des Vorstandes

³⁹ Siehe dazu und zum Folgenden Trischler/vom Bruch, Forschung, S. 182ff.

⁴⁰ Protokoll der Sitzung der Hauptkommission des Wissenschaftlich-Technischen Rats (WTR) der Fraunhofer-Gesellschaft vom 8.3.1984 (Archiv der FhG, ZA 52); vgl. Helmuth Trischler: Auf der Suche nach institutioneller Stabilität. Luft- und Raumfahrtforschung in der Bundesrepublik Deutschland, in: ders. und Kai-Uwe Schrogel (Hrsg.): Ein Jahrhundert im Flug. Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1907-2007, Frankfurt a. M. und New York 2007, S. 195-210.

etabliert hatte.⁴⁰ Erst ein Jahrzehnt später war der finanzielle Druck hoch genug, um die gewachsene Resistenz der Institutsleiter gegenüber formalisierten Eingriffen in den Kern ihres Herrschaftsbereichs zu überwinden. Hinzu kam eine kritische Bewertung der Mikroelektronik-Institute durch den Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie (ZVEI) und dessen Forderung, die mittlerweile sieben Institute effektiver als bisher unter einer Führung zusammenzufassen. Zwar wurde die zeitweise ventilierte Alternative eines eigenen Vorstandsbereichs für Mikroelektronik verworfen, aber der Vorstand delegierte Entscheidungskompetenzen an das Direktorium des Verbunds und stärkte dessen Koordinationsvermögen.

Im Verlauf der 80er-Jahre wurde die Vertragsforschung vollends zum Kernstück der Identität der Fraunhofer-Gesellschaft. Ihre Selbsteinschätzung und Fremdwahrnehmung als die Säule für wirtschaftsnahe Vertragsforschung im deutschen Innovationssystem wurde bestätigt durch die Expansion dieses Leistungsbereichs. Von 1984 bis 1989 wuchs die Vertragsforschung um 107 % und der Leitparameter Wirtschaftserträge gar um 136 %. Die Expansion der Grundfinanzierung blieb weit dahinter zurück und mehr noch die der Verteidigungsforschung. Im folgenden Jahrzehnt bis 1995 wuchs der Aufwand im Vertei-

⁴¹ Zahlen nach Trischler/vom Bruch, Forschung, S. 193, und Fraunhofer-Gesellschaft (Hrsg.): Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft. Leistung und Förderung im Fraunhofer-Modell. München 1996, S. 38.

⁴² Fraunhofer-Gesellschaft (Hrsg.): Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft. Strukturen, Leistungen, Rahmenbedingungen, Maßnahmen. München 1990, S. 5.

⁴³ Protokoll der 1. Sitzung der Arbeitsgruppe »Verteidigungsbezogene Forschung in der FhG« vom 17.6.1987 (IAF-Archiv); vgl. hierzu und zum Folgenden Trischler/vom Bruch, Forschung, S. 250-255.

digungsbereich nominal zwar noch leicht, aber real mussten bereits Kapazitäten abgebaut werden.⁴¹ Im Zuge der Wiedervereinigung wurde der Umbau der Verteidigungsforschung in Deutschland im Allgemeinen und in der Fraunhofer-Gesellschaft im Besonderen intensiv diskutiert. Das Ziel der Konversion, die »bis zur Überführung von bisher verteidigungsbezogenen FhI in den Leistungsbereich Vertragsforschung« gehen sollte, rückte in den Vordergrund der forschungsstrategischen Überlegungen der Münchner Fraunhofer-Zentrale.⁴² Der Aufbau eines zivilen Vertragsforschungsbereichs im Freiburger IAF mit seinem kraftvollen Wachstum galt ihr dabei als Referenz für die Umsetzbarkeit dieser Strategie.

Die Reorganisation und Effizienzsteigerung der Verteidigungsforschung stand freilich bereits seit Glasnost und dem Ende des Kalten Krieges auf der politischen Agenda. Die Führung der Fraunhofer-Gesellschaft hatte schon im Mai 1986 in einem Positionspapier ihre »Perspektiven für die Entwicklung der Verteidigungsforschung« vorgelegt, die im Kern auf eine Öffnung der verteidigungsbezogenen Institute für zivile Vertragsforschung hinausliefen. Als der Haushaltsausschuss des Bundestages 1987 drohte, eine weitere Steigerung der Grundfinanzierung für Wehrforschung nicht mehr mittragen zu wollen, gewann das Problem an Brisanz. BMVg-Staatssekretär Manfred Timmermann setzte im Juni 1987 eine Arbeitsgruppe ein, in der seine Ministerialbeamten, deren Kollegen aus dem Bundesforschungsressort und die Fraunhofer-Gesellschaft gemeinsam eine Strategie erarbeiten sollten, wie »vermehrt Elemente des Wettbewerbs in die verteidigungsbezogene Forschung« eingeführt werden könnten.⁴³ Die Fraunhofer-Gesellschaft und das BMFT zogen dabei an einem Strang: Sie votierten für eine stärkere Orientierung der Institute

hin zur Projekt- und Auftragsforschung. Diese sollte allerdings an die Voraussetzung gebunden werden, dass die Institutsleiter mehr Flexibilität in der Personalführung und Kostenplanung erhielten. Das BMVg schwankte einstweilen noch zwischen den Polen, einerseits seinen wissenschaftlichen Bedarf am Forschungsmarkt auszuschreiben und die entsprechenden Aufträge an den jeweils leistungsstärksten Bewerber zu vergeben, und andererseits die Kontrolle über die von ihm grundfinanzierten Institute nicht zu verlieren. Das 1988 von der gemeinsamen Arbeitsgruppe vorgelegte Flexibilisierungspapier blieb daher weitgehend wirkungslos.

Als die christlich-liberale Koalition im Dezember 1991 im Bundestag einen Entschließungsantrag zur Flexibilisierung der Großforschung einbrachte, schlug dieser auch im Verteidigungsbereich Wellen. Die nun neuerlich einsetzende Diskussion um die – mangelnde – Effizienz der Verteidigungsforschung und deren Neustrukturierung wurde aber vor allem durch die mittelfristige Finanzplanung des Bundes ausgelöst, die vorsah, die Verteidigungsforschung bis Mitte der 90er-Jahre zu »überrollen«. Konkret lief dies auf das Erfordernis von Personaleinsparungen hinaus, und in der Tat wurde in den beiden Folgejahren das Personal in der Verteidigungsforschung um 5 % bzw. 4 % gekürzt. Eine bemerkenswert selbstkritische Lageanalyse des BMVg kam zu dem Fazit, dass die Verteidigungsforschungsinstitute über die Wirtschafts- und Stellenpläne nach wie vor »wie eine Behörde geführt und kontrolliert« würden. Den Institutsleitungen würde nur eine geringe Handlungs- und Entscheidungsfreiheit eingeräumt, was »im Ergebnis zu mangelnder Effektivität bzw. zu einem Nichtausschöpfen eines möglichen Leistungsangebots« führe.⁴⁴

Mitte der 90er-Jahre hatte sich die Schere zwischen ziviler Vertragsforschung und verteidigungsbezogener Forschung innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft weiter geöffnet. Erstere wuchs weiter und profitierte von der zunehmenden Flexibilisierung der Steuerungsinstrumente und der Internationalisierung der Forschungsmärkte; letztere schrumpfte und litt an einer personellen Überalterung, einem Rückgang der Investitionen und einer Dominanz staatlichen Einflusses. Nicht von ungefähr galt die Verteidigungsforschung in der Münchener Fraunhofer-Zentrale mehr und mehr als Problemfall. Entsprechend deutlich fiel ihre Zwischenbilanz über die Anpassung der verteidigungsbezogenen Kapazitäten an den Wandel der Forschungsmärkte nach dem Ende des Kalten Krieges aus: Die Kapazitäten wurden »konsolidiert, wo auch weiterhin ein Bedarf besteht, konvertiert, wo ein ziviler Vertragsforschungsmarkt besteht oder abgebaut, wo keine der Möglichkeiten gegeben war«.⁴⁵

Das IAF in der Ära Hans S. Rupprecht: Profilschärfung als Leiteinrichtung der III/V-Halbleiterforschung

Nach dem Wechsel von Goetzberger an das ISE wurde sein Stellvertreter, Gerhard Meier, mit der kommissarischen Institutsleitung betraut. Er sah seine Aufgabe vorrangig darin, »eine kontinuierliche Fortführung der Institutsarbeit bis zur

⁴⁴ »Überlegungen zu einer an ökonomischen Grundsätzen ausgerichteten Unternehmensverfassung der verteidigungsbezogenen Forschungsinstitute« (= Positionspapier von Rü T 1 des BMVg) vom 6.8.1992 (IAF-Archiv).

⁴⁵ Fraunhofer-Gesellschaft (Hrsg.): Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft. Leistung und Förderung im Fraunhofer-Modell. München 1996, S. 39.

Bestellung des neuen Institutsleiters zu gewährleisten« und hegte einstweilen nicht die Absicht, wesentliche Änderungen im Arbeitsspektrum des IAF vorzunehmen. Unterstützt wurde er darin vom Kuratorium und von dem Hauptzuwendungsgeber auf der Bonner Hardthöhe, die dem Institut ein hohes wissenschaftliches Niveau seiner Arbeiten bescheinigten, das zudem in den letzten Jahren durch eine systematische Verjüngung der Mitarbeiterschaft kontinuierlich gestiegen sei.⁴⁶

Schwieriger und weitaus zeitintensiver als alle Beteiligten erwartet hatten, gestaltete sich die Suche nach Goetzbergers Nachfolger. Die kommissarische Übergangslösung sollte schließlich fast vier Jahre dauern. Die Berufungskommission verständigte sich auf eine breit streuende Suche und ventilierte zunächst nicht weniger als zehn Kandidaten, wurde dann aber im direkten Umfeld des IAF fündig. Sie votierte einmütig für den Stuttgarter Ordinarius Manfred Pilkuhn, der als langjähriger Vorsitzender des Kuratoriums das Institut bestens kannte. Dieser hatte zudem gemeinsam mit Queisser (MPI für Festkörperforschung) und von Münch mit baden-württembergischen Landesmitteln einen regionalen Forschungsverbund zu III/V-Verbindungshalbleitern aufgebaut. Nach längeren Verhandlungen entschied sich Pilkuhn jedoch dafür, ein attraktives Bleibeangebot seiner Universität zu akzeptieren. Das von ihm entwickelte Konzept, das Gebiet der III/V-Technologie zur Schwerpunktaufgabe des IAF auszubauen, wurde aber beibehalten. Für die Fraunhofer-Zentrale war dieses Konzept insofern besonders attraktiv, als es die wissenschaftlich-technische Profilschärfung ihrer

⁴⁶ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF am 17.2.1983 (IAF-Archiv).

⁴⁷ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF am 17.2.1983 (IAF-Archiv).

mittlerweile drei Mikroelektronikinstitute erleichterte. Das 1974 in München gegründete, lange Zeit mit dem IAF über ein gemeinsames Kuratorium verbundene Fraunhofer-Institut für Festkörpertechnologie (IFT) sollte sich auf die Siliciumtechnologie einschließlich der Mikrostrukturierung konzentrieren, das 1982 in Duisburg eingerichtete Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme (IMS) auf den Bereich des Schaltungsentwurfs und das IAF auf die III/V-Verbindungshalbleiter. Hinzu kam, dass die Hardthöhe dem IAF bereits eine Förderung dieses Forschungsfeldes in Höhe von 9 Mio DM für die Jahre 1984 – 1987 zugesagt und das BMFT weitere 5 Mio DM in Aussicht gestellt hatte.⁴⁷

Nach Pilkuhns Absage verständigte sich die Berufungskommission auf den Physiker und Mathematiker Claus Weyrich, der 1969 zur Unternehmensforschung von Siemens gestoßen war und 1978 die Leitung der Abteilung Optoelektronische Halbleiter im Fachgebiet Festkörperphysik übernommen hatte. Als Siemens ihm zur Abwendung der Berufung die Leitung des Fachgebiets Angewandte Materialforschung anbot, sagte auch Weyrich dem IAF ab. Der dritte Anlauf zeitigte dann Erfolg. Wie schon im Falle von Goetzberger wurde die Fraunhofer-Gesellschaft erneut in den USA fündig. Es gelang, Hans S. Rupprecht zu gewinnen, der nach seiner Promotion und einer Tätigkeit im Forschungslabor der Siemens-Schuckert-Werke in Erlangen, wo Heinrich Welker wenige Jahre zuvor seine Pionierarbeiten zu III/V-Verbindungshalbleitern vorgelegt hatte, 1961 in das Forschungszentrum der IBM in Yorktown Heights, New York, gewechselt war. Der Physiker hatte 1962 an der Basisinnovation eines Halbleiter-Lasers auf der Basis einer GaAs/AlGaAs-Heterostruktur mitgewirkt und war wesentlich an der Erfindung der

roten Leuchtdiode beteiligt gewesen. Nach verschiedenen Stationen in den Bereichen Forschung und Entwicklung wurde er 1979 bei IBM verantwortlich für den gesamten Bereich der Forschung und Entwicklung von GaAs-Bauelementen und -Elektronik. Er gehörte damit zu den weltweit führenden Wissenschaftlern jener Forschungsrichtung, die nun als Kernkompetenz des IAF verankert werden sollte, und verfügte über breite Industrieerfahrung.

Rupprechts Ziel und die ihm von der Fraunhofer-Führung gestellte Hauptaufgabe war es, die industrielle Vertragsforschung des IAF zu stärken. Ein Blick auf den Etat des Jahres 1983 verdeutlicht dabei die Ausgangslage. Durch die Ausgliederung der Solargruppe hatten sich die Gewichte nochmals in Richtung der verteidigungsbezogenen Forschung verschoben. Von den insgesamt 104 Stellen waren 78 durch das BMVg grundfinanziert, weitere 8 durch Projekte des BMVg; nur 18 Stellen waren zivilen Projekten zuzuordnen. Der Gesamtetat von 10,01 Mio DM basierte mit 2,06 Mio DM gerade einmal zu einem Fünftel auf zivilen Projekten.⁴⁸

Bereits in der Interimsperiode der kommissarischen Institutsleitung von Meier war die Ausrichtung des Instituts auf die III/V-Halbleiterforschung vorbereitet worden. In der Münchener Fraunhofer-Zentrale hatten Forschungscoordinator Alexander Imbusch und der Leiter des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung, Helmar Krupp, das dezierte Interesse von Bundesforschungsminister Heinz Riesenhuber an der Verbundforschung aufgenommen und an einem Konzept für institutsübergreifende Verbünde gestrickt. Der Großverbund »Sub-Mikron« sollte sich dabei, wie bereits erwähnt, am Ende als einzig greifbares Resultat

dieser Initiative zur strategischen Neuorientierung der FhG erweisen. Für das IAF aber war es die Chance schlechthin, sich im Rückgriff auf seine gewachsene wissenschaftliche Kompetenz neu zu platzieren. Pilkuhn hatte im Zuge seiner Berufungsverhandlungen bereits Weichen in diese Richtung gestellt, die von Meier durch die Intensivierung der III/V-Halbleiterforschung aufgenommen und in einem mittelfristigen Arbeitsprogramm für die Jahre 1984 bis 1988 konkretisiert wurden. Das Programm hatte die volle Unterstützung sowohl des Verteidigungs- als auch des Forschungsressorts.⁴⁹

Rupprecht griff diese ihm gebotene Chance aktiv auf und richtete den Schwerpunkt des Instituts kraftvoll auf das Verbundprojekt »Gallium-Arsenid-Elektronik« aus. Das IAF übernahm die Koordination und Federführung des neu eingerichteten Gesamtkonsortiums GaAs-Elektronik, an dem neben dem IAF und dem MPI für Festkörperforschung die Unternehmen Siemens, Wacker und Telefunken beteiligt waren. Von den insgesamt fünf Teilprojekten des Verbunds hatte das Institut zudem die Federführung für den Teil Prozesstechnologie inne.

Sowohl das Arbeitsprogramm als auch die Organisationsstruktur des IAF wurden auf den neuen Schwerpunkt hin orientiert. Das Arbeitsprogramm fokussierte sich ab Mitte der 80er-Jahre auf die zwei gewachsenen Kompetenzfelder der

⁴⁸ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF am 17.2.1983 (IAF-Archiv).

⁴⁹ Prot. der ILA-Sitzung vom 22.8.1983. – Auf Anregung des BMVg wurde die anvisierte verstärkte Ausrichtung des IAF auf Anwendung und Technologie semantisch umgesetzt und einige Abteilungen umbenannt, so die Festkörperchemie in Materialforschung, die Displayphysik in Display-Technologie, die Infrarot- und die Mikrowellenphysik jeweils in Infrarot- und Mikrowellenbauelemente.

Infrarot-Technologie und der Display-Technologie sowie auf den neuen Schwerpunkt der GaAs-Elektronik. Während sich das erstgenannte Arbeitsfeld in die beiden Abteilungen Infrarot-Festkörpertechnologie (Peter Koidl) sowie Infrarot-Materialtechnologie (Jan Baars) aufteilte – im Jahr darauf wurden die beiden Abteilungen unter Koidl wieder zu einer Abteilung verschmolzen – und das zweitgenannte Arbeitsfeld allein aus der von Günter Baur geleiteten Abteilung bestand, gliederte sich der Galliumarsenid-Bereich in nicht weniger als fünf Abteilungen auf: Bauelemente- und Schaltkreisentwicklung (William Haydl), Prozesstechnologie (Karl-Heinz Bachem), Lithographie und Pilotlinie (Joachim Schneider), Neuartige Prozesstechnologie (Hans S. Rupprecht) und Materialforschung (Jürgen Schneider), wobei letztere die beiden Unterabteilungen Prozessbezogene Materialkontrolle (Wolfgang Jantz) und Grundlagenuntersuchungen (Jürgen Schneider) umfasste.

Rupprecht sah seine Aufgabe nicht zuletzt darin, die Open-Door-Politik seines Vorgängers fortzusetzen und »Zäune abzubrechen«, um die interne Kooperation über die gewachsenen Ab-

⁵⁰ Das Vorstehende nach Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF vom 19.6.1986 (IAF-Archiv).

⁵¹ Ebd. – Zum Ende seiner Amtszeit sah sich Rupprecht dann gezwungen, die Abteilung Display-Technologie aufzulösen, da weder das Verteidigungs- noch das Forschungsressort bereit waren, diese Arbeitsrichtung weiterzufinanzieren.

⁵² Der retrospektiven Diskussion im Kuratorium des IAF ist zu entnehmen, dass es der massiven argumentativen Vorbereitung durch den zuständigen BMVg-Referatsleiter Norbert Roy und der Vermittlung des IAF-Kuratoriumsvorsitzenden Dahlberg bedurfte, um die Spitze des Ministeriums, vor allem Staatssekretär Timmermann, davon zu überzeugen, der Beteiligung des IAF an zivil orientierten Verbundprojekten des BMFT zuzustimmen; Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF vom 13.7.1994 (IAF-Archiv), und Interview mit Ministerialrat a. D. Norbert Roy am 16.11.2006.

teilungen hinweg zu verbessern. Verschiedenen »Vorwarnungen« über verfestigte Abteilungsstrukturen, die ihm vor seinem Amtsantritt bedeutet worden waren, begegnete er mit der Installation von abteilungsübergreifenden Seminaren, die nach seiner eigenen Einschätzung gut angenommen wurden und rasch Wirkung zeigten. Erleichtert wurde ihm die Umsteuerung großer Teile der Institutskapazitäten auf den Schwerpunkt der Galliumarsenid-Elektronik durch die exzellenten Vorarbeiten der Abteilung Materialforschung unter Jürgen Schneider. MPI-Direktor Queisser bescheinigte der Abteilung, sekundiert von Pilkuhn, eine internationale Führungsposition in der Analyse von semiisolierendem Galliumarsenid, die »an keiner Stelle der Welt so gut und so präzise gemacht« werde wie im IAF.⁵⁰

Auf der Hardthöhe betrachtete man die neue wissenschaftliche Orientierung des Instituts mit gemischten Gefühlen. Zwar hatte auch das Verteidigungsressort ein inhaltliches Interesse am neuen Schwerpunkt, insistierte aber darauf, dass die Verlagerung der institutsinternen Ressourcen nicht zu sehr auf Kosten der beiden anderen Arbeitsbereiche gehen dürfe. Das Ministerium hatte ein umso größeres Interesse an einer starken Position des IAF in der Infrarottechnologie, als das Institut in diesem Bereich seine »einzige Anlaufstelle« war. Rupprecht musste zudem versichern, dass der Umfang der Displayabteilung »nicht angetastet« werde.⁵¹ Hier zeigten sich die Grenzen der programmativen Umsteuerung des IAF. Das BMVg trug das Wachstum der zivilen Vertragsforschung mit, solange die Expansion dieser attraktiven Dual-Use-Technologie vornehmlich von der Industrie und vom BMBF ermöglicht wurde. Es war aber nicht bereit, für diese Expansion gewachsene Schwerpunkte und Kapazitäten des Instituts zu opfern.⁵²

Grenzen des Wachstums zeigten sich in dieser Phase nicht so sehr am Markt der Mikroelektronik – im Gegenteil, die Zukunftschancen der Galliumarsenid-Technik wurden von den industriellen Verbundpartnern unisono als außerordentlich hoch eingeschätzt –, sondern in der räumlichen Ausstattung des Instituts. Das IAF war auf nicht weniger als elf Standorte in Freiburg verstreut, und die Genehmigung des 1978 gestellten Bauantrags für einen Neubau ließ weiterhin auf sich warten. Um das Verbundprojekt mit seinem Bedarf an Laborkapazitäten und Reinträumen stemmen zu können, sollte das IAF kurzfristig von 5.000 m² auf 7.000 m² ausgebaut werden und mittelfristig weiter wachsen. Durch einen Presseartikel wurde das IAF im April 1986 dann auf die Alternative des im Freiburger Industriegebiet Nord gelegenen Verwaltungsgebäudes der Firma Koch Bau aufmerksam, die in Konkurs gegangen war. Obwohl die Münchner Fraunhofer-Zentrale das Gebäude aufgrund seines Zustands und seiner schlechten Isolation sowie der sich abzeichnenden hohen Umbaukosten zunächst negativ beurteilte, rückte diese Alternative rasch in den Mittelpunkt der Bemühungen. Nach fast zwei Jahrzehnten des vergeblichen Bemühens um einen Neubau wurde der Leidens- und Handlungsdruck groß genug, um die zeitsparende Lösung des Ankaufs des Koch-Bau-Gebäudes in der Tullastraße 72 anzupeilen. Bereits im Mai 1986 nahm die Fraunhofer-Gesellschaft die Verhandlungen mit Koch Bau auf, und im November 1987 wurde der Kaufvertrag über 19 Mio DM abgeschlossen. Das schließlich mit einem Kostenvolumen von 50 Mio DM umgebaute Anwesen, das über 10.000 m² Nutzfläche verfügte, wurde von Ende 1989 bis Ende 1991 in Etappen bezogen. Erstmals in seiner Geschichte verfügte das IAF über ein zentrales Gebäude, das ihm auf Jahrzehnte hinaus adäquate Räumlichkeiten offerierte.

Nicht nur der Bezug des neuen Gebäudes ließ das Jahr 1990 zu einem Höhepunkt in der Geschichte des IAF werden. Das 1986 gestartete BMFT-Verbundprogramm Galliumarsenid-Elektronik lief aus, und das IAF konnte auf einer Pressekonferenz am 25. Oktober 1990 eine eindrucksvolle Bilanz von innovativen Technologien vorweisen, die in die industrielle Serienproduktion der Verbundpartner übernommen worden waren: Beispiele hierfür waren u. a. verschiedene Hochfrequenzschaltungen, darunter ein 60-GHz-Vstärker, sowie optische Verfahren zur Qualitätsprüfung und zur automatischen Widerstandstopographie von Galliumarsenid-Wafern. Insgesamt war es gelungen, den Herstellungsprozess von integrierten Schaltkreisen auf der Grundlage einer ausgefeilten Material- und Prozessanalytik zu erarbeiten und in einer Laborlinie zu implementieren. Für die Verbundpartner im Projekt selbst und darüber hinaus hatte sich das Institut als attraktiver Partner qualifiziert, das, so das Resümee des IAF-Kuratoriumsvorsitzenden Reinhard Dahlberg, »nicht als Konkurrenz, sondern als ‚Service‘ für die Industrie fungiere«. Aus der Sicht des Fraunhofer-Präsidenten Max Syrbe hatte sich die Rupprecht'sche Strategie eines langfristig angelegten Forschungsprogramms mit dem Schwerpunkt der Galliumarsenid-Elektronik weit besser bewährt »als eine kurzfristig an Tagesaktuallitäten orientierte Forschungspolitik«. Über die Orientierung am Bedarf der industriellen Verbundpartner war jedoch auch die wissenschaftliche Exzellenz der Forschung nicht vergessen worden.⁵³ Einigermaßen stolz konnte Rupprecht seinem Kuratorium die lange Liste von Diplomanden und Doktoranden sowie der Lehrtätigkeiten seiner Mitarbeiter präsentieren, und

⁵³ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF vom 4.6.1991 (IAF-Archiv); s. a. Jahresbericht des IAF 1990, S. 2-3.

Syrbe sekundierte, dass das IAF die größte Anzahl von Gastwissenschaftlern aller Fraunhofer-Institute überhaupt habe, was dessen wissenschaftliche Exzellenz und Attraktivität unterstrich.⁵⁴ Zudem war es Rupprecht gelungen, Folgeprojekte für den Galliumarsenid-Verbund zu akquirieren. Unmittelbar an den Verbund an knüpfte das vom IAF konzipierte neue BMFT-Verbundvorhaben »III/V-Halbleiterelektronik«, das bis 1995 lief. Daneben partizipierte das IAF am neuen Forschungsverbund »Photonik«, der in einer ersten Stufe bis 1994 und als »Photonik II« bis 1998 gefördert wurde.

Im militärischen Bereich war es an Projekten zur Technologieentwicklung und zu Hochfrequenzbauelementen beteiligt. Koidls Infrarotabteilung, die rund ein Fünftel der Institutskapazität ausmachte, richtete sich darauf aus, III/V-Halbleiter auf ihre Eignung für die Infrarotdetektion bis in den Wellenlängenbereich um 10 µm zu analysieren. Dies hatte den Vorteil, dass das Institut nun in seinem zivilen und militärischen Teil über eine gemeinsame Prozesstechnologie verfügte und die Vorteile des Dual-Use voll nutzen konnte. Mit moderner Technologie, insbesondere auch der Molekularstrahlepitaxie, gelang es dem IAF bereits 1987, Quanteneffektbauelemente zu realisieren.

⁵⁴ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF vom 26.6.1990 (IAF-Archiv).
⁵⁵ Jahresbericht des IAF 1991, Freiburg 1992, S. 3; Interviews mit Ministerialrat a. D. (BMBF) Karlheinz Kreuzer am 15.11.2006, Ministerialrat a. D. (BMVg) Norbert Roy am 16.11.2006 und Ministerialrat Hartmut Wolff (BMVg) am 8.12.2006; vgl. auch Michael Naumann: Entstehung und Entwicklung der Freiberger Halbleiterindustrie (http://www.wiwi.tu-freiberg.de/wipol/pdffiles/kolloq_naumann_2004.pdf, Zugriff vom 24.1.2007).

Die Fraunhofer-Gesellschaft engagierte sich früher und stärker als die übrigen bundesdeutschen Forschungsorganisationen beim Umbau des ostdeutschen Innovationssystems im Rahmen der Wiedervereinigung, was von der Politik hoch honoriert wurde. Auch das IAF trug zu diesem enormen politischen Prestigegegn bei, als es sich ab 1991/92 in Sachsen am Aufbau des Unternehmens Freiberger Elektronikwerkstoffe GmbH (FEW) beteiligte, das aus dem DDR-Kombinat VEB Spurenmetalle hervorging. Als sich die Wacker AG in Burghausen 1991 aus der Galliumarsenid-Technologie zurückzog, übernahm die FEW die Produktion von Wacker. In einer gemeinsamen Aktion des Bundesforschungs- und Bundesverteidigungsministeriums wurden Mittel bereitgestellt, um in Freiberg eine industrielle GaAs-Kristallzüchtung und -Waferfertigung aufzubauen. Bereits Anfang 1992 gelang es dem neuen Unternehmen FEW, erste GaAs-Wafer zu produzieren. Das IAF beriet die Bonner Politik nicht nur intensiv bei diesem durchaus riskanten Versuch, in den neuen Bundesländern zukunftsträchtige High-Tech-Strukturen zu schaffen, sondern begleitete diesen Prozess über die gesamten 90er-Jahre hinweg wissenschaftlich, indem es die Materialcharakterisierung und Überprüfung der Substratqualität durch Testepitaxie und Testbauelemente leistete. Heute ist das inzwischen als Freiberger Compound Materials GmbH firmierende Unternehmen einer der beiden Weltmarktführer bei semiisolierenden Substraten. Auf der Hardthöhe und im Bundesforschungsministerium wird dem IAF sein Beitrag zu dieser kleinen Erfolgsgeschichte bundesdeutscher Innovationspolitik bis heute hoch angerechnet.⁵⁵

Als Rupprecht im Juli 1994 seine letzte Kuratoriumssitzung vor seinem Ruhestand zum 1. April 1995 absolvierte, verabschiedete er sich »mit zwei lachenden Augen«.⁵⁶ Die positive Bilanz seines Wirkens als Institutsleiter, das eine lachende Auge, wurde getrübt durch zahlreiche Auseinandersetzungen mit der Fraunhofer-Zentrale in München, die für den in der amerikanischen Industrie groß gewordenen Rupprecht eine häufige Quelle der Verärgerung war. Sich aus dieser bürokratischen Fessel nun befreien zu können, blickte Rupprecht mit dem zweiten lachenden Auge entgegen. Zudem hatte die Umsteuerung des Instituts auf die Galliumarsenid-Technologie unter massiver Verstärkung der zivilen Vertragsforschung viel Kraft gekostet und den Beteiligten viel abverlangt. Im Jahrzehnt zwischen 1985 und 1994 waren der Etat von 19,4 auf 28,2 Mio DM und die Mitarbeiterzahl von 137 auf 210 gestiegen. Besonders dynamisch hatten sich die Investitionen in die Laborausstattung und den Technologiebereich des Instituts entwickelt, 1994 standen nicht weniger als 10,4 Mio. DM zur Verfügung. Der im Verbund der Fraunhofer-Institute überdurchschnittliche Anteil an Erlösen aus Industrieaufträgen von 34,6 % (1994) im zivilen Teil des Instituts war mit einer verschwindend geringen Grundfinanzierung des BMFT von nur gerade 3 % des Etats erwirtschaftet worden. Spielraum für Vorlaufforschung, die langfristig nötig war, um für die industriellen Partner attraktiv zu bleiben, war daher quasi nicht vorhanden. Für die beiden kommenden Jahre zeichnete sich denn auch bereits ein Absinken des »Rho-Industrie«, wie dieser Schlüsselindikator für den Erfolg eines Instituts im Fraunhofer-Jargon hieß, auf rund 25 % (1995) und 10 % (1996) ab.⁵⁷ In diesem Defizit sah der scheidende Institutsleiter eines der Hauptprobleme für seinen Nachfolger, und in der erweiterten Führung des

Instituts war die Rede von einem drohenden Ausbluten und »selbstmörderische[n] Absichten«, würde man sich mittelfristig auf einen Industrieanteil an den Erlösen von einem Drittel festlegen lassen.⁵⁸

Ein weiteres Problem, das zu Beginn der Umsteuerung auf zivile Verbundprojekte zwar am Rande kurz thematisiert, dann aber aus den Augen verloren worden war, gewann am Ende der Ära Rupprecht an Konturen. Für den KMU-Bereich stellten die finanziellen Einstiegsbarrieren und das technologische Risiko der vom Institut angebotenen Innovationen meist eine zu hohe Hürde dar. Dies bedeutete eine starke Abhängigkeit von strategischen Entscheidungen der großindustriellen Partner, in deren Folge ganze Forschungslinien ihre wirtschaftliche Rückbindung verlieren konnten. Aus dieser Perspektive relativierte sich auch der Erfolg des im Juli 1992 geschlossenen Rahmenabkommens mit Siemens und Daimler Benz, in dem sich das IAF als primärer Forschungspartner der beiden Unternehmen auf dem Sektor der III/V-Halbleitertechnologien platziert hatte.⁵⁹ Rupprecht hatte daher am Ende seiner Amtszeit begonnen, das Portfolio seiner industriellen Projektpartner auszuweiten und beispielsweise Aufträge für Anwendungen aus

⁵⁶ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF vom 13.7.1994 (IAF-Archiv).

⁵⁷ Prot. der ILA-Sitzung vom 15.5.1995 (IAF-Archiv). Dieses Absinken des Industrieanteils resultierte zudem aus einer Änderung des Finanzierungsmodus der späteren Verbundprojekte. Bis dahin war der 25-prozentige Mitfinanzierungsanteil der Industrie an den Verbundprojekten dem Institut als Industrieerlös angerechnet worden; diese Möglichkeit fiel nun weg, so dass nur noch Erlöse aus Industrieaufträgen das Rho-Industrie bestimmten.

⁵⁸ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF vom 13.7.1994 (IAF-Archiv).

⁵⁹ Text des Memorandum of Understanding vom Juli 1992 (IAF-Archiv).

dem Automobilsektor einzuwerben sowie einen Forschungsverbund zur Entwicklung von blauen Leuchtdioden aus Galliumnitrid aufzubauen und zu koordinieren. Damit war der Einstieg in den Wachstumsmarkt der zivilen Mikro- und Optoelektronik begonnen und ein Forschungsfeld eröffnet worden, das dem Institut über die Ära des Galliumarsenids hinaus eine wichtige Entwicklungsperspektive bieten sollte. Nach wie vor war aber die Rückbindung des Instituts an das nationale Innovationssystem, und hier vor allem an die Großindustrie der Elektrotechnik und Elektronik, stark ausgeprägt. Wie stark diese historisch gewachsene Prägung war, sollte sich dann in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre zeigen, als das Institut vermehrt mit internationalen Konzernunternehmen kooperierte.

Kurz vor seiner Pensionierung musste Rupprecht die schmerzvolle, letztlich aber nachvollziehbare Entscheidung treffen, die Abteilung Displaytechnologie aufzulösen. Für die eine Zeitlang mit großen Hoffnungen verbundene Forschungsrichtung der Entwicklung von hochauflösenden Flüssigkristallanzeigen (LCD) hatten sich am Ende in Deutschland keine potenteren Industriepartner gefunden. Die Abteilung war aus der Sicht der Zuwendungsgeber wissenschaftlich untermkritisch geworden, und sie hing technologisch gleichsam in der Luft. Das Bundesforschungsministerium und das Bundesverteidigungsministerium verständigten sich daher darauf, ihre Finanzierung mit Ablauf des Jahres 1995 einzustellen. Hier erwies sich aus der Sicht des Instituts für einmal als problematisch, was im Ganzen gesehen seine Entwicklung über mehr als zwei Jahrzehnte hinweg überaus beförderte: die enge Kooperation und

das persönliche Vertrauensverhältnis der beiden Zuwendungsgeber auf der Ebene der zuständigen Referatsleiter. Diese sprachen sich bei allen wichtigen Entscheidungen ab und nutzten ihren vollen Handlungsspielraum, um dem Institut jene Ressourcen an Infrastruktur, Personal und Forschungstechnologien zur Verfügung zu stellen, die es ihm ermöglichen, seine Führungsposition in der III/V-Verbindungshalbleiterforschung auf- und auszubauen.⁶⁰ Die, systemisch durchaus nicht immer kongruenten, Ziele und Handlungs rationalitäten der beiden Ministerien wurden so in Übereinstimmung gebracht. Diese Konstellation ermöglichte es dem Institut, das Dual-Use-Potenzial des von ihm besetzten Forschungs- und Technologiefeldes mit Erfolg auszuschöpfen.

⁶⁰ Interviews mit Karlheinz Kreuzer am 15.11.2006, Norbert Roy am 16.11.2006 und Günter Weimann am 20.11.2006.

Industrieorientierung und Konvergenz der Sicherheitsforschung

Die Gegenwartsgeschichte des IAF (1995 – 2007)

Die Positionierung der Verteidigungsforschung in der Fraunhofer-Gesellschaft seit Mitte der 90er-Jahre

In der ersten Hälfte der 90er-Jahre hatten fast alle verteidigungsbezogenen Institute der Fraunhofer-Gesellschaft unter explizitem Bezug auf das IAF, das sowohl in der Münchner Fraunhofer-Zentrale als auch auf der Hardthöhe als Erfolgsmodell galt, zivile Vertragsforschungsbereiche auf- bzw. ausgebaut. Im Falle des Bremer Instituts für Materialforschung (IFAM) stand am Ende dieses Anpassungsprozesses an die nach der Wiedervereinigung schrumpfenden Ressourcen des Bundesverteidigungsministeriums schließlich gar die vollständige Konversion. Mitte der 90er-Jahre schien dieser Umschichtungsprozess von der militärischen zur zivilen Forschung vorläufig abgeschlossen zu sein. Die Fraunhofer-Gesellschaft bilanzierte gegenüber der öffentlichen Hand, sie habe »ihre Kapazitäten im Bereich der Verteidigungsforschung konsolidiert, wo auch weiterhin ein Bedarf besteht, konvertiert, wo ein ziviler Vertragsforschungsmarkt besteht, abgebaut, wo keine der Möglichkeiten gegeben war«; und im Senat der Fraunhofer-Gesellschaft hieß es, der Verteidigungsbereich sei »dem Bedarf der Ressortforschung des Bundesverteidigungsministeriums angepaßt worden«.⁶¹

Tatsächlich aber setzte sich der Schrumpfungs- und Anpassungsprozess fort. Bis zur Jahrtausendwende öffnete sich die Schere zwischen dem im besten Fall stagnierenden Verteidigungsbereich und dem expandierenden zivilen Bereich weiter. Um Fraunhofer-intern diesem Prozess entgegenzuwirken, hatten sich die vier verbliebenen verteidigungsbezogenen Institute in Karlsruhe-

Pfinztal (ICT), Freiburg (EMI und IAF) sowie Euskirchen (INT) im Sommer 2001 zusammengeschlossen und gründeten 2002 den Verbund für Verteidigungsforschung und Wehrtechnik, zu dem kurz darauf das Karlsruher IITB dazustieß. Als sich die Bedrohungslage durch den internationalen Terrorismus nach dem 11. September 2001 dramatisch verschärfte und sich neben der herkömmlichen Verteidigungsforschung das Bedürfnis nach »ziviler« Sicherheitsforschung entfaltete, benannte sich der Verbund 2003 in Verbund für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung (VVS) um. Mittlerweile hat sich auch das Erlanger IIS dem Verbund angeschlossen.

Fraunhofer-extern bildeten sich seit der Gründung der Bundeswehr eine Reihe von ressortähnlichen Forschungseinrichtungen heraus, deren wechselvolle Geschichte permanenter Umorganisationen und Fusionen die stets prekäre Verankerung der Verteidigungsforschung in der Bundesrepublik widerspiegelt. Einen vorläufigen Abschluss fand dieses Revirement 1999, als die 1975 gegründete »Forschungsgesellschaft für Angewandte Naturwissenschaften e. V.« (FGAN) auf drei Institute konzentriert wurde. Das »Forschungsinstitut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik« (FHR) und das »Forschungsinstitut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie« (FKIE), die beide in Wachtberg bei Bonn ansässig sind, sowie das »Forschungsinstitut für Optronik und Mustererkennung« (FOM) in Ettlingen bei Karlsruhe sind heute mit rund 500 Mitarbeitern in den Kernbereichen Hochfrequenzphysik und Radartechnik, Optronik und Wärmebildtechnik, Bild-

⁶¹ Fraunhofer-Gesellschaft (Hrsg.): Fünf-Jahres-Bericht zur Überprüfung des Fraunhofer-Modells 1995, München 1995, S. 39f, und Bericht des Vorstands der FhG vor dem Senat, 24.4.1996 (FhG, intern); vgl. hierzu Trischler/vom Bruch, Geschichte, S. 253-255.

verarbeitung und automatische Mustererkennung, Ergonomie und Kommunikation sowie Informationssysteme tätig. IAF und FGAN-FHR ergänzen sich, indem in Freiburg Komponenten und Bauelemente entwickelt und in Wachtberg die entsprechenden Systeme und Demonstratoren realisiert werden. Überlappungen zwischen dem FKIE und dem FOM bestehen mit Instituten des Fraunhofer-Verbundes für Informations- und Kommunikationstechnik.

Die Hardthöhe favorisiert schon seit längerem eine Fusion von FGAN und Fraunhofer-Gesellschaft. Sie erhofft sich davon, die Effizienz der Forschungsarbeit der FGAN-Institute zu steigern und auf diese Weise auch das eigene technologische Know-how zu erweitern, das durch den Abbau der ministeriumsinternen Personalkapazitäten seit dem Ende des Kalten Krieges erheblich geschrumpft ist. Nach dem Berliner Regierungswechsel sind die politischen Vorbehalte gegenüber der Verteidigungsforschung im Bundesforschungsministerium, die zuvor vor allem auf der Ministerebene manifest waren, ausgeräumt und einer Unterstützung des Fusionskonzepts gewichen.⁶² Auch der Wissenschaftsrat hat sich nach seiner Evaluierung der FGAN im Jahr 2006 das Fusionskonzept zueigen gemacht. In ihrer aktuellen »Hightech-Strategie für Deutschland« zählt die Bundesregierung die Sicherheitstechnologien zu einem ihrer 17 Zukunftsfelder, und auch die Fraunhofer-Gesellschaft hat die Sicherheitstechnologie als eines von 14 Themen benannt, die künftig von ihren Instituten vorrangig bearbeitet werden sollen. Damit ist dieses lange Zeit als

Rückzugsgebiet deklarierte Forschungsfeld auch innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft jüngst neu platziert und in deren Zukunftsstrategie als profilbildend verankert worden – im Vergleich zu den 90er-Jahren, als die Fraunhofer-Gesellschaft in ihrem »Leitbild 2000«, das die Visionen und daraus abgeleiteten Strategien für das neue Jahrtausend entwickeln sollte, die Verteidigungsforschung völlig ausgespart hatte, kam dies nachgerade einem politischen Paradigmenwechsel gleich. Für das IAF, wie auch für die anderen Institute des Verbunds Verteidigungs- und Sicherheitsforschung, resultieren daraus neue Chancen und Herausforderungen.

Das IAF in der Ära Günter Weimann: Anwendungsorientierung und Ausrichtung am Markt

Die Fraunhofer-Führung hatte ihre Lektion aus den frühen 80er-Jahren gelernt. Sie nahm sich vor, alles zu tun, um eine erneute Interimszeit in der Führung des IAF zu vermeiden. Bereits 1993 startete sie die Suche nach einem Nachfolger für Rupprecht. Die zunächst anvisierte gemeinsame Berufung mit der Universität Freiburg kam jedoch nicht zustande.

Gleichwohl gelang es der Berufungskommission, sich noch im Laufe des Jahres 1994 auf Günter Weimann zu einigen. Weimann hatte nach seiner Promotion 1973 an der TH Darmstadt als Gruppenleiter am Forschungsinstitut der Deutschen Bundespost gearbeitet und war 1988 an das Walter-Schottky-Institut der TU München berufen worden. Der Experte für III/V-Halbleitertechnologie und Molekularstrahlepitaxie verfügte mithin über langjährige Erfahrung sowohl in der akade-

⁶² Interview mit Ministerialrat Hartmut Wolff (BMVg) am 8.12.2006; siehe auch das Vorwort von Hartmut Wolff in: Fraunhofer-Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung: Institute forschen für Sicherheit und Verteidigung, Freiburg 2006.

mischen als auch in der außeruniversitären Forschung. Zudem hatte er das IAF als Gutachter des Bundesforschungsministeriums bereits über lange Jahre hinweg begleitet und besaß daher eine tiefe Kenntnis der Stärken, Schwächen und Potenziale des Instituts.

Weimann gelang es, im Zuge seiner Berufung eine zivile Zusatzfinanzierung des IAF für die nächsten fünf Jahre auszuhandeln. Dies eröffnete dem Institut einen erhöhten Spielraum, sich nach dem Auslaufen des großen BMFT-Verbundprojekts zur III/V-Halbleitertechnologie neu am Forschungsmarkt zu platzieren, und in der Tat wurden Mittel aus der Berufungszusage sogar noch im Jahr 2000 für strategische Investitionen in den Gerätelpark verwandt.⁶³ Die Kritik, die die Industrie in der Studie des Zentralverbands der Elektrotechnik und Elektronikindustrie (ZVEI) zur Forschung im Bereich der Informationstechnik in Deutschland an der Fraunhofer-Gesellschaft geübt hatte, bestärkte das IAF dabei in seiner Fokussierung auf die III/V-Technologie. Kritisiert hatte der ZVEI vor allem die Gründung der beiden neuen Fraunhofer-Institute ISIT in Itzehoe und IIS-B in Erlangen, wodurch die Zahl der FhG-Forschungseinrichtungen zur Siliciumtechnologie auf fünf angewachsen war. Umso deutlicher stach die Alleinstellung des IAF im Bereich der III/V-Verbindungshalbleiter hervor. Hier bestanden allenfalls, worauf der ZVEI hingewiesen hatte, gewisse Überschneidungen zum traditionsreichen, bereits 1928 gegründeten Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung (HHI) in Berlin und zum Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) in Adlershof im Berliner Osten, das im Zuge der Wiedervereinigung aus der DDR-Akademie der Wissenschaften heraus gebildet und später in den Verbund der Leibniz-Gemeinschaft übernommen worden war.⁶⁴

Rupprecht hatte in seinen letzten Jahren die Abteilungen des Instituts weitgehend selbstständig arbeiten lassen. Weimanns erklärt Ziel war es, Kooperationen über die Abteilungsgrenzen hinweg zu befördern, Barrieren abzubauen und die Personalfluktuation zu erhöhen. Zudem lag ihm daran, die Mitarbeiter laufend weiter zu qualifizieren und ihnen eine realistische Einschätzung über die Güte der vom Institut angebotenen Forschungsleistungen zu vermitteln.⁶⁵ Deshalb kam es ihm durchaus gelegen, dass Karl Platzöder (Siemens AG) im Kuratorium des Instituts offen ansprach, dass die vom IAF entwickelten Schaltungen aufgrund des zu aufwändigen Technologieprozesses für die Industrie letztlich ungeeignet seien.⁶⁶

Prekär war die Industrieertragsquote, das Rho-Industrie, des Instituts. Sie lag im Haushaltsjahr 1997 – bedingt nicht zuletzt durch eine Änderung der Förderbedingungen – unter 20 Prozent und damit weit unter der Quote von 35 Prozent, die in den Zielvereinbarungsgesprächen mit dem Fraunhofer-Vorstand mit Blick auf das Jubiläumsjahr 1999 der Fraunhofer-Gesellschaft festgelegt worden war. Weimanns Ziel war es, durch Annäherung an den Industriebedarf die wirtschaftliche Relevanz des Instituts nachhaltig zu steigern. Vor allem in enger Kooperation mit Siemens sollte das IAF im Bereich der Galliumarsenid-Technik Prozessketten aufbauen und marktfertige Produkte in kleinen Stückzahlen fertigen, die dann ohne weitere aufwändige Entwicklungs-

⁶³ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF vom 10.6.1999 (IAF-Archiv).

⁶⁴ ZVEI (Hrsg.): Bewertung der Industrierelevanz staatlich geförderter Forschungseinrichtungen im Bereich der Informationstechnik, Frankfurt a. M. 1994.

⁶⁵ Protokoll über ein Gespräch mit der FhG-Führung zur Personallage des IAF (FhG, Institutsbetreuerakten IAF).

⁶⁶ Interview mit Günter Weimann am 20.11.2006.

arbeiten in die Serienfertigung der Industrie überführt werden konnten. Um die von Weimann als unzureichend beurteilte Prozesstechnologie zu verändern, wurde für die GaAs-Elektronik der Siemens-Herstellungprozess übernommen, um einen direkten Technologietransfer zu ermöglichen. Im Gegensatz zur bisherigen Prozesstechnik des IAF mittels Elektronenstrahlolithografie basierte die Prozesstechnik von Siemens auf der optischen Lithografie.⁶⁷ Die Strategie Weimanns, die Fertigungsorientierung des IAF in der zivilen Mikroelektronik durch die Übernahme von industriellen Prozessen in enger Kooperation mit Siemens bzw. Infineon zu erhöhen, bewertete die Fraunhofer-Führung als Alleinstellungsmerkmal des IAF in der deutschen Forschungslandschaft und »als gute Basis für die künftige Entwicklung des Instituts«.⁶⁸ Auch darüber hinaus sah die Münchener Zentrale das IAF durch seine »marktorientierte Ausrichtung« auf »dem richtigen Weg«.⁶⁹

In der Tat stiegen die Industrieerträge im zivilen Teil des Instituts für einige Jahre recht eindrucksvoll auf fast 50 Prozent an. Diese Verschiebung der Gewichte ließ die Frage aufkommen, welches Ressort gemäß der Rahmenvereinbarung zwischen Forschungs- und Verteidigungsressort von 1973 die Grundfinanzierung überwiegend trägt. Das BMVg sah sich daraufhin zur Klarstellung

⁶⁷ Vorlage »Entwicklung des IAF« zur Vorstandssitzung der FhG vom 9.7.1997 (FhG, Institutsbetreuerakten IAF); siehe auch Ergebnisprotokoll der IAF-Evaluierung durch den Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik am 9.6.1998.

⁶⁸ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF vom 10.6.1999 (IAF-Archiv).

⁶⁹ Prot. der Vorstandssitzung der FhG vom 14.7.1997 (FhG, Institutsbetreuerakten IAF).

⁷⁰ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF vom 20.6.2001 (IAF-Archiv).

⁷¹ Prot. der Kuratoriumssitzung vom 9.5.2000 (IAF-Archiv).

veranlasst, »den Status des IAF als BMVg-Institut« nicht verändern zu wollen. Der Finanzierungsanteil müsse auch künftig oberhalb von 50 Prozent liegen; das BMVg brauche das Institut »für die Entwicklung von Wehrmaterial in Bereichen, in denen die Industrie selbst nicht tätig sein« könne. Die Fraunhofer-Führung bekräftigte diese Positionierung und erkannte auch an, dass die nach wie vor nicht vorhandene zivile Grundfinanzierung des Instituts dessen Spielraum für Vorlaufforschung sehr einengte und daher hier »Handlungsbedarf« bestand.⁷⁰

Als im Zuge der institutsbezogenen Einführung eines zertifizierten Qualitätsmanagements und einer Fraunhofer-weiten Strategiedebatte 1999/2000 die Kernkompetenzen des IAF definiert und seine darauf beruhenden Geschäftsfelder bestimmt wurden, zeichneten sich jedoch bereits Probleme ab, die aus der Strategie einer Ausrichtung an den Bedürfnissen der Industrie bei einer sich rasch verändernden Marktumgebung resultieren konnten. Für kleine und mittlere Unternehmen war der finanzielle Aufwand für Entwicklungsarbeiten in der Regel immer noch zu groß, um mit dem IAF zusammenarbeiten zu können. Die Gemeinkosten des Instituts waren durch den kostenintensiven Betrieb seines Reinraums mit einer Fläche von über 1.000 m² außergewöhnlich hoch. Das Institut war daher nach wie vor auf die Kooperation mit der Großindustrie angewiesen, und diese bestand in Deutschland bei einem schrumpfenden Markt für Hochfrequenz-Schaltungen wie Mikro- und Millimeterwellen-ICs auf GaAs-Basis im Grunde vorwiegend aus Siemens bzw. später Infineon. Da half es wenig, dass Platzöder dem IAF empfahl, in einem industriell tauglichen Prozess die Fertigungstiefe »bis zu einer sinnvollen Schnittstelle voranzutreiben«.⁷¹ Als Infineon im Zuge einer strategischen

Partnerschaft mit TriQuint Semiconductor sein GaAs-Geschäft zur Jahresmitte 2002 an das amerikanische Unternehmen abgab, brach dem IAF abrupt der industrielle Bezugspartner weg, auf den es seine Forschungs- und Entwicklungstätigkeit in den Kernkompetenzfeldern Hochfrequenz-Schaltungsentwurf und III/V-Technologie sowie -Epitaxie im Wesentlichen ausgerichtet hatte. In Folge dieser einschneidenden Veränderung des wirtschaftlichen Umfeldes sanken die Industrieerträge des IAF von 44 Prozent im Jahr 2001 auf 23 Prozent im Folgejahr.⁷²

Über das Problem der Abhängigkeit von strategischen Entscheidungen der Großindustrie warf die Abgabe der GaAs-Sparte von Infineon an das US-amerikanische Unternehmen TriQuint die Frage auf, wie sich das IAF als Teil des deutschen Innovationssystems »in einem globalisierten Umfeld« künftig platzieren sollte. Das Bundesverteidigungsressort sah den Bedarf an Forschungsarbeiten in der GaAs-Elektronik – im Unterschied zur GaAs-Optoelektronik, die durch die Entwicklung von IR-Detektoren und IR-Lasern verstärkt werden sollte – gar als im Wesentlichen abgeschlossen an. Für die Hardthöhe war die veränderte Marktlage im III/V-Bereich der Anlass, die Forschung des IAF neu auszurichten. Um seine Zukunftsfähigkeit zu sichern, sollte es sich im Bereich der Elektronik auf Galliumnitrid (GaN) für hohe Leistungen konzentrieren.⁷³

Das IAF hatte seinerseits längst erkannt, dass die Galliumarsenid-Technologie ausentwickelt war, und seine Forschungskapazitäten auf Galliumnitrid verlagert. In der Tat löste Galliumnitrid in den kommenden Jahren Galliumarsenid als Leittechnologie des IAF ab und bildete einen wichtigen Pfeiler seiner Attraktivität für industrielle Kooperationen, dessen Tragfähigkeit nach den

derzeitigen Prognosen bis in das zweite Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts hinein reichen wird. Dem IAF ist es gelungen, eine marktfähige GaN-Elektronik zu entwickeln und in Zusammenarbeit mit der Halbleiterparte von Philips (später NXP Semiconductors) und der United Monolithic Semiconductors GmbH (UMS) in Ulm eine unabhängige Quelle in Europa für militärische und zivile Anwendungen zu fundieren. Aus forschungspolitischer Sicht ist die internationale Spitzenposition des IAF in diesem Bereich umso wichtiger, als das Institut damit einen wissenschaftlichen Gegenpol zu USA und Japan aufgebaut hat.

In den Fraunhofer-internen Strategiegesprächen der Jahre 1999/2000 definierte das IAF seine Geschäftsfelder und identifizierte als tragende Säulen die Infrarot- und Hochfrequenztechnik. Entgegen mancher Auffassungen der 90er-Jahre, die der Infrarottechnologie mittelfristig kein weitertragendes Entwicklungspotenzial zuschrieben, setzte das IAF seine Forschungsarbeiten in diesem Bereich fort. Diese Strategie zahlte sich zur Überraschung vieler Experten aus. Es gelang dem IAF, sich durch die Entwicklung von hochleistungsfähigen Infrarotdetektoren im internationalen Maßstab einen technologischen Vorsprung zu sichern. Die IAF-Wissenschaftler Harald Schneider, Martin Walther und Joachim Fleissner erhielten dafür 2001 gemeinsam mit Kollegen des Heilbronner Unternehmens AIM Infrarot-Module GmbH den hoch dotierten und renommierten Wissenschaftspreis des Stifterverbandes. Auf dem Feld der vor allem militärisch genutzten Infrarottechnologie gilt das IAF heute sowohl aus der Sicht der einschlägigen Industrie (EADS, AIM) als

⁷² Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF vom 3.6.2003 (IAF-Archiv).

⁷³ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF vom 11.6.2002 (IAF-Archiv).

auch des Bundesverteidigungsministeriums als strategischer Kompetenzträger, dessen Wissensbasis technisch-industriell hochattraktiv ist.⁷⁴ Die internationale Spitzenstellung des IAF manifestierte sich erneut darin, dass das Institut 2005 in Kooperation mit AIM die weltweit erste bispektrale Wärmebildkamera realisieren konnte. Dieses in zwei Wellenlängen arbeitende Infrarotsystem weist bislang unerreichte Leistungsmerkmale auf. Diese Arbeiten wurden mit dem Landesforschungspreis Baden-Württemberg 2006 ausgezeichnet.

In der Hochfrequenztechnik, die im Wesentlichen die Entwicklung von monolithisch integrierten Mikrowellen- und Millimeterwellenschaltungen (MMIC) beinhaltet, sah das IAF ein besonders hohes Zukunftspotenzial bei höheren Frequenzen. In der Tat gelang es dem IAF, MMICs für höchste Frequenzen von bis zu 220 GHz zu entwickeln. Diese Schaltungen werden im Sicherheits- und Verteidigungsbereich für bildgebende Verfahren in der Personenkontrolle und für Radare höchster Auflösung zum Einsatz kommen. Heute gehört dieses Forschungsfeld zu den Bereichen, auf denen das IAF international eine Spitzenposition einnimmt.

Weimann war vor allem auch daran interessiert, die Arbeiten des IAF in der verteidigungsbezogenen Industrie zu verankern. In der Infrarot-Technik bestand bereits eine langjährige enge Kooperation mit AIM, die in die Entwicklung von Wärmebildkameras mündete. Schwerer fiel es dem IAF dagegen, sich mit dem führenden Unter-

nehmen der Wehrtechnik in Deutschland, der DASA bzw. der EADS, zu vernetzen. Als das Bundesverteidigungsministerium um die Jahrtausendwende die Zusammenarbeit zwischen wehrtechnischer Industrie und Forschung forcierte und sich zudem in Europa die Kooperation der Verteidigungsforschung über die nationalen Grenzen hinweg verstärkte, zeichneten sich dann jedoch »vielversprechende Ansätze« ab. Diese materialisierten sich 2003 in einem Kooperationsvertrag, den das IAF mit der EADS im Bereich GaN-Elektronik für Radaranwendungen schloss. Weimann maß dieser Vereinbarung »Modellcharakter für die künftige Zusammenarbeit zwischen Forschungsinstituten und der wehrtechnischen Industrie« zu.⁷⁵

Die wehrtechnische Forschung war damit näher an die industrielle Anwendung gebracht worden. Gleichzeitig hatte die zivile Forschung stark zugenommen und führte auf mehreren Kompetenzfeldern zu unternehmerischen Ausgründungen. Das IAF begab sich damit erstmals auf jenes Tätigkeitsfeld, das in der Forschungspolitik während der 90er-Jahre sowohl für die universitäre als auch für die außeruniversitäre Forschung zu einem neuen Basisindikator für industrielle und gesellschaftliche Relevanz geworden war.

In der III/V-Technologie erreichte die Epitaxie am IAF einen Umfang und ein Niveau, die eine unternehmerische Ausgründung angebracht erscheinen ließen. Die Ausgründung wurde 1999 in Gestalt der EpiNova GmbH realisiert. Das Unternehmen stellt III/V-Verbindungshalbleiterschichten für Transistoren und Laser her.

Die IAF-eigene und patentierte Niederdruck-Abscheidung von Diamantschichten erlaubte die kostengünstige und präzise Herstellung von

⁷⁴ Interview mit Ministerialrat Hartmut Wolff (BMVg) am 8.12.2006.

⁷⁵ Prot. der Kuratoriumssitzung des IAF vom 3.6.2003 (IAF-Archiv).

dicken und großflächigen Diamantscheiben. Die zivile Nachfrage nach diesen Diamantprodukten mit ihren herausragenden optischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften stieg, so dass schließlich die Ausgründung eines weiteren Unternehmens ins Auge gefasst wurde. Im Jahr 2004 wurde die Diamond Materials GmbH gegründet.

Zuvor war bereits im Jahr 2001 eine andere Ausgründung unternehmerisch tätig geworden, die m2k-laser GmbH. Das Unternehmen erwuchs aus dem Know-how im Bereich optoelektronischer Komponenten, basierend auf den Verbindungshalbleitern Galliumarsenid und Galliumantimonid. Es gelang dem Unternehmen rasch, sich mit hochbrillanten Lasern am Markt zu etablieren. Aufgrund des attraktiven Produktpportfolios erwarb im März 2007 die ROFIN-SINAR Laser GmbH, ein weltweit führender Laserhersteller, mehrheitlich die Unternehmensanteile von m2k-laser. Diese Übernahme zeigt, wie Weimann jüngst betont hat, dass »die beim IAF erzielten Forschungsergebnisse für die Industrie attraktiv sind«.⁷⁶

Auch wenn diese drei Ausgründungen teilweise noch im geschützten Gewässer des IAF segeln und von dessen hervorragender Infrastruktur profitieren, so verweisen deren Erfolge am Markt doch darauf, dass das Institut sein gestecktes Ziel, die Anwendungsorientierung zu verstärken, im Verlauf des letzten Jahrzehnts auf vielen Ebenen erreicht hat.

In den letzten Jahren seines Wirkens befürworte Weimann eine institutionelle Flurbereinigung der III/V-Forschungslandschaft. Schon in den späten 90er-Jahren hatte sich abgezeichnet, dass in Deutschland durch das Schrumpfen des Marktes

für die III/V-Technologie Überkapazitäten im Bereich der Forschung entstehen würden. Der Zentralverband der Elektrotechnik und Elektronikindustrie (ZVEI) hatte bereits 1993/94, als er in einer viel beachteten Studie die Industrierelevanz der Forschung im Bereich der Informationstechnik bewertet hatte, einige thematische Überschneidungen in der Forschung zu Galliumarsenid festgestellt.⁷⁷ Neben dem IAF – und dem Walter-Schottky-Institut der TU München als universitärem Forschungsinstitut – waren vor allem zwei weitere außeruniversitäre Forschungseinrichtungen auf diesem Feld tätig: das HHI und das FBH. Als es 2002 spruchreif wurde, dass das HHI als Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik von der Leibniz-Gemeinschaft in die Fraunhofer-Gesellschaft wechseln würde, strebte Weimann eine Absprache über eine Kooperation auf dem Gebiet der III/V-Technologie an.⁷⁸ Auch die Führung der Fraunhofer-Gesellschaft machte sich die Idee einer Umgestaltung der Landschaft der III/V-Halbleiterforschung zueigen. Das Grobkonzept der Münchener Zentrale sah vor, das IAF und das FBH unter eine gemeinsame Leitung zu stellen sowie die in Berlin vorhandenen Technologien von FBH und HHI zusammenzulegen. Als jedoch die Gespräche zwischen Weimann und FBH-Direktor Günther Tränkle scheiterten, wurde diesem Konzept der Boden entzogen.⁷⁹

⁷⁶ Pressemitteilung vom 12.3.2007 (<http://www.m2klaser.de/info/press%20releases/pressemeldung%20070312.pdf>, Zugriff vom 20.3.2007).

⁷⁷ ZVEI (Hrsg.): Bewertung der Industrierelevanz staatlich geförderter Forschungseinrichtungen im Bereich der Informationstechnik, Frankfurt a. M. 1994.

⁷⁸ Hierzu und zum Folgenden Interview mit Günter Weimann am 20.11.2006.

⁷⁹ FhG-Präsident Bullinger an Rektor der Universität Freiburg vom 29.6.2006 und Aktennotiz vom 14.3.2006 (FhG, Institutsbetreuerakten IAF).

Wie oben erwähnt, steht auch in der Verteidigungsforschung eine institutionelle Neuordnung schon seit längerem auf der politischen Tagesordnung. Die entsprechenden Bemühungen haben sich unter der großen Koalition verstärkt, wobei die Strategie des Bundesverteidigungsministeriums, die FGAN-Institute in die Fraunhofer-Gesellschaft zu integrieren, mittlerweile auch vom Bundesforschungsministerium unterstützt und vom Wissenschaftsrat favorisiert wird. Aus der sich abzeichnenden Aufnahme der FGAN-Institute in die Fraunhofer-Gesellschaft werden auf den Gebieten Hochfrequenzphysik und Radartechnik für das IAF neue Chancen resultieren, zumal es aus Sicht der Politik darum geht, das hohe Dual-Use-Potenzial dieser Technologiefelder noch gezielter für industrielle Anwendungen zu nutzen.⁸⁰ Synergien zeichnen sich vor allem dadurch ab, dass die Technologie und Kompetenz des IAF im Bereich der Schaltungen und Module durch die Systemkompetenz des FGAN-FHR ergänzt würde.

Eine Kurzbilanz der Ära Weimann hat zu unterstreichen, dass das IAF seinen Entwicklungspfad in den Markt konsequent fortgesetzt hat. Während das Institut unter Rupprecht seine Technologiekompetenz im Bereich der III/V-Verbindungshalbleiter aufgebaut, ja im Grunde erst einen zivilen Vertragsforschungsbereich etabliert hatte, konzentrierte es sich unter Weimann darauf, diese Technologie so auszubauen, dass daraus reproduzierbare Ergebnisse resultierten. Die vom IAF entwickelten Schaltungen und Komponenten konnten nun von seinen industriellen Partnern ohne aufwändige Anpassungsarbeiten übernommen werden. Zugleich erhöhte das Institut seine Systemfähigkeit, indem es die von

ihm entwickelten innovativen Komponenten und Geräte in enger Kooperation mit der Industrie in technische Subsysteme integrierte und zur Markt-reife führte.

Die drei unternehmerischen Ausgründungen im Bereich der Epitaxie, der Lasertechnik und der CVD-Diamanttechnologie verweisen darauf, dass das IAF seine Ausrichtung am Markt im vergangenen Jahrzehnt erheblich verstärkt hat. Aus der Perspektive des Instituts bedeutet dies einerseits, dass gerade die besonders marktfähigen Forschungsfelder ausgelagert werden und gleichzeitig hochkompetente Mitarbeiter verloren gehen. Dieser »Aderlass«, thematisch wie personell, eröffnet andererseits aber Chancen der thematischen und personellen Neuorientierung in Anpassung an die wachsende Dynamik des wissenschaftlich-technischen Wandels. Die konsequente Vermarktung von Forschungsergebnissen, auch und gerade durch unternehmerische Ausgründungen, entspricht zudem nachgerade dem Fraunhofer-Modell der erfolgsorientierten Forschung für den Markt.

⁸⁰ Interview mit Ministerialrat Hartmut Wolff am 8.12.2006.

50 Jahre Fraunhofer IAF

Rücksichten, Einsichten, Aussichten

Multiple Identitäten

Die Sozialwissenschaften sind sich heute weitgehend darin einig, dass Menschen in modernen Gesellschaften, zumal in Europa, nicht nur über jeweils eine, sondern über mehrere Identitäten verfügen. Den multiplen Realitäten, mit denen wir uns in der modernen, von Wissenschaft und Technik geprägten Gesellschaft, konfrontiert sehen, entsprechen multiple Identitäten.

Diese These weitergedacht und auf den Gegenstand dieses Artikels übertragen, lässt sich formulieren, dass das Freiburger Institut im Verlauf seiner 50-jährigen Geschichte mehrere unterschiedliche Identitäten angenommen hat. In der Gründungsphase verstand sich das Institut, forcier durch seinen ebenso dynamischen wie streitbaren Gründungsdirektor Reinhard Mecke, als Quasi-Ressortforschungseinrichtung des Bundesverteidigungsministeriums, als wissenschaftlich-technischer Kompetenzträger in den Bereichen der Mikrowellenphysik, Infrarot- und Halbleitertechnik für den Wiederaufbau der Bundeswehr. In den langen 70er-Jahren entwickelte es sich unter der Leitung von Adolf Goetzberger zu einem international führenden Institut für Halbleiter, das sich mehr und mehr zivilen Anwendungen öffnete. 1978 wurde es konsequenterweise in IAF umbenannt und erzielte mit dem Fluoreszenz-Aktivierten Display (FLAD) einen viel beachteten Innovationserfolg, der zu Beginn der 80er-Jahre zur Ausgründung des ISE als eigenständiges Fraunhofer-Institut führte. Nach einer längeren Interimszeit unter der kommissarischen Führung von Gerhard Meier arbeitete der neue Institutsleiter Hans S. Rupprecht darauf hin, das IAF zur nationalen Leiteinrichtung für Forschung im Bereich der III/V-Verbindungs-

halbleiter mit dem Schwerpunkt auf Gallium-arsenid zu profilieren. Unter konsequenter Nutzung des forschungspolitischen Instruments der Verbundforschung mit der Industrie stellte Rupprecht der grundfinanzierten Verteidigungsforschung die zivile Vertragsforschung als zweite Säule des Instituts an die Seite. Als Günter Weimann Mitte der 90er-Jahre die Institutsleitung übernahm, entwickelte er die neue Identität marktorientierter Forschung konsequent weiter und vollzog den technologischen Paradigmenwechsel von Galliumarsenid zu Galliumnitrid.

Die unterschiedlichen wissenschaftlich-technischen Identitäten, die das Institut im Verlauf seiner wechselvollen Geschichte angenommen hat, werden von der Kontinuität der konsequenten Ausrichtung auf die Materialforschung überwölbt. Die Erforschung neuer Materialien im Bereich der Festkörperphysik und die darauf basierende Entwicklung neuer elektronischer Bauelemente ist die genuine Stärke des Instituts von seiner Gründung bis in die Gegenwart.

Als das Institut für Elektrowerkstoffe vor 50 Jahren mit fünf Mitarbeitern die ersten Untersuchungen an Festkörpern mit Mikrowellen, Photo- und Elektrolumineszenz durchführte, waren der Transistor gerade zehn Jahre und die Verbindungshalbleiter fünf Jahre alt. Beide, das Bauelement und die neuen Materialien, sollten eine wesentliche Rolle im Betrieb des neuen Instituts spielen, ebenso wie die lange bekannte Quantenmechanik. Vom Bundesverteidigungsministerium wie auch von seinen industriellen Kooperationspartnern wurde das IEW schon bald in die Halbleiterforschung gedrängt. Neben grundlegenden Materialuntersuchungen kamen eine Reihe von Halbleitertechnologien hinzu, so z. B. die Epitaxie. Denn die Halbleitertechnik ent-

wickelte sich rasch zu einer Technik der dünnen Schichten; p-n-Übergänge und Heterostrukturen bildeten die Grundlagen der Halbleiterbauelemente. Mit den Verbindungshalbleitern konnten maßgeschneiderte Mischkristalle hergestellt werden. Innovative Verfahren, vor allem die Molekularstrahlepitaxie, erlaubten Schichtdicken mit atomaren Dimensionen und damit die Herstellung von künstlichen Übergittern. In der Horizontalen schließlich wurden mit neuen Strukturierungsverfahren Bauelementdimensionen von 100 nm und kleiner erreicht.

Es kennzeichnet das IAF, die Erkenntnisse der Materialwissenschaften rasch aufgegriffen und in neue Prozesstechnologien und neue Halbleiter-Bauelemente überführt zu haben. Als maßgeblich erwies sich dabei die konsequente Ausrichtung auf die III/V-Verbindungshalbleiter und hier vor allem auf die Galliumarsenid-Technologie, die über Jahrzehnte hinweg ein Alleinstellungsmerkmal des Instituts in der deutschen Forschungs- und Innovationslandschaft war. Im Verlauf der 90er-Jahre verlagerte sich das IAF auf Galliumnitrid und erreichte rasch eine hohe Materialgüte, die ihm wesentliche Beiträge zur blauen und damit auch zur weißen Leuchtdiode ermöglichen. Für die Zukunft zeichnet sich die Festkörperbeleuchtung ab, die mit ihren Vorteilen der Langlebigkeit und Energieeinsparung die konventionelle Glühlampe ersetzen wird.

Dual-Use

Galliumarsenid-basierende Materialien wurden gezielt für Dual-Use-Entwicklungen eingesetzt, d. h. es wurden technische Innovationen sowohl für militärische als auch für zivile Anwendungen

geschaffen. Die Ausdehnung der Materialbasis auf alternative Materialsysteme, insbesondere die Entwicklung der Galliumnitrid-Technologie, hat die Möglichkeiten des Dual-Use noch erweitert. Quantenfilm- und Übergitterstrukturen aus III/V-Halbleitern haben sich als hervorragend geeignete Infrarot-Detektoren erwiesen. Wärmebildkameras mit höchster thermischer Auflösung, auch bispektral, d. h. mit zwei Wellenlängen, erfüllen heute höchste Ansprüche in Sicherheit und Aufklärung, aber auch in zivilen Anwendungen wie der Medizintechnik oder der Klimaforschung. Die innovative Leistungselektronik auf Galliumnitridbasis ermöglicht es, sowohl luftgestützte Radare als auch Basisstationen für die Mobilkommunikation zu entwickeln. Eine auf den Antimoniden aufbauende energiesparende Elektronik in mobilen Systemen wird Anwendung finden in elektronischen Spielen wie in der Ausrüstung des Soldaten der Zukunft. Höchstfrequente »Wolkenradare« werden sowohl die Präzision der Wetterprognosen steigern, als auch eine genauere Beobachtung der Klimaveränderungen ermöglichen. Die Infrarot-Lasertechnik wird weit über die primär sicherheitstechnischen Anwendungen hinausgehen, etwa im Bereich der Medizintechnik durch nichtinvasive Diagnostik und Chirurgie.

Konvergenz von militärischer und ziviler Sicherheitsforschung

Es zeichnet sich ab, dass sich die Konvergenz von militärischer und ziviler Anwendung weiter verstärken wird. Bildgebende Systeme, bei höchsten Frequenzen, passiv und aktiv, werden im Zeitalter der »asymmetrischen Bedrohung« durch den internationalen Terrorismus die äußere und innere

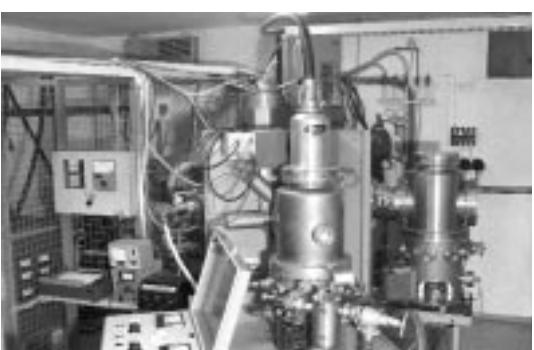
Sicherheit unserer Gesellschaft erhöhen. Auf der politischen Ebene ist in Reaktion auf die wachsende Terrorismusgefahr die Sicherheitsforschung verstärkt worden, wie insbesondere das von Bundesforschungsministerin Annette Schavan aufgelegte Sicherheitsforschungsprogramm der Bundesregierung zeigt, das in seiner ersten Förderperiode von 2007 bis 2010 laufen wird. Das IAF ist im Verein mit weiteren Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft für die wachsende Konvergenz von militärischer und ziviler Sicherheitsforschung nicht nur technisch, sondern auch institutionell gut »gerüstet«: Der Fraunhofer-Verbund für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung (VVS) hat diese Schwerpunktverlagerung in Richtung ziviler Sicherheit bereits vorweggenommen und sich auch für die Verstärkung der Sicherheitsforschung im europäischen Raum gut positioniert. Denn auch die Europäische Union hat sich jüngst die Sicherheitsforschung auf ihre Fahnen geschrieben und im 7. Forschungsrahmenprogramm (2007 – 2013) erstmals als eigenen Programmbereich verankert.

Der seit den 80er-Jahren zunehmend an Bedeutung gewinnende Forschungsraum Europa hat dabei bislang für das IAF als Quelle der Akquise von Forschungsmitteln keine primäre Bedeutung gespielt. Inwieweit sich dies ändern wird, wird insbesondere auch davon abhängen, in welchem Maße es der 2004 durch Beschluss des EU-Ministerrats gegründete European Defence Agency gelingen wird, die verteidigungs- und sicherheitsbezogene Forschung und Entwicklung europaweit zu integrieren. Von größerer strategischer Bedeutung für das IAF ist bislang vielmehr die Zusammenarbeit mit der europäischen Industrie und die darauf basierende Bewahrung einer eigenständigen europäischen Technologiebasis für die Galliumnitrid-Elektronik gewesen.

Für die zunehmende Konvergenz von Verteidigungs- und ziviler Sicherheitstechnik ist das IAF zweifelsohne ebenso gut aufgestellt wie für die wachsende Forschungsintegration Europas. Von mindestens ebenso großer Bedeutung für die Zukunftssicherung des Instituts – und dies gilt sowohl für seinen verteidigungsbezogenen Teil als auch seine zivile, marktorientierte Vertragsforschung – wird es sein, in welchem Maße vor allem das Netzwerk von industriellen Kooperationspartnern so ausgeweitet werden kann, dass sich die Systemfähigkeit erhöht. Die in die Zukunft verlängerte Geschichte des IAF zeigt sich nicht zuletzt als Prozess, der von der Materialforschung über die Entwicklung von Bauteilen und Komponenten hin zur Integration dieser Komponenten in technische Systemlösungen führt. In diesem Sinne sind 50 Jahre für das IAF und auch für die III/V-Halbleiter kein Alter – beide haben noch viel vor.



Helmuth Trischler, geb. 1958 in Ulm; Studium der Geschichte und Germanistik in München, 1986 Promotion zum Dr. phil., 1991 Habilitation; seit 1993 Forschungsdirektor des Deutschen Museums und Professor für Neuere und Neueste Geschichte sowie Technikgeschichte an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Koordinator und Sprecher mehrerer nationaler und internationaler Forschungsverbünde, darunter der DFG-Forschergruppe Wechselbeziehungen zwischen Naturwissenschaft und Technik. Formen der Wahrnehmung und Wirkung im 20. Jahrhundert. Forschungsaufenthalte und Gastprofessuren an der Smithsonian Institution in Washington, KTH Stockholm und Oxford University.



Kundenlösungen



Herbert Korf – AIM Infrarot-Module GmbH

IAF und AIM – eine seit 30 Jahren erfolgreiche Synergie



Ehen sind dauerhaft, wenn sie tragfähige Gemeinsamkeiten haben, in Konsens die Zukunft mit lohnenden Zielen gestalten, stolz auf eigene Kinder sein können, wenn die Partner sich gegenseitig achten und unterstützen – sowie ab und zu einen Grund zum Feiern haben.

Die mehr als 30-jährige Ehe zwischen dem Fraunhofer IAF und der AIM hat nachvollziehbar alle diese Eigenschaften.

Die fundamentalen Gemeinsamkeiten sind das über viele Jahre gewachsene Expertenwissen auf dem expandierenden Gebiet der Infrarot-Halbleiter und dessen Nutzung für Produkte höchster Leistungsfähigkeiten. Die Tragfähigkeit wurde entscheidend gesichert durch die frühen Weichenstellungen des BMVg zum Aufbau einer eigenständigen Infrarot-Kompetenz in Deutschland mit industrieller Fertigung sowie deren Finanzierung an beiden Standorten.

Die frühen Entwicklungen der CMT-Halbleiter bei der damaligen AEG-Telefunken wurden unterstützt durch Charakterisierung der Proben und Unterstützung bei der Erarbeitung der Festkörperphysik beim IAF. Die Synergie zwischen Experten mit hoher wissenschaftlicher Kompetenz aus unterschiedlichen Instituten und die praktische Erprobung im Industriemaßstab ermöglichte den schnellen Aufbau einer weltweit wettbewerbsfähigen CMT-Technologie zur ersten Anwendung ab 1984 für Wärmebildkameras für die Ausrüstung der gepanzerten Fahrzeuge der Bundeswehr.

Damit war ein Innovationszyklus angeschoben, der seitdem durch eine zielorientierte und marktnahe Zusammenarbeit zwischen dem IAF und der heutigen AIM viele »Kinder« in die Welt gesetzt hat. CMT ist als querschnittlich genutztes Basismaterial für lineare und zweidimensionale Sensoren unverzichtbar in allen relevanten IR-Wellenlängen. Die »klassische« Technologie der Photoleiter wurde weiterentwickelt zur Technologie der Photodioden, um komplexere Sensoren mit geringem Eigenrauschen zu ermöglichen. Aktuell erfährt die CMT-Technologie einen weiteren Innovationsschub durch die Forderung nach Mehrband-Sensoren, einem Innovationsschritt vergleichbar dem Übergang vom Schwarz-Weiß-Sehen zum Farbsehen. Auch die dazu geeignete Technologie der Molekularstrahlepitaxie-Schichten des CMT (MBE) wird gemeinsam entwickelt und in vielen zwischen AIM und IAF sorgfältig abgestimmten Schritten an beiden Standorten vernetzt realisiert.

Herausragende Ergebnisse mit internationaler Beachtung erzielte die IAF/AIM-Ehe durch die Herstellung von QWIP-Sensoren, integriert in eine hochauflösende IR-Kamera mit weltweit empfindlichster thermischer Auflösung. In Würdigung dieser hervorragenden gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsleistung wurde Preisträgern aus dem IAF und der AIM gemeinsam der Wissenschaftspreis 2001 des Stifterverbandes für die deutsche Wissenschaft verliehen. Durch das BMVg wurden diese Arbeiten durch diverse BWB-Verträge unterstützt und stets mit besonderem Interesse als wesentliche Zukunftstechnologie verfolgt. Die hohe Resonanz im internationalen Markt, einschließlich des Interesses von US-Instituten und Firmen an einer Technologie-

Partnerschaft unterstreicht den herausragenden Status dieser QWIP-Technologie in Deutschland.

Ein weiteres Kind der AIM/IAF-Ehe sind bispektrale Detektoren und Kameras, die auf der Basis QWIP und InAs/GaSb-Übergittern entwickelt wurden und als neue Klasse von Hochleistungs-Wärmebildkameras als ein Alleinstellungsmerkmal für AIM und IAF weltweit anerkannt werden. Die zeit- und ortsgleiche Darstellung von Bildern in verschiedenen Spektralbereichen ist eine aktuell neue Kompetenz der IR-Sensorik, die zu deutlich erweiterten Anwendungen führt. Die auf der Basis der InAs/GaSb-Übergittersensoren des IAF von AIM gebaute und weltweit erste bispektrale Kamera war bereits wettbewerbsentscheidend für ein wesentliches Beschaffungsprogramm in Europa.

Für den hervorragenden technologischen Erfolg zur Realisierung der bispektralen Sensoren wurde Preisträgern des IAF am 21.06.2007 der Landesforschungspreis des Landes Baden-Württemberg verliehen.

Der größte Preis für die nun schon über 30 Jahre erfolgreiche Zusammenarbeit beider Partner ist der gemeinsame Erfolg. AIM und IAF haben in wahrhaftiger Teamarbeit zielorientiert, mit praxisnahem Bezug, mit vergleichbar geringsten Mitteln und in kürzester Zeit einen international wettbewerbsfähigen Status geschaffen und in mehreren Technologien dauerhaft internationale Spitzenleistungen erreicht.

Durch die noch in 2007 beabsichtigte Beteiligung der AIM an der EpiNova, einer Ausgründung des IAF, wird die wirtschaftliche Nutzung der beider-

seitigen Technologiekompetenzen zusätzlich optimiert. Es ist sicher, daß auch daraus weitere Potenziale der Innovation realisiert werden.

Anlässlich des Führungswechsels in der Institutsleitung des IAF und auch in dem schon vollzogenen Wechsel der Geschäftsführung der AIM ist nun eine neue Generation in der Verantwortung, um die sehr erfolgreiche AIM/IAF-Ehe fortzusetzen und zu pflegen. Die solide Basis mit hervorragenden Mitarbeitern, einer guten Ausstattung und lohnenden Zielen ist dazu vorhanden.

AIM bedankt sich insbesondere bei Herrn Professor Weimann für seine integrierende Persönlichkeit in den oft schwierigen und weitreichenden Programmentscheidungen, die er stets bis zur Grenze des Machbaren gefordert und durch seinen persönlichen Einsatz kompetent unterstützt hat. Neben technologischer Exzellenz waren Pragmatik trotz aller Komplexität, Produkt Nähe und Termintreue sowie Verpflichtung zur Erreichung der Projektmeilensteine die wesentlichen Richtlinien. Für diese gezeigte Leadership ist AIM Herrn Professor Weimann sehr zu Dank verpflichtet.

AIM beglückwünscht das IAF zum 50-jährigen Firmenjubiläum, verbunden mit den besten Wünschen für die Zukunft. AIM bedankt sich für die 30 Jahre anerkannt erfolgreicher Zusammenarbeit, die auch getragen ist von hoher gegenseitiger persönlicher Wertschätzung und Hochachtung für die herausragenden wissenschaftlichen Leistungen der AIM/IAF-Partner. Und in Analogie zum Familienleben möge das Jubiläum mit einem denkwürdigen Familienfest gefeiert werden.



Dr. Herbert Korf
bis 09/2006 Vorsitzender der
Geschäftsführung von AIM
Infrarot-Module GmbH, Heilbronn.

Thomas Rödle – NXP Semiconductors

Eine erfolgreiche Zusammenarbeit auf dem Weg zum universellen Transmitter

Als einer der weltweit führenden Hersteller von Leistungsverstärkern für Mobilfunkbasisstationen wissen wir, wie wichtig erstklassige Technologie für den Markterfolg ist. Für diese spezielle Anwendung wird seit Jahren beinahe ausschließlich eine Si-basierte Technologie (LDMOS) verwendet. Zusammen mit den Mobilfunkausrüstern arbeitet NXP Semiconductors (ehemals Philips Semiconductors) intensiv an neuen Verstärkerkonzepten, um die insgesamt erstaunlich niedrige Effizienz einer Basisstation zu verbessern. Zudem erfordert die immer weiter zunehmende Zahl von Frequenzbändern und Übertragungssystemen neue Ansätze zur Minderung des Kapitaleinsatzes und Erhöhung der Flexibilität. Bei den hierfür angedachten Konzepten stößt man jedoch immer häufiger auf Beschränkungen der heutigen Si-LDMOS-Technologie, die im Wesentlichen auf die Materialeigenschaften des Si selbst zurückzuführen sind. Der Verbindungshalbleiter GaN weist bei allen relevanten Materialeigenschaften deutlich verbesserte Werte auf. Dieses Material wird als Schlüssel gesehen bei der Verwirklichung des Fernziels eines hocheffizienten universellen Transmitters, der je nach Bedarf zwischen verschiedenen Frequenzen und Übertragungssystemen geschaltet werden kann (Software-Defined Radio).

Aufgrund der enormen technischen Komplexität auf System-, Transistor- und Prozessniveau beschloss NXP Semiconductors, mit anderen weltweit führenden Organisationen zu kooperieren.

Das Ziel dabei ist, in einem Zeitraum von drei Jahren eine unabhängige europäische kommerzielle Quelle für GaN-Technologie zu etablieren. Nach einem ausgiebigen Vergleich aller weltweit auf diesem Gebiet tätigen Institutionen fiel die Wahl auf das Fraunhofer IAF als F&E-Partner, das seine bestehende GaN-Technologie in das Projekt einbringen sollte.

Das IAF hat seit 1992 kontinuierlich eine Reputation auf dem Gebiet von GaN-Verbindungs halbleitern aufgebaut und ist eines der wenigen europäischen Institute in diesem Bereich, die in der Weltliga ganz vorne mitspielen. Für das IAF sprachen außerdem die Fähigkeit, auf 3-Zoll- Scheiben arbeiten zu können, sowie die bestehenden Verbindungen zu der Firma United Monolithic Semiconductors, die im Projekt die Industrialisierung der Technologie vorantreibt. NXP Semiconductors zeichnet verantwortlich für den Verstärkerentwurf, die Umhüllung des Halbleiterkristalls und die notwendige Systemkenntnis. Trotz der klaren Aufgabenverteilung können nur durch eine enge Verzahnung der Aktivitäten in den drei Organisationen die ehrgeizigen Herausforderungen realisiert werden. Die gesamte Wertschöpfungskette bis zum gehäusten GaN-Bauelement ist in diesem Projekt abgedeckt – vom epitaktischen Wachstum der Halbleiter schichten, über die Prozessierung, die Aufbau und Verbindungstechnik, den Schaltkreisentwurf bis hin zur Messtechnik. In allen diesen Bereichen liefert das IAF entscheidende Beiträge.

Nach gut einem Jahr seit dem Start der Zusammenarbeit kann ich sagen, dass die hochgesteckten Erwartungen mehr als erfüllt wurden. Dabei hat das IAF mit seinen Vorleistungen auf dem Gebiet der GaN-Technologieentwicklung einen solchen Fortschritt erst möglich gemacht. Somit ist dies auch ein positives Beispiel für das »Dual-Use-Prinzip«, denn diese Vorleistungen sind zu einem wesentlichen Teil aus der wehrtechnischen Forschung motiviert und bezahlt worden. Im Gegenzug ermöglicht die zivile Anwendung für Mobilfunkbasisstationen eine schnellere Markteinführung der Technologie sowie eine Reduzierung der Kosten durch höhere Stückzahlen.

Wenn wir das bisher gezeigte Engagement fortsetzen und sogar noch etwas intensivieren, bin ich zuversichtlich, dass wir unser Ziel erreichen. Mit einer kommerziellen Quelle für GaN-basierte Leistungsverstärker kann Europa in diesem wichtigen Bereich seine unabhängige Position gegenüber Amerika und Asien behaupten.

Abschließend möchte ich dem Geburtstagskind auch für die nächsten 50 Jahre weiterhin so hervorragende und engagierte Mitarbeiter wünschen.



Dr. Thomas Rödle
Projektmanager NXP Semiconductors,
PL RF Power & Base Stations



sind kompetent und motiviert,
arbeiten engagiert
und kooperativ,
forschen interdisziplinär
und international
und gestalten
gemeinsam Zukunft.

Rudolf Moritz

Ideen, technisches Geschick, Verantwortung



Ein personeller Engpass beim IEW führte 1973 zur Abwerbung von Rudolf Moritz vom Kristallographischen Institut der Universität Freiburg. Als junger Chemotechniker war er für die Kristallzucht in der Abteilung Festkörperchemie zuständig. Nach fast zehn Jahren leitete er selbstständig das Kristallzüchtungslabor, wo damals Verfahren zur Züchtung von Chalkopyrit-Kristallen sowie Cadmium- und Quecksilbertellurid-Einkristallen entwickelt wurden. Auch privat ist er von schönen Kristallen und Steinen fasziniert. Er gilt als Experte für Edel- und Schmucksteine.

Von Anfang an übernahm Rudolf Moritz Verantwortung im Kollegenkreis, sei es als Sicherheitsbeauftragter, Betriebsrat oder als Mitglied der Schwerbehindertenvertretung, und immer wieder fiel er durch pfiffige Ideen und elegante Problemlösungen auf, die Gegenstand mancher Veröffentlichung oder Patentanmeldung waren.

Nach mehr als zwanzig Jahren in der Kristallzucht und abnehmender Bedeutung dieses Arbeitsgebiets, war es für ihn keine Frage, in einem neuen Arbeitsbereich in der damaligen Abteilung Explorative Technologie anzufangen. Seine Kenntnisse über Kristallzucht und Schleif- und Polierverfahren wurden in der Entwicklung einer Aufbautechnologie für Halbleiterdiode-laser gefragt.

Im Rahmen der BMBF-Programme LEILAS und LASER2000 wurden Hochleistungs-Diodenlaser auf der Basis von GaAs entwickelt, wobei Rudolf Moritz sich um die Entwicklung der hierfür benötigten Montagetechnik kümmerte. In der Folge dieser Aktivität gehörte er mit zu den Gründern des Fraunhofer-Spin-Off-Unternehmens m2k-laser GmbH, in der seit 2001 die Diodenlaser in kleinen und mittleren Stückzahlen hergestellt und vermarktet werden.

Rudolf Moritz' berufliches Leitmotiv ist das Nutzbarmachen von technischen Lösungen für den Anwender, wobei er immer auf eine kollegiale Arbeitsatmosphäre großen Wert legt.



Jürgen Schneider

Doktorvater und Erfinder, ein »Urgestein« des IAF

Der gebürtige Berliner, Jahrgang 1931, flüchtete vor den Bombenangriffen des zweiten Weltkriegs aus seiner Heimatstadt in den Schwarzwald, an das Internat Birklehof in Hinterzarten.

Nach humanistischem Abitur und Physikstudium in Freiburg zog es Jürgen Schneider 1957 als Postdoc an die Duke University in Durham, North Carolina, wo er sich mit dem damals für Deutschland völlig neuen Gebiet der Mikrowellenspektroskopie beschäftigte. Zurück in Freiburg wurde er 1959 am damaligen IEW von Professor Mecke als wissenschaftlicher Assistent mit einem Monatsgehalt von 926 DM eingestellt.

Einem erneuten USA-Aufenthalt am Central Research Laboratory von Texas Instruments in Dallas folgte 1963 eine wissenschaftliche Tätigkeit am Physikalischen Institut der Universität Freiburg, wo er sich 1967 habilitierte. Nach einer kurzen Gastprofessur an der Rice University in Houston arbeitete er ab 1970 dann als freier Mitarbeiter am umbenannten IaFP und an der Universität Freiburg.

Noch im selben Jahr erreichte ihn der Ruf auf eine Professur für Experimentelle Festkörperphysik der Universität Saarbrücken, den er zugunsten einer Stelle als Abteilungsleiter am Fraunhofer IaFP ablehnte. Ein erneutes Angebot erhielt Jürgen Schneider 1977, diesmal von der Universität Erlangen-Nürnberg. Auch dieser Ruf, verbunden mit einer außerordentlich hohen Berufungszusage, konnte ihn

nicht abwerben. Zu den hervorragenden Forschungsmöglichkeiten am IAF gab es für ihn keine ernstzunehmende Alternative.

Neben seinen vielfältigen wissenschaftlichen Arbeiten über Defekte in Festkörpern, hat er in dieser Zeit über 30 Studenten zum Diplom bzw. als »Doktorvater« zur Promotion geführt. Diese schätzten ihn unter anderem auch wegen seiner profunden Kenntnisse über geschichtliche Zusammenhänge und seines hintergründigen Humors. Auch beeindruckte er Studenten wie Kollegen durch seine Russisch-Kenntnisse, die er sich eigens angeeignet hatte, um zu Zeiten des »Eisernen Vorhangs« Original-Publikationen von Forschern aus der damaligen Sowjetunion lesen zu können.

Seine wichtigste Erfindung ist sicherlich die weiße Leuchtdiode aus dem Jahr 1995, die bereits begonnen hat, die Beleuchtungstechnik weltweit zu revolutionieren, und für die ihm und seinen Mitarbeitern Peter Schlotter und Ralf Schmidt 1997 der Josef-von-Fraunhofer-Preis verliehen wurde. Die Fraunhofer-Gesellschaft war von dem »Licht der Zukunft« so überzeugt, dass sie es als Motiv für die Sonderbriefmarke zum 50-jährigen Bestehen der Fraunhofer-Gesellschaft im Jahr 1999 wählte.

Seit dem Eintritt in den offiziellen Ruhestand im Jahr 1997 ist er am Materialforschungszentrum (FMF) der Freiburger Universität tätig, um seine Forschungen zu Nanoleuchtstoffen weiterzuführen.



Karl-Josef Blattmann

Ein »starker Typ« am IAF: schiepft, stapelt, sägt



Anlässlich des Umzugs des IAF in das neue Gebäude in der Tullastraße wurde Karl-Josef Blattmann engagiert, um das Team der Haustechnik zu verstärken. Denn durch den Wechsel in das wesentlich größere und mit komplexer Technik ausgestattete Gebäude war der Arbeitsanfall stark gestiegen. Der ausgebildete Fleischer sollte sich um den Fahrdienst, innerbetriebliche Transporte und um die Pflege und Instandhaltung von über 17 000 m² Außenanlagen kümmern.

Bei einem schneereichen Winter räumt Karl-Josef Blattmann auch schon einmal am Sonntag den Mitarbeiter-Parkplatz frei, damit der Forschungsbetrieb am darauf folgenden Montag wieder reibungslos starten kann. Nicht selten hat er tonnenschwere wissenschaftliche Geräte, oftmals im Wert von mehr als einer Million Euro, auf der Gabel seines Staplers geladen, die immer unbeschadet ihren Standort im Labor oder im Reinraum erreicht haben.

Sein »Lieblingswerkzeug« ist und bleibt aber die Kettensäge. Auf dem Institutsgelände fällt er damit Bäume und lichtet Buschwerk aus, in seiner Freizeit wandelt sich das schwere

Waldarbeitergerät zum Werkzeug eines Künstlers. Karl-Josef Blattmann schnitzt mit der Motorsäge detaillierte Figuren aus Holzstämmen. Wer in der Region etwas auf sich hält, hat einen echten »Blattmann« im Garten stehen. Sogar in der bekannten ZDF-Sendung »Wetten, dass ...« ist er als Motorsägenkünstler schon aufgetreten – und hat seine Wette natürlich auch gewonnen. Seine Vorstellung war so beeindruckend, dass er 2005 als Wettkandidat nach China eingeladen wurde; dort läuft die Sendung unter dem Namen »Wanna Challenge«.

Neben seinem Engagement als Nestbetreuer für die Aktion »SOS Weißstorch«, deren Ziel die Wiederansiedlung dieser fast ausgerotteten Tierart in der Region Breisgau ist, betreut er über 50 Nistkästen, um für die Schleiereule wieder ausreichende Brutplätze zu bieten. Er leistet damit einen wichtigen, ehrenamtlichen Beitrag zum Erhalt dieser gefährdeten Tierarten.

Privat entspannt sich der fünffache Vater im Kreis der Familie bei gelegentlichen Pokerrunden von der oftmals anstrengenden körperlichen Arbeit.

Yolanda Campos Roca

Spanierin lernt Schaltungsentwurf und Schlittenfahren im Schwarzwald

Gleich nach dem Masterabschluss in Nachrichtentechnik an der Universität von Vigo in Spanien ging Yolanda Campos Roca zum Lernen und Forschen ins Ausland. An der Universität von Bologna beschäftigte sie sich mit der Modellierung von Mikrowellentransistoren. Das Austauschprogramm »Acciones integradas« des deutschen BMBF und des spanischen Erziehungsministeriums führte sie, inzwischen als wissenschaftliche Mitarbeiterin der Universität Vigo, vor 10 Jahren erstmals an das Fraunhofer IAF nach Freiburg, wo sie ideale Forschungsbedingungen für den Entwurf von Millimeterwellenschaltungen vorfand. In der Abteilung Hochfrequenzbauelemente und -Schaltungen freute man sich über die kreativen Beiträge der jungen spanischen Gastwissenschaftlerin, die in manches Projekt einflossen und gleichzeitig die Basis ihrer Doktorarbeit wurden. Sie verbrachte mehr als zweieinhalb Jahre am IAF. Im Rahmen des Austausches gab es immer wieder auch Gegenbesuche von IAF-Wissenschaftlern an die Universität Vigo, woraus so manche gemeinsame Veröffentlichung entstand.

Nach ihrer Promotion erhielt sie einen Lehrauftrag an der Universidad de Extremadura in Cáceres im Fachbereich Nachrichtentechnik. Sie konzentrierte ihre Forschungsarbeiten auf die Entwicklung von Millimeterwellenschaltungen, insbesondere von Frequenzvervielfachern. Im Jahr 2002 wurde sie zur Professorin berufen.

Immer wieder folgten kurze Forschungsaufenthalte am Fraunhofer IAF, so zuletzt im Jahr 2005.

Wenn Yolanda Campos Roca zurückblickt, denkt sie auch an jene legendaäre erste Schlittenfahrt in ihrem Leben im Schwarzwald mit Kolleginnen und Kollegen, die unter großem Gelächter mit zerbrochenem Schlitten im Graben endete. Yolanda Campos Roca hat neben den wissenschaftlichen Kontakten auch Freundschaften am IAF geschlossen. Die IAF-Kolleginnen und -Kollegen freuten sich mit ihr über ihren wissenschaftlichen Erfolg, ebenso wie über die Nachricht der Geburt eines kleinen Sohnes, der sie vielleicht schon bald bei ihrem nächsten Aufenthalt am IAF begleiten wird.



Eva Geerlings

Karriere-Dreisprung in die Industrie: HiWi-Job, Diplomarbeit, Promotion

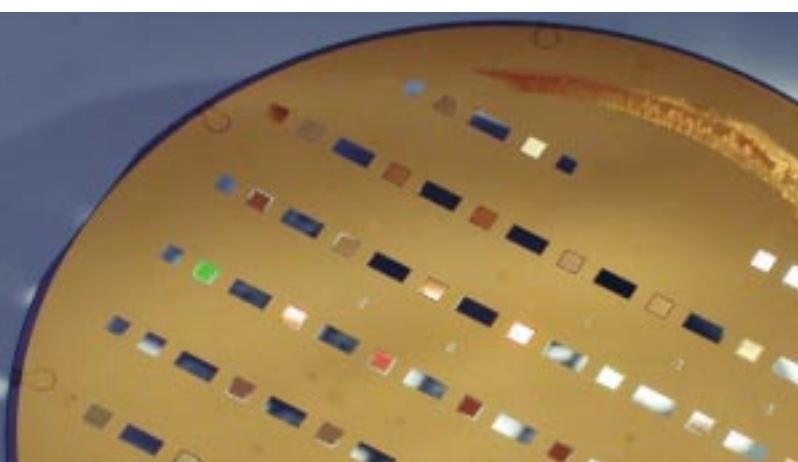


Bereits als Abiturientin kam Eva Geerlings zum Fraunhofer IAF, um als studentische Hilfskraft an interessanten Projekten mitzuarbeiten. Während des gesamten Studiums der Mikrosystemtechnik arbeitete sie unter Anleitung von Professor Joachim Wagner im Forschungsbereich der blauen Laser und LEDs und schätzte hier besonders die vielfältigen Einblicke in aktuelle wissenschaftliche Fragestellungen sowie die Möglichkeit, theoretisch Erlerntes im Studium praktisch umsetzen zu können. Ihre Diplomarbeit schrieb sie am IAF auf dem Gebiet der durchstimmbaren Halbleiterlaser.

Aufgrund des guten Arbeitsklimas, der hervorragenden Ausstattung und interessanter interdisziplinärer Forschungsprojekte entschied sie sich dafür, auch ihre Promotionsarbeit zum Thema »Miniaturisierte durchstimmbare Halbleiterlaser für die Medizin- und Messtechnik« am Fraunhofer IAF durchzuführen. Eine enge Kooperation mit der Fakultät für Angewandte Wissenschaften der Universität Freiburg machte es möglich, die sich ergänzenden Ressourcen beider Institute hierfür optimal zu nutzen.

Ihre Doktorarbeit hat sie gerade eingereicht und schon sind ihre Arbeiten mit dem Amelia-Earhart-Fellowship-Award von Zonta International, einem weltweiten Zusammenschluss berufstätiger Frauen in Führungspositionen, ausgezeichnet worden.

Obwohl Eva Geerlings die interdisziplinäre Zusammenarbeit in kooperativer Atmosphäre sehr schätzte, nahm die begabte, junge Wissenschaftlerin kürzlich ein attraktives Stellenangebot eines Medizintechnik-Unternehmens an. Sie ist damit ein besonders gutes Beispiel für den Fraunhofer-typischen Karriereeinstieg in die Industrie – nach dem Fraunhofer-Motto »Transfer durch Köpfe« –, den vor ihr viele andere IAF-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter auch schon erfolgreich eingeschlagen haben.



Joachim Fleissner

Neubeginn am IAF



In Erfurt/Thüringen geboren, absolvierte Joachim Fleissner eine für die DDR typische Ausbildung, zunächst zum Facharbeiter mit Abitur, dann ein Studium zum Ingenieur für elektronische Gerätefertigung an der Ingenieurschule (FH) Mitweida. Anschließend war er als Projektleiter für Entwicklung und Produktion von Speicher- und Prozessor-Schaltkreisen in MOS/CMOS-Technologie sowie für die Projektierung von Reinräumen im Kombinat Mikroelektronik Erfurt tätig.

Berufsbegleitend studierte er Werkstoffwissenschaften an der Bergakademie Freiberg in Sachsen, wo er 1977 den Abschluss als Diplom-Ingenieur für Metallkunde erlangte.

Die politischen Verhältnisse in der DDR und insbesondere die Entwicklungs-perspektiven für die Kinder veranlassten die Familie, 1986 einen Ausreiseantrag zu stellen. Nach drei Jahren Ungewissheit und politischen Auseinandersetzungen konnte er im Juni 1989 mit seiner Familie in die BRD übersiedeln.

Wenige Wochen später wurde er durch eine Stellenanzeige auf das Fraunhofer IAF aufmerksam und zum Jahresende konnte der dreifache Familienvater mit zunächst befristetem Arbeitsvertrag als technischer Mitarbeiter in der Molekularstrahlepitaxie anfangen.

Rasch eröffnete sich dann mit der Übertragung der wissenschaftlichen Leitung der Gruppe Lithographie eine längerfristige Perspektive. Zunächst beschäftigte er sich mit der Entwicklung von Halbleiterlasern, seit 1995 entwickelt er Prozesstechnologien für die Herstellung von Infrarot-Matrixdetektoren.

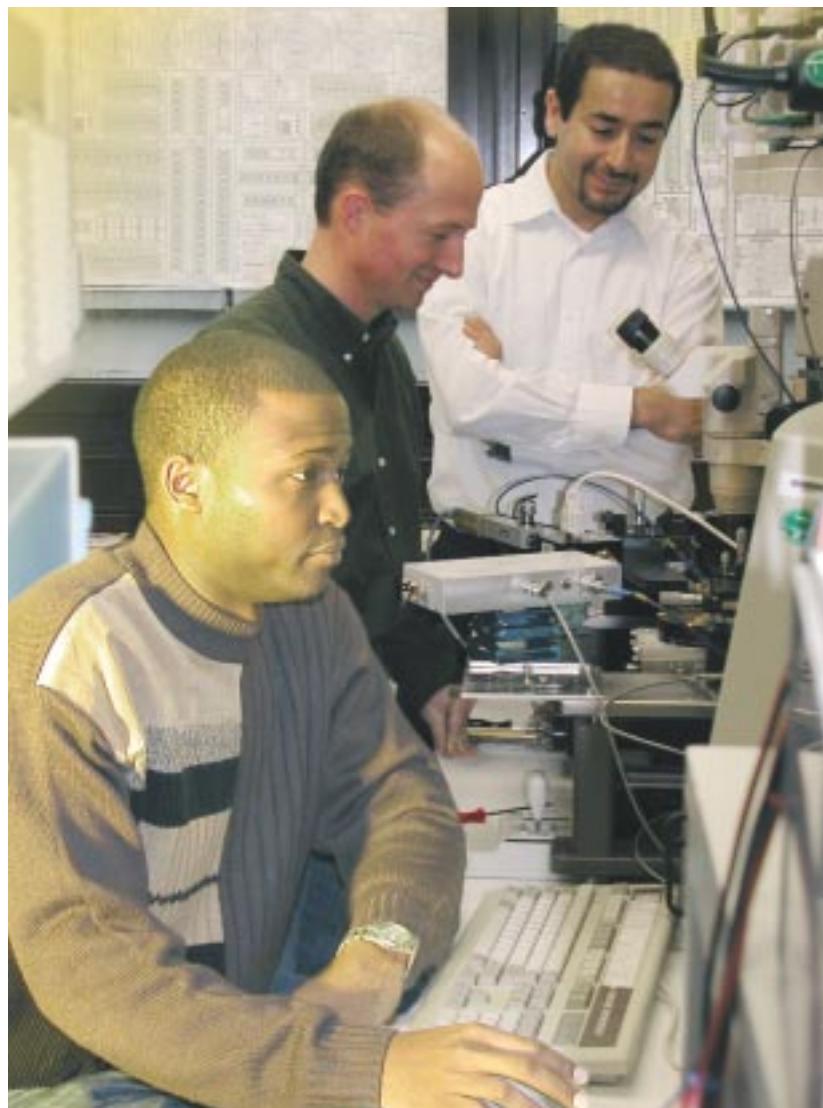
Sicher zu einem Höhepunkt seiner wissenschaftlichen Karriere zählte die Verleihung des Wissenschaftspreises des Stifterverbandes, den er zusammen mit IAF-Kollegen und Mitarbeitern des Kooperationspartners AIM Infrarot-Module GmbH auf der Fraunhofer-Jahrestagung 2001 für die Arbeiten zur Entwicklung von »Thermographiekameras höchster thermischer Auflösung« entgegennehmen durfte.

In den Jahren danach war Joachim Fleissner an der Entwicklung einer GaSb-basierenden Übergitter-Detektortechnologie für eine Zweifarben-Infrarotkamera beteiligt. Auch diese Arbeiten erregten in der wissenschaftlichen Fachwelt große Aufmerksamkeit und wurden jüngst mit dem Landesforschungspreis Baden-Württemberg 2006 ausgezeichnet. Die jahrelange Arbeit von Joachim Fleissner auf dem neuen Arbeitsgebiet, aber auch der private und berufliche Neuanfang wurden damit mehrfach belohnt.

Eng verbunden mit der beruflichen Perspektive am IAF war die gesicherte Entwicklung der Familie und der Kinder. Diese sind inzwischen selbstständig und im Studium. In gegenseitiger Unterstützung haben er und seine Frau es geschafft, zwei erfolgreiche berufliche Karrieren aufzubauen.

Rachid Driad, Robert Makon, Karl Schneider

Internationales Forscher-Team erweitert Produkt-Portfolio



Seit über 20 Jahren diente der modulationsdotierte Feldeffekttransistor (MODFET), auch HEMT genannt, dem IAF als Arbeitspferd für höchste Frequenzen und schnelle Schaltungen, er konnte aber nicht alle Probleme lösen. Für hochbiträtige Mischsignal-Schaltungen, wie sie in der optischen Nachrichtentechnik gebraucht werden, ist der Heterostruktur-Bipolartransistor (HBT) doch noch ein bisschen besser geeignet.

Neue Produkte lässt man am besten von einem neuen Team machen. Es war im Jahr 2002, als erste Diskussionen über Bipolartransistoren im IAF geführt wurden und als Rachid Driad, Robert Makon und Karl Schneider an das Fraunhofer IAF kamen. 2003 war dann bereits von InP-Doppelheterostruktur-Bipolartransistoren für Anwendungen bei 80 Gbit/s die Rede. Die DHBTs erreichten Grenzfrequenzen von 200 GHz, erste Schaltungen zeigten das Potenzial dieser Technologie und das Können des DHBT-Teams. 2006 wurde dann folgerichtig von Grenzfrequenzen von über 300 GHz und von einer Schaltung für das 100 Gbit/s-Ethernet berichtet. Damit wurden in kürzester Zeit neue Maßstäbe gesetzt.



Rachid Driad studierte Physik in Algier, Algerien, und promovierte 1996 an der Universität Evry in Paris. In dieser Zeit arbeitete er im Festkörper-Labor des CNRS in Paris und am Forschungszentrum von France Telecom (CNET) in Bagneux an II/VI-Halbleitern und GaAs-HBTs. Er wechselte 1996 an das National Research Council (NRC) in Ottawa, Kanada, wo er das begann, was er heute so gut kann: Forschen und Entwickeln an InP-basierten HBTs. Eine weitere Station war dann Nortel Networks in Ottawa, wo er an der Entwicklung von schnellen optischen Komponenten arbeitete. Seit 2002 ist er am Fraunhofer IAF und verantwortlich für Arbeiten an InP-DHBTs und darauf beruhenden schnellen integrierten Schaltungen sowie an Sonderbauelementen.

Robert Makon kam aus Kamerun zum Studium der Elektrotechnik an die Ruhr-Universität in Bochum, wo er nach Abschluss seines Studiums noch einige Zeit an der Entwicklung von integrierten Schaltungen auf der Basis von SiGe-HBTs arbeitete. 2002 wechselte er an das Fraunhofer IAF. Er wechselte auch von Silicium zu den III/V-Halbleitern, aber er blieb bei den ultraschnellen Mischsignal-

Schaltungen, die er mit viel Erfolg in unsere FuE-Arbeiten einbrachte. Mit hervorragenden Leistungen promovierte er 2006 an der Universität Karlsruhe.

Karl Schneider studierte ebenfalls Elektrotechnik an den Universitäten Karlsruhe und Adelaide, Australien. Nach Abschluss des Studiums verbrachte er acht Monate am Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, mit der Entwicklung von Festkörperlasern für medizinische Anwendungen. Auch er promovierte mit herausragenden Ergebnissen an InP-DHBTs und -Schaltungen für die hoch-bitratige Datenübertragung.

Sie kamen aus ganz unterschiedlichen Ecken dieser Erde, alle weitgereist, ans Fraunhofer IAF nach Freiburg, und unter Anleitung des erfahrenen Rachid Driad wurde aus den Dreien ein schlagkräftiges Team.

Mit Unterstützung der bewährten IAF-Epitaxie und -Prozesstechnologie hat dieses Team das Portfolio des IAF um eine führende, leistungsfähige InP-HBT-Technologie erweitert. Das IAF ist damit noch besser für die Zukunft gerüstet.

Gabriele Schilli

Ein Berufsleben am IAF: Vom Chemielabor in die Halbleitertechnologie



Vom Vater bekam Gabriele Schilli den Rat, sich nach ihrer Ausbildung zur Chemielaborantin an der Universität Freiburg im IEW zu bewerben. Vater Leopold Haas war Feinmechanikermeister und Werkstattleiter am Universitätsinstitut von Reinhard Mecke und wusste daher, was er seiner Tochter empfahl.

Im allgemeinen Chemielabor der Kristallphysik begann noch unter Reinhard Mecke Gabriele Schillis abwechslungsreiche fast vierzigjährige Berufslaufbahn am Fraunhofer IAF. Dass es ein so langes Berufsleben werden sollte, hatte sie sich damals nicht träumen lassen, sagte sie bei ihrer

Verabschiedung im vergangenen Jahr. Entsprechend der Ausrichtung des Instituts widmete sie sich unter Adolf Goetzberger der Mikroanalytik von Halbleitermaterialien. In der Infrarotabteilung baute sie ihre Kenntnisse in den Charakterisierungsmethoden aus, bevor sie dann, mit dem Neubau des Reinraums und dem Ausbau der Technologieabteilung, die Chance ergriff, sich in die III/V-Halbleiter-Prozess-technologie einzuarbeiten. Dort spezialisierte sie sich auf die Lithographie und Prozesskontrolle.

Eine wichtige Erfahrung, die sie nicht missen möchte, war das aufeinander abgestimmte Arbeiten im Kollegenteam. Dieses ist ganz besonders in der Technologie unverzichtbar.

Gabriele Schilli blickt zufrieden auf ihre Zeit am Fraunhofer IEW und IAF zurück. Ihr Werdegang ist charakteristisch für die Entwicklung des Instituts, zu der sie wertvolle Beiträge geliefert hat. Mit den Kolleginnen und Kollegen hat sie bei Weihnachtsfeiern und Abteilungsfesten noch einen guten Kontakt, wenn auch der sogenannte Ruhestand ihr nicht viel Zeit lässt. Gilt es doch, Haus und Garten zu pflegen, sich den Traum von ausgedehnten Reisen nach Südafrika zu erfüllen und eben all dies zu erledigen, was immer für die Zeit nach dem IAF aufgeschnitten wurde.



Als Praktikant kam Axel Tessmann zum Fraunhofer IAF, wo er Gefallen an der Entwicklung von Höchstfrequenz-Bauelementen und -Schaltungen fand. Daher war es wenig überraschend, dass er schon zwei Jahre später ebenfalls am IAF seine Diplomarbeit über GaAs-Heterostruktur-Feldeffekttransistoren erstellte. Als erfolgreicher Diplomand der Fachrichtung Elektrotechnik wurde er sofort als wissenschaftlicher Mitarbeiter für die Abteilung Bauelemente und Schaltkreise engagiert. Seine Kompetenzen lagen sowohl in der Simulation als auch im Entwurf von rauscharmen Millimeterwellen-Schaltkreisen. Bald kam die Weiterentwicklung der Aufbau- und Modultechnik mit Projekt- und Gruppenleiterverantwortung hinzu.

Als begeisterter Fußballspieler ist es Axel Tessmann gewohnt, im Team zu spielen und sich gleichzeitig gekonnt zu behaupten. Hatte er zunächst seine persönlichen Ziele hinter die Projektarbeit zurückgestellt, legten es die erzielten wissenschaftlichen Ergebnisse nahe, dass eine Promotion eigentlich überfällig war. Professor Weimann ermutigte ihn, seine Dissertationsschrift mit dem Titel »Monolithisch integrierte Millimeterwellenverstärker für bildgebende Systeme« an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Universität Karlsruhe (TH) einzureichen.

Nicht nur die Promotion im Frühjahr 2006 fiel glänzend aus, auch erzielte Axel Tessmann mit seinen Forschungsergebnissen bei 220 GHz einen Geschwindigkeitsweltrekord auf dem Gebiet der monolithisch integrierten Höchstfrequenzschaltungen, der auf verschiedenen internationalen Konferenzen Beachtung fand. Diese erfolgreichen Arbeiten erlaubten es dem Projektpartner FGAN-FHR, in dem vom Bundesministerium der Verteidigung geförderten Projekt TERAKOMP (Millimeterwellen- und Terahertz-Komponenten für wehrtechnische Systeme) einen System-Demonstrator zum Nachweis von versteckt getragenen Waffen und Sprengstoffen zu entwickeln.

Ein weiteres Ziel von Axel Tessmann ist es, zusammen mit seinem Kollegenteam sein Thema auch im zunehmend wichtiger werdenden Bereich der zivilen Sicherheit voranzutreiben. Nicht vernachlässigen möchte er hierbei die wissenschaftliche Basis sowie den fachlichen Austausch auf internationalen Konferenzen. Sobald es die Projektarbeit zulässt, wäre ein Austauschjahr an einer amerikanischen Forschungseinrichtung eines seiner Ziele.



Martin Walther

Leiten, forschen, lehren



Seit acht Jahren leitet Martin Walther (im Bild links) die Abteilung Epitaxie am Fraunhofer IAF, 2006 hat er auch die Verantwortung für das Geschäftsfeld Infrarot-Technik übernommen. Jüngst wurde er zum stellvertretenden Institutsleiter ernannt.

Er hatte am Walter-Schottky-Institut der TU München auf dem Gebiet der Halbleitertechnologie promoviert und danach als Postdoc im Forschungszentrum von Motorola in Arizona gearbeitet. Vom Berliner Paul-Drude-Institut kam er 1996 als Leiter der Gruppe Molekularstrahlepitaxie an das Fraunhofer IAF.

Attraktiv an der Fraunhofer-Position war für ihn, Wissenschaft für die Anwendung nutzbar zu machen. Die Industriekunden des IAF verlangten zuverlässige und kostengünstig zu produzierende Bauelemente. So war Martin Walther 1999 einer der ersten Fraunhofer-Unternehmensgründer, als er mit Kollegen dem Leitbild »Fraunhofer 200X« entsprechend die EpiNova GmbH gründete, um die am IAF entwickelten Halbleiterstrukturen auch in größeren Stückzahlen der Industrie anbieten zu können.

War die Unternehmenstätigkeit zunächst auf die elektronischen Bauelemente ausgerichtet, trug er am IAF mit den Entwicklungen spezieller

Schichtstrukturen wesentlich zu Innovationen im Bereich der Optoelektronik bei, die mit bedeutenden Forschungspreisen ausgezeichnet wurden. Ein herausragendes Ereignis – auch für das IAF in seiner 50-jährigen Geschichte – war 2001 die Verleihung des Wissenschaftspreises des Stifterverbandes, den das IAF-Team Harald Schneider, Martin Walther und Joachim Fleissner sowie die Mitarbeiter des Kooperationspartners AIM Infrarot-Module GmbH, Wolfgang Cabanski und Johann Ziegler, für die Entwicklung einer Thermographie-Kamera höchster thermischer Auflösung erhielten. Mit dem höchstdotierten Forschungspreis eines deutschen Bundeslandes, dem Landesforschungspreis Baden-Württemberg 2002, für die Entwicklung hochbrillanter Trapez-Laser folgte für Martin Walther eine weitere Auszeichnung, dieses Mal zusammen mit den IAF-Kollegen Márc Kelemen, Rudolf Kiefer und Michael Mikulla.

Groß war die Freude am IAF, als Martin Walther und seine Kollegen Robert Rehm, Joachim Fleissner und Johannes Schmitz erfuhren, dass der Landesforschungspreis Baden-Württemberg 2006 für ihre Arbeiten zur Entwicklung von Zweifarben-Infrarot-Kameras erneut an das IAF ging.

Einmal mag es Zufall sein, beim zweiten Mal ist es Glück, beim dritten Mal

Tüchtigkeit. Dies gilt in besonderem Maße für Martin Walther. Er beherrscht den Fraunhofer-Spagat zwischen industrieller Anwendung und wissenschaftlicher Exzellenz.

Als Führungskraft weiß er, dass wissenschaftliche Höchstleistungen, insbesondere in der Halbleitertechnologie, nur möglich sind, wenn ein hochmotiviertes Team von wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern engagiert und zielorientiert zusammenarbeitet. Dass dies am IAF so gut gelingt, ist auch für Martin Walther ein Quell der eigenen Motivation. Als Wissenschaftler ist er mit vielen Veröffentlichungen und Tagungsbeiträgen präsent. Um den akademischen Nachwuchs kümmert er sich im Rahmen eines Lehrauftrages der Universität Karlsruhe, wo er den Studenten der Elektrotechnik die Grundlagen zu Quanteneffektbauelementen und der Halbleitertechnologie vermittelt. Und als technischer Berater der EpiNova GmbH hat er sein Ohr ganz dicht an den Bedürfnissen der industriellen Kunden.

Martin Walther geht in seiner Arbeit auf, aber jede freie Minute ist seiner Familie mit den beiden Kindern gewidmet. Ein wenig Ausgleich findet er auch beim Radfahren am Kaiserstuhl oder beim Joggen in der Mittagspause mit den IAF-Kollegen.

Christoph Wild

Erfinder, Preisträger, Ausgründer



Zeit ist für Christoph Wild ein seltenes Gut. Vorträge übt er beim Fahrradfahren auf dem Nachhauseweg von der Arbeit. Stets in Gedanken, fallen ihm neue Ideen ein, die zu manchem Patent geworden sind. Richtig entspannt ist er nur beim Singen in seinem »alternativen« Kirchenchor.

Seine Fraunhofer-IAF-Karriere startete Christoph Wild bereits als junger Physikstudent. Er begann als wissenschaftliche Hilfskraft in der Abteilung Infrarotfestkörperphysik. Danach war er Diplomand, Doktorand und schließlich wissenschaftlicher Mitarbeiter. Bei Professor Koidl promovierte er auf dem Gebiet der Diamantabscheidung aus der Gasphase. Für diese Arbeit wurde er 1992 mit dem Preis der Freiburger Wissenschaftlichen Gesellschaft ausgezeichnet. Die 5000 DM waren eine willkommene Belohnung für den damals schon dreifachen Familienvater.

Es sollte nicht der einzige Preis bleiben, mit dem Christoph Wild geehrt wurde. Zweimal war er zusammen mit einem Kollegenteam Josef-von-Fraunhofer-Preisträger. So erhielt er den Preis 1999 für die Herstellung großflächiger Diamantwafer. Die hierbei entwickelte CVD-Reaktortechnologie wurde an den Kooperationspartner AIXTRON AG transferiert.

Erst im vergangenen Jahr wurde ihm und seinen Kollegen erneut der Josef-von-Fraunhofer-Preis für die Entwicklung von Diamant-Hohlkugeln für die Trägheitsfusion verliehen. Diese inzwischen zum Patent angemeldete Erfindung erregte sehr viel öffentliches Interesse. Sie wird vom amerikanischen Auftraggeber Lawrence Livermore National Laboratory für die Kernfusions-Forschung, die einmal alle Energieprobleme lösen soll, benötigt.

Einerseits ist Christoph Wild durch und durch Forscher und Entwickler, andererseits will er seine Produkte dem Markt zuführen. So gründete er im Jahr 2004 mit einigen Institutskollegen die Diamond Materials GmbH, die eine stetig wachsende Nachfrage an Diamantprodukten für optische, thermische oder mechanische Anwendungen verzeichnen kann. Bald schon wird sich für Christoph Wild wohl die Frage stellen, ob er Forscher oder Unternehmer sein will. Wie auch immer er sich entscheidet, er hat allen Grund, optimistisch in die Zukunft zu blicken.



Joachim Wagner und Martin Walther

Stellvertretende Institutsleiter Fraunhofer IAF

Die Zukunft ist hell

Wer an Zukunft in einem Technologieinstitut denkt, hat vor allem Apparaturen und Zahlen im Kopf. Doch Zukunft heißt für uns als Forscherinnen und Forscher »Innovation«. Und diese kommt immer aus den Köpfen der Menschen, die sich der Apparaturen bedienen und die Baulemente der Zukunft kreieren.

Was bieten wir also den Menschen am Institut, damit die Zukunft so hell wird, wie es die Vergangenheit war? Zunächst einmal einen weiten Chancenhorizont. Wer bei uns arbeitet, kommt nicht nur mit hoch-aktueller Wissenschaft und neuester Technik sondern auch mit Entscheidungsträgern aus Wirtschaft und Politik in Kontakt. Dies kann sogar zum eigenen Unternehmen führen, wie unsere Ausgründungen zeigen.

Menschen motiviert die Sinnhaftigkeit ihres Tuns. Unser Hauptprodukt ist Sicherheit, die Menschen möglichst wenig beengt. Ein Laser, der Explosivstoffe erkennt, macht Leibesvisitation überflüssig. Eine Wärmebildkamera, die frühzeitig gefährliche Flugkörper identifiziert, kann auch bei Ferienfliegern die Sicherheit erhöhen. Solch zukunftsweisende Bauelemente entwickeln wir auch für andere Lebensbereiche wie zum Beispiel Kommunikation und Medizin.

Wir bieten Menschen die Ressourcen, um ihre Ideen effizient und effektiv umzusetzen. Wir sind ein international führendes Institut für Verbindungshalbleiter und deren Anwendungen mit einer einzigartigen Ausstattung. Unsere Wissenschaftler sind in internationalen Konsortien, lokalen Netzwerken und Themenclustern sowie in Kooperationen mit Universitäten eingebunden. In enger Kooperation mit der Universität Freiburg sowie in Zusammenarbeit mit der Universität Karlsruhe bieten wir dem wissenschaftlichen Nachwuchs attraktive Arbeitsplätze.

Schließlich bieten wir unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern auch direkt Sicherheit – einen zukunftssicheren Arbeitsplatz. Denn Forschung für Sicherheitstechnik wird nicht auf den militärischen Bereich beschränkt bleiben. Das belegen ressort-übergreifende Programme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und europäische Forschungsprogramme. Sicherheit im zivilen Bereich wird immer wichtiger werden. Das Fraunhofer IAF kann hier seinen Wissensvorsprung aus der militärischen Sicherheitsforschung für alle Seiten gewinnbringend nutzen.

Und wo sehen wir technisch unsere Zukunft? Sicherheit durch »Hightech« wird zentrales Thema bleiben. Unsere Schaltungen für Radare dienen der Aufklärung und dem Schutz. Unsere Millimeterwellenschaltungen, mit denen wir die »Terahertzlücke« von der Hochfrequenzseite her schließen, sind ideal für bildgebende Systeme zur Personenkontrolle. Unsere Infrarot-Detektoren schützen Flugzeuge, helfen jedoch auch Krank-

heiten zu erkennen und ermöglichen präzisere Klimamodelle. Unsere Infrarotlaser sind für optische Gegenmaßnahmen geeignet, lassen sich aber auch hervorragend für nicht-invasive Diagnostik oder unblutige Chirurgie verwenden.

Im Informationszeitalter wird der Ruf nach Bandbreite in der Datenübertragung weiter zunehmen. Höhere Übertragungsfrequenzen in der drahtlosen Kommunikation, kombiniert mit verbesserter Energieeffizienz, sind nur einige Anforderungen, die unsere Millimeterwellenschaltungen erfüllen.

Wir werden weiter nicht nur Wissen erarbeiten, sondern auch umsetzen. Dieser Anwendungsbezug bleibt eine unserer Leitlinien. So haben wir schnelle Transistoren und integrierte Schaltungen entwickelt und dann die Voraussetzungen geschaffen, diese in Kleinserien zu fertigen.

Ähnliches gilt für die Galliumnitrid-Elektronik. Hier entwickeln wir Leistungstransistoren und Module, die kommerziell nicht verfügbar, aber von hoher militärischer und ziviler Relevanz sind. So wird die wehrtechnische Industrie die von uns entwickelten Komponenten in ihren Radar-Systemen einsetzen, und damit »Fähigkeitslücken« bei den Streitkräften schließen. Dass die Galliumnitrid-Elektronik auch im Mobilfunk Früchte trägt und beispielhaft für »dual use« steht, stärkt die Position des Instituts.

Wir wissen natürlich nicht genau, wie die Bauelemente der Zukunft aussehen, aber wir haben die

Instrumente, um sie zu realisieren! Atomlagen-genaue Epitaxieverfahren oder die Lateralstruktur-ierung im Nanometerbereich für Quanteneffekt-bauelemente der Hochfrequenzelektronik werden dadurch möglich. Auch optoelektronische Bau-elemente wie Infrarotdetektoren, Diodenlaser, Quantenkaskadenlaser, ja sogar Diamantschich-ten für schaltbare Filter oder als Hohlkugeln ge-hören dazu.

So sehr wir von unserer Stärke bei den Bauele-menten überzeugt sind, wir wissen, dass wir star-ke Partner brauchen, zum Beispiel die Anwender mit ihrer Systemkompetenz. Im Schlüsselbereich Wehrtechnik sind die Weichen für die Zusam-menarbeit zwischen dem Bundesministerium der Verteidigung, der Industrie und dem Institut ge-stellt. Auch hier steht das Signal für die Zukunft auf Grün.

Die Aufnahme in die Bund-Länder Finanzierung eröffnet neue Perspektiven in der Vorlauffor-schung. Somit können wir verstärkt neue Themen, beispielsweise Sensoren auf Basis von Halbleitern und Metalloxiden, aufgreifen. Wie wichtig diese Freiheit der Forschung ist, zeigt das Erfolgsbeispiel Galliumnitrid. Als wir Anfang der Neunziger Jahre damit begannen, waren wir Exoten, heute sind wir Know-how-Führer einer Zukunftstechnologie.

Wir sind überzeugt: Unsere Zukunft ist hell, denn wir haben helle Köpfe, die ein starkes Team bil-den, und wir haben die Ressourcen, um gute Ideen schnell umzusetzen.



Prof. Dr. Joachim Wagner (links), *Leiter Optoelektronische Module*, und Dr. Martin Walther (rechts), *Leiter Epitaxie und Infrarot-Komponenten*, beide stellvertretende Institutsleiter am Fraunhofer IAF.

Impressum

Fraunhofer-Institut für
Angewandte Festkörperphysik
Tullastrasse 72
79108 Freiburg
Germany
Tel: +49 (0) 7 61 / 51 59-0
Fax: +49 (0) 7 61 / 51 59-4 00
info@iaf.fraunhofer.de
www.iaf.fraunhofer.de

Redaktion
Helga König
Beatrix Schwitalla
Günter Weimann (verantwortlich)

Bildquellen
Fraunhofer-Gesellschaft
Bundesministerium der Verteidigung, S. 4
Bundesministerium für Bildung
und Forschung, S. 6
AIM Infrarot-Module GmbH, S. 71
NXP Semiconductors, S. 73

Layout, Satz, Druck
netsyn, Joachim Würger, Freiburg

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck nur mit Genehmigung
der Institutsleitung.

© Fraunhofer-Institut für
Angewandte Festkörperphysik
Freiburg 2007

ISBN 978-3-8167-7403-7

Die Institutsleiter

1995 – 2007



Günter Weimann

Leading edge in Infrarot- und Hochfrequenztechnik, Technologietransfer

1985 – 1995



Hans S. Rupprecht

Führendes Institut für Drei-Fünf-Technologie und -Bauelemente

1981 – 1985



Gerhard Meier

Kontinuität im Interim, Vorbereitung der Neuausrichtung

1968 – 1981



Adolf Goetzberger

Konzentration auf »moderne« Halbleiter

1957 – 1968



Reinhard Mecke

Gründung und Aufbruch: Elektrowerkstoffe für die Wehrtechnik

ISBN 978-3-8167-7403-7

GaAs - AlGaAs - GaSb - AlGaSb - InP - GaInAs - InGaSb - AlN - GaN - AlN - GaInN - CdHgTe