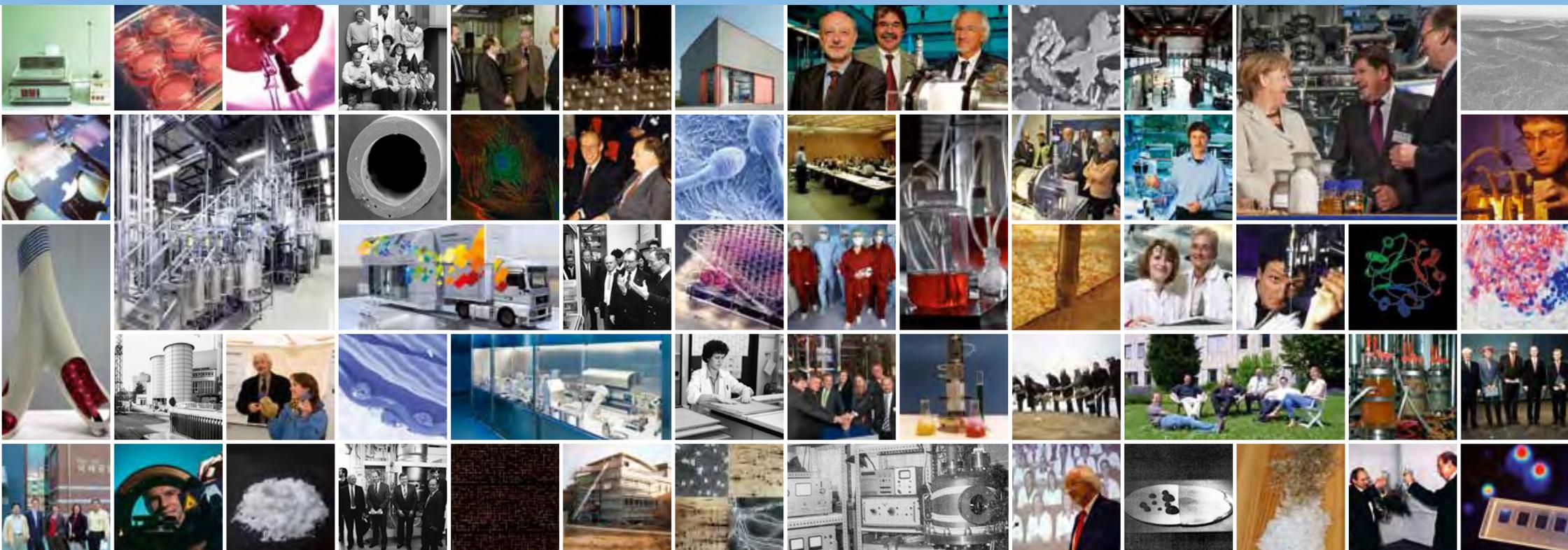


## 60 JAHRE FORSCHUNG AN GRENZFLÄCHEN



**60 JAHRE  
FORSCHUNG AN GRENZFLÄCHEN**

---

# »60 JAHRE FRAUNHOFER IGB – 60 JAHRE INNOVATIONEN FÜR WISSENSCHAFT, WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT«

In diesem Jahr wird das Fraunhofer IGB 60 und wie bei seiner Gründung im Jahr 1953 trägt der Institutsname immer noch die Grenzflächen im Titel und die Untersuchung von Grenzflächenphänomenen machen einen wesentlichen Teil der Forschung des Fraunhofer IGB aus.

An Grenzflächen, die zwei Phasen oder Stoffe voneinander trennen, ändern sich die Eigenschaften sprunghaft oder, anders ausgedrückt, sie sind der Ort an dem das Neue geschieht. Dort entstehen auch heute insbesondere durch das Zusammenwirken verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen Innovationen.

Die Zahl 60 steht für eine vielfältige mathematische und symbolische Bedeutung. So basieren beispielsweise das Babylonische Zahlensystem, in der Zeitmessung die Zahl der Sekunden in einer Minute sowie die Zahl der Minuten in einer Stunde und in der Geometrie die Zahl der Bogen Sekunden in einer Bogenminute sowie die Zahl der Bogenminuten in einem Grad auf der 60. Im alten Persien steht die 60 symbolisch für das Wasser und im Periodensystem

der Elemente trägt das Seltene-Erden-Element Neodym die Ordnungszahl 60. Beide Bereiche sind zentral verankert in der Forschung des Fraunhofer IGB.

60 Jahre Institutsgeschichte bedeuten auch 60 Jahre Innovationen und Beiträge für die nachhaltige Entwicklung von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Dank seiner kreativen und immer im besonderen Maß engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und deren Familien im Hintergrund hat sich das Fraunhofer IGB in den vergangenen 60 Jahren aus einem kleinen Wissenschaftsnukleus zu einer innovativen Forschungseinrichtung entwickelt, die, geprägt durch die jeweiligen Institutsleiter, die Forschung an Grenzflächen von Stoffen, aber auch an der Schnittstelle wissenschaftlicher Disziplinen mit Wirtschaft und Gesellschaft entscheidend mitbestimmt hat.

Heute bedient das Institut mit seinen Kernkompetenzen in den Bereichen Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik, die bereits von meinen Vorgängern vielfältig entwickelt wurden, die fünf Geschäftsfelder Medizin, Pharmazie,

Chemie, Umwelt und Energie. Die erfolgreiche Arbeit des Instituts wurde uns im vergangenen Jahr beim Strategieaudit durch die Auditoren aus Wissenschaft und Wirtschaft bestätigt. Dieses Ergebnis und die Anregungen der Auditoren sind uns Ansporn und Verpflichtung zugleich.

Durch die Mitgliedschaft in den Fraunhofer-Verbänden Life Sciences und Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS sowie insgesamt acht Fraunhofer-Allianzen ist das Fraunhofer IGB bestens in der Fraunhofer-Gesellschaft verankert. Darüber hinaus profitiert das Institut durch die enge Verbindung mit den Universitäten Stuttgart, Tübingen, Hohenheim, Würzburg, München und Halle-Wittenberg von den Impulsen der Grundlagenforschung bei der Überführung von Ergebnissen der angewandten Forschung in die industrielle Umsetzung.

Ohne fördernde Unterstützung und vertrauensvolle Begleitung hätte sich das IGB nicht zu dieser innovativen Forschungseinrichtung entwickeln können, die es heute ist.



60 JAHRE  
Fraunhofer IGB

An dieser Stelle sei daher zunächst unseren Zuwendungsgebern gedankt, allen voran dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das in besonderer Weise auch den Innovationssprung des Instituts von der soliden Basis der Materialwissenschaften zum zukunftssträchtigen Thema Grenzflächen- und Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik ermöglicht hat. Weiterhin geht unser Dank für die Förderung über Projekte an die Bundesministerien für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) sowie Wirtschaft und Technologie (BMWi). Durch ihre Unterstützung konnten wir zusammen mit unseren Partnern aus der Wirtschaft viele innovative Impulse in der angewandten Forschung setzen.

Mittel der Europäischen Union (EU) für eine gemeinsame Arbeit über unsere Grenzen hinaus und Mittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), der Peter und Traudel Engelhorn-Stiftung und vieler mehr haben uns und vor allem unseren jungen Mitarbeitern Möglichkeiten für exzellentes wissenschaftliches Arbeiten eröffnet.

Die Unterstützung des Landes Baden Württemberg, hier vor allem seitens der Ministerien für Wissenschaft, Forschung und Kunst, für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft sowie für Finanzen und Wirtschaft, möchten wir an dieser Stelle ebenfalls als einen unserer Erfolgsfaktoren würdigen. Ebenso seien hier dem Land Sachsen-Anhalt für die großzügige Unterstützung beim Aufbau des Fraunhofer-Zentrums für Chemisch-Biotechnologische Prozesse am Chemiestandort Leuna und dem Land Bayern für die außergewöhnliche Förderung unserer beiden Projektgruppen in Straubing und Würzburg gedankt. Dadurch wird der Aufbau neuer Institutskompetenzen unterstützt sowie die Zukunftsfähigkeit des Instituts gefördert.

Ein besonderer Dank geht auch an unsere Kuratoren und die Kollegen der Fraunhofer-Gesellschaft, die das Institut in wechselnder aber immer anregender Besetzung auf seinem nicht immer geraden Weg begleitet und mitentwickelt haben.

Schließlich bedanken wir uns bei allen Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft, die mit wertvollen Anregungen unsere Forschungsarbeit bereichert und zur stetigen erfolgreichen Institutsentwicklung maßgeblich beigetragen haben.

Mit dieser Jubiläumsbroschüre wollen wir Ihnen einen Einblick in unsere Institutshistorie geben und anhand einiger Highlights den Beitrag des Instituts zur nachhaltigen Entwicklung von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft gewähren. Ich wünsche Ihnen so viel Freude beim Lesen der Broschüre zum 60-jährigen Bestehen des Fraunhofer IGB wie wir sie auch bei der gemeinsamen Arbeit hatten und haben.

Ihr  
Thomas Hirth

# DER ANFANG ALS IGF

Die Wurzeln des IGB liegen in der Pfalz. In Kirchheimbollen baut der in Fachkreisen äußerst renommierte Physiker und Chemiker Prof. Dr. Karl Lothar Wolf 1953 zunächst in den Räumen des Gymnasiums, an dem er lehrt, ein Laboratorium für Physik und Chemie der Grenzflächen auf, um sich den Grenzflächenvorgängen an pulverförmigen Festkörpern zu widmen. Er finanziert die Grenzflächenforschung mit Spenden aus der Industrie und Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Das Institut zieht nach Marienthal. 1962 übernimmt die noch junge Fraunhofer-Gesellschaft das Institut, zunächst unter dem bisherigen Namen: Fraunhofer-Institut für Physik und Chemie der Grenzflächen IGF. Anfang 1969 stirbt Prof. Wolf. Der seit langem geplante Umzug an den Hochschulort Stuttgart erfolgt im gleichen Frühjahr. Prof. Dr. Karl Hamann, Direktor des 2. Instituts für Technische Chemie der Universität Stuttgart sowie Leiter des florierenden Stuttgarter AiF-Instituts »Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke e. V.«, übernimmt die kommissarische Leitung.

Prof. Wolf erkennt frühzeitig die Bedeutung von Grenzflächen für industrielle Anwendungen. Während damals die Messtechnik auf die grenzflächenenergetischen Größen beschränkt war – Oberflächenspannung, Benetzungsspannung, Adhäsionsarbeit – wurde das IGB im Laufe der Jahrzehnte mit modernen Untersuchungsmethoden zur Struktur und Morphologie sowie zur chemischen Zusammensetzung von Oberflächen und Grenzflächen ausgestattet. Dennoch besitzen die Berichte aus dieser Zeit auch heute noch Aktualität – wie die Entwicklung weiterer »klassischer« Messmethoden, um das Benetzungsverhalten von Flächen, Glasfasern und Pigmentpulvern zu bestimmen oder die Untersuchung von Benetzungskinetiken beim Eindringen von Flüssigkeiten in Porenräume mit gravimetrischen Methoden oder Technologien zur Vorbehandlung zu beschichtender Flächen, um die Haftfestigkeit von Lacken oder Klebern zu verbessern. Zahlreiche Projekte aus diesem Themengebiet werden direkt im Auftrag der Industrie bearbeitet, andere Arbeiten von der DFG, dem Bundesministerium für Wirtschaft oder der DECHEMA

gefördert. Als wichtige Aufgabe sieht das Institut auch schon 1969 die »Ausbildung junger Nachwuchskräfte auf dem Gebiet der Physik und Chemie der Grenzflächen«.



1

- 1 »Versuche zur Physik und Chemie der Grenzflächen« von Prof. Dr. K. L. Wolf und Dipl.-Chem. R. Wolff aus dem Jahre 1950.
- 2 Prof. Wolf 1968.

---

## PROF. DR. KARL LOTHAR WOLF



Karl Lothar Wolf wurde am 14. Februar 1901 in Kirchheimbolanden geboren. Der Sohn eines Postbeamten musste den Besuch der Schule unterbrechen, um militärischen Hilfsdienst in den IG Farben-Werken Ludwigshafen zu leisten. Nach der bestandenen Reifeprüfung (1920) in Neustadt/Weinstraße studierte er Mathematik, Physik und Chemie an den Universitäten Bonn, Gießen, Heidelberg und München. Sein Diplom als Chemiker erhielt er 1922, das als Physiker 1923. Er legte das Chemische Verbandsexamen ab und promovierte 1926 mit einer Arbeit aus dem Gebiet der theoretischen Physik zum Dr. phil. Von 1925 bis 1927 war Wolf Assistent am astrophysikalischen Observatorium im Einsteinurm Potsdam, von 1927 bis 1929 planmäßiger Assistent am Chemischen Institut der Universität Königsberg. Hier habilitierte er sich 1928. 1928/29 vertrat er den Lehrstuhl für Physikalische Chemie an der Universität Kiel, 1930 wurde er Abteilungsvorsteher am Institut für Physikalische Chemie an der TH Karlsruhe, im Oktober 1930 erhielt er einen Ruf nach Kiel und wurde zum Ordinarius für Physikalische Chemie ernannt. Von 1933 bis

1935 amtierte er in Kiel als jüngster Rektor Deutschlands. Hier blieb seine nationalsozialistische Gesinnung nicht ohne Folgen. Nach erheblichen Protesten im Lehrkörper der Universität wurde er abberufen und zunächst nach Würzburg, dann nach Halle versetzt. 1938 übernahm Wolf Rüstungsaufträge des Reichsamtes für Wirtschaftsausbau, vor allem widmete er sich der Entwicklung synthetischer Schmiermittel. Ab 1943 war er neben seiner Tätigkeit an der Universität zugleich Direktor des Vierjahresplan-Institutes für Grenzflächenphysik. Nach dem Krieg wurde er noch 1945 in die Amerikanische Besatzungszone deportiert und in Abwesenheit von der Universität Halle entlassen. Nach der Entnazifizierung wurde er als Professor zur Wiederverwendung eingestuft. Er ging in seine Heimat zurück und leitete von 1948 bis 1954 das Gymnasium in Kirchheimbolanden. Hier baute er ein Labor für Physik und Chemie der Grenzflächen auf. Wolf starb am 3. Februar 1969 in Marienthal. Wolf ist Autor von 21 Publikationen, darunter »Theoretische Chemie« (Leipzig: J. A. Barth, 1941–43; 1959, 4., umgearb. Aufl.), »Tropfen, Blasen und

Lamellen oder Von den Formen flüssiger Körper« (Berlin, Springer 1968), oder das Werk »Gestalt und Symmetrie« (Tübingen: Niemeyer, 1952). Wolf interessierte sich auch für Goethes Arbeiten über Mineralien und Farbenlehre. Bereits 1950 erschien »Goethes morphologischer Auftrag« (W. Troll und K. L. Wolf). Auch heute noch sehr gut lesbar ist sein zweibändiges Werk »Physik und Chemie der Grenzflächen«, 1957 und 1959 erschienen.



**1953**

In Kirchheimbolanden wird das Institut für Physik und Chemie der Grenzflächen gegründet.

**1958**

Das Institut wird nach Marienthal verlegt.



**1962**

Die Fraunhofer-Gesellschaft übernimmt das Institut. Es bekommt den Namen »Fraunhofer-Institut für Physik und Chemie der Grenzflächen IGf«.



**1963**

Ein neues Holzhaus erweitert die Institutsfläche um ein Büro und eine Bibliothek.

**1953**

In Kirchheimbolanden (Rheinland-Pfalz) gründet Prof. Dr. Karl Lothar Wolf auf eigene Initiative das Institut für Physik und Chemie der Grenzflächen, das zunächst in Räumen des Gymnasiums im Heimatmuseum untergebracht ist. Die Erstausrüstung des Laboratoriums wird von der BASF, Sachkosten vom Fonds der Chemie zur Verfügung gestellt.

In der ersten Zeit widmen sich die Forscher vornehmlich Fragen der Grenzflächenvorgänge an pulverförmigen Festkörpern und den damit zusammenhängenden elektrischen Erscheinungen. Im Rahmen industrieller Forschungsaufträge werden dabei das Benetzungsverhalten pharmazeutischer Pulverpräparate, die Erhöhung der Wetterbeständigkeit mineralischer Farbstoffe, die Sedimentation und

Dispergierung von Hochleistungsschmierstoffen sowie die Reinigbarkeit lackierter Oberflächen untersucht.

**1958**

Das Institut wird nach Marienthal (Rockenhausen), nur wenige Kilometer von Kirchheimbolanden entfernt, verlegt.

**1962**

Die Fraunhofer-Gesellschaft übernimmt die Einrichtung unter dem Namen Fraunhofer-Institut für Physik und Chemie der Grenzflächen IGf. Damaliger Präsident (seit 1955) ist Dr. Herrmann von Siemens.

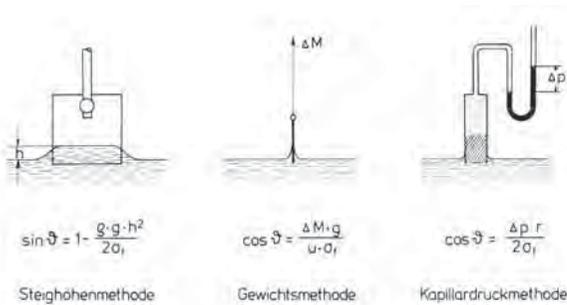
**1963**

Das Institut erhält zusätzlich zum Hauptgebäude ein modernes Fertigholzhaus. Neben Laborräumen verfügt das Institut so über ein Büro und eine wissenschaftliche Bibliothek. Am Institut arbeiten fünf Wissenschaftler – drei Physiker, ein Chemiker und ein Mineraloge – sowie Laboranten.

Die Forschung wird ausgeweitet auf die Formen flüssiger Körper, das Grenzflächenverhalten von Kristallen, die Adsorption an flüssigen und festen Grenzflächen und auf die Entwicklung von Methoden zur Messung von Grenzflächenspannungen und Randwinkeln.

### 1963

Da das Benetzungsverhalten sowohl von ebenen Flächen als auch von Fasern und Pulvern von großem Interesse ist, werden hierfür Messmethoden entwickelt und verbessert.



### 1963

Das Institut entwickelt einen eigenen Auswertalgorithmus, der häufig für Folien verwendet wurde.



### 1964

Prof. Dr. Franz Kollmann wird Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft.

### 1968

Prof. Dr. Otto Mohr tritt die Fraunhofer-Präsidenschaft an.



Seit den fünfziger Jahren entwickelt sich der Einsatz von polymeren Werkstoffen rasant. Diese zeichnen sich neben vielen Vorteilen (leicht, gut verformbar, preiswert) durch einen gemeinsamen Nachteil aus: Ihre Oberfläche ist schlecht benetzbar (niedrige Oberflächenspannung) und damit stellen Verkleben und Bedrucken eine besondere Herausforderung dar. In Konsequenz, manche erinnern sich noch, rissen Plastiktüten häufig an den Nähten und färbten Hände und Kleidung, oder was sonst mit ihnen in Kontakt kam. Entsprechend entstand Bedarf, die Oberflächenspannung dieser Materialien anzuheben, um eine bessere Farbhaftung zu erreichen. Die Bewertung der Oberflächenspannung nach verschiedenen Behandlungsmethoden wird zu einem wichtigen Thema am Institut.

Nicht nur, dass verschiedene Oberflächenbearbeitungsmethoden zu bewerten sind, es stehen auch diverse Algorithmen zur Auswertung zur Verfügung. Welcher Algorithmus nun der adäquate ist, hängt von den Substraten ab. Hier können die Mitarbeiter des Instituts Hilfestellung bieten, wenn es beispielsweise zu Differenzen zwischen Folienherstellern und den Folienverarbeitern kommt. Auch mit den ersten Messgeräteherstellern wie Krüss in Hamburg pflegt man engen Austausch. Das IGf kennt sich nicht nur bei den verschiedenen Modellvorstellungen aus, sondern entwickelt Mitte der sechziger Jahre auch einen eigenen Auswertalgorithmus (nach Driedger, Neumann und Sell), der häufig für Folien verwendet wurde. Von den drei Autoren habilitierte A. W. Neumann 1972 an der Universität

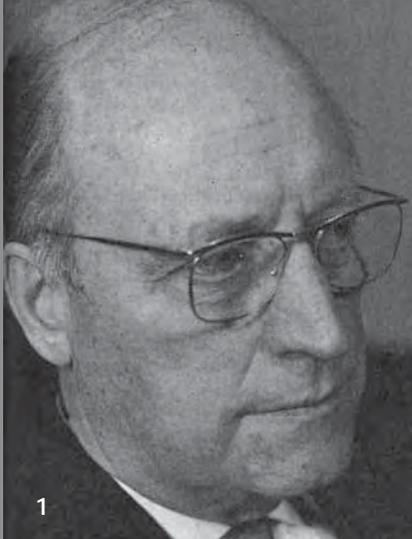
Stuttgart und ist heute Prof. Emeritus an der Universität von Toronto, er hat ca. 450 Publikationen zur Thermodynamik an Oberflächen verfasst.

### 1964

Prof. Dr. Franz Kollmann übernimmt das Amt des Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft.

### 1968

Nachfolger im Amt des Fraunhofer-Präsidenten wird Prof. Dr. Otto Mohr.



---

## PROF. DR. KARL HAMANN

Karl Hamann, am 8. September 1906 in Itzehoe geboren, begann 1925 ein Studium der Chemie an der Hamburger Universität, das er 1928 mit einem Diplom abschloss. Seine anschließende Tätigkeit im Laboratorium der Hamburger Firma Georg Dralle, wo er auf dem Gebiet der Fette, Seifen und Kosmetika arbeitete, beendete er nach einhalb Jahren, um sein Studium fortzusetzen. Nach seiner Promotion 1931 ging Dr. Hamann an das Chemische Institut der Universität Bonn, wo er über die Polymerisation ungesättigter Verbindungen forschte. 1934 trat er in das Werk Krefeld-Uerdingen der damaligen I.G. Farbenindustrie AG ein. Im Wissenschaftlichen Hauptlaboratorium war die Synthese neuer Ausgangsstoffe für das Kunststoff- und Lackgebiet seine Hauptaufgabe; es folgten in der Anwendungstechnischen Abteilung die Prüfung und Anwendung von Pigmenten, Lackrohstoffen, Kunststoffen und Klebstoffen. Schließlich übernahm er die verantwortliche Leitung des Wissenschaftlichen Hauptlaboratoriums, die er bis zu seinem Austritt aus den Farbenfabriken Bayer innehatte. Am 1. April 1953 übernahm er die Leitung des Stuttgarter »Forschungsinstituts für Pigmente und Lacke e. V.« Gleichzeitig erhielt er einen Ruf als ordentlicher Professor an die damalige Technische Hochschule

Stuttgart, wo er der erste Inhaber des neu eingerichteten »Lehrstuhls für Allgemeine Chemische Technologie, insbesondere Pigmente und Lacke« (später umbenannt in 2. Institut für Technische Chemie) war. Hier sollte er vornehmlich die wissenschaftlichen Grundlagen für die bis dato in erster Linie empirische Farb- und Lackchemie schaffen. In dieser Funktion führte er die Makromolekulare Chemie in den Lehrplan für das Chemiestudium ein, ein Fach, das die Grundlage für u.a. die Forschung über organische Beschichtungsstoffe darstellt. Über die Ausbildung von Doktoranden und somit des Nachwuchses profitierte zugleich auch das Forschungsinstitut von der engen Verbindung zur Hochschule. Mit diesem Hintergrund war Prof. Hamann eine exzellente Wahl, als nach dem plötzlichen Tod von Prof. Wolf ein Nachfolger für die Leitung des IGf gefunden werden musste. Hamann starb 1995 in Leonberg.

1 Prof. Dr. Karl Hamann  
1976.



**1969**

Umzug an den Hochschulstandort Stuttgart, in die Römerstraße 32a.  
*Marktplatz Stuttgart, Aufnahme von 1964.*

**1969**

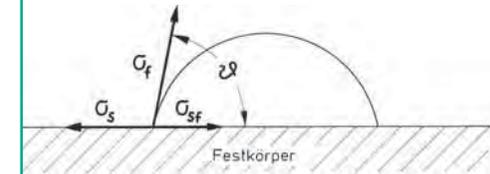
Prof. Dr. Karl Hamann, Leiter des Stuttgarter »Forschungsinstituts für Pigmente und Lacke e. V.«, übernimmt die kommissarische Leitung.

**1971**

Das Institut beteiligt sich an der Messe Interkama in Düsseldorf.

**1971**

Benetzungseigenschaften bei der Kombination einer flüssigen und einer festen Phase werden am Institut untersucht.



**1969**

Der seit langem geplante Umzug des Instituts an den Hochschulstandort Stuttgart erfolgt März/April 1969. In der Römerstraße 32a für das Institut angemietete Räume werden als Laborräume ausgebaut. Nachdem Prof. Wolf den Umzug nicht mehr erlebt, findet sich mit Herrn Prof. Dr. Karl Hamann, der seit 1953 das Stuttgarter »Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke e. V.« leitet, ein kommissarischer Leiter des Fraunhofer-Instituts für Physik und Chemie der Grenzflächen IGf, der mit der Auftragsforschung vertraut ist.

**1970**

Das Institut hat 17 Mitarbeiter. Ein weiterer Ausbau ist wegen Platzmangels auch nicht möglich. So wird der geplante Aufbau einer neuen Abteilung, die sich mit biochemischen Grenzflächenproblemen beschäftigen soll, verschoben. Die Verlagerung des Instituts nach Stuttgart hat sich günstig auf die Zusammenarbeit mit Instituten der Universität und der Max-Planck-Gesellschaft ausgewirkt. Eine enge Zusammenarbeit besteht mit dem Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke, dem Institut für chemische Verfahrenstechnik und dem 1. Physikalischen Institut der Universität.

**1971**

Zwei Mitarbeiter haben im Laufe des Jahres ihr Doktor-examen abgelegt. Das IGf beteiligt sich mit dem Motto »Bestimmung von Benetzungsdaten an platten-, faser- und pulverförmigen Festkörpern« an der Messe Interkama in Düsseldorf. Anhand von Schaubildern wird der Zusammenhang zwischen Randwinkel, Flüssigkeitsoberflächen-spannung und Festkörperoberflächen-spannung aufge-zeigt. Neue Themen am Institut sind die Bestimmung der Oberflächen-spannung von Kohlenstoff-Fäden, die Unter-suchung von Benetzungseigenschaften organischer Pig-mente und die Abgasreinigung mithilfe wässriger Tensid-lösungen.

# AUS IGF WIRD IGB



1975 wird Dr.-Ing. habil. Horst Chmiel, der am Helmholtz-Institut in Aachen im Bereich der Medizintechnik forscht, zum Nachfolger des aus Altersgründen ausgeschiedenen Prof. Hamann berufen. Von Haus aus Verfahrenstechniker tritt Prof. Chmiel zum 1. Januar 1976 die Institutsleitung an. Sein Anliegen ist es, die Bioverfahrenstechnik in das Institut einzubringen und die bestehende Arbeitsrichtung »Grenzflächen« noch stärker anwendungsorientiert in die Verfahrenstechnik zu lenken. So wird die Forschung thematisch erweitert, und das Institut erhält seinen heutigen Namen: Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik, kurz IGB. Das »alte« Institut bleibt als Abteilung für Grenzflächenverfahrenstechnik erhalten und wird von Herrn Dr. Herbert Bauser geleitet, der 1977 vom Batelle-Institut in Frankfurt ans IGB kommt. Ungefähr gleichzeitig wird die Abteilung mit modernen Oberflächenanalyse-Systemen wie ESCA und Auger-Elektronenspektroskopie sowie mit Oberflächenmodifizierungsgeräten, darunter Sputter- und Plasmabeschichtungsanlagen ausgestattet. Der Ausbau der Oberflächenanalytik ist nicht nur Voraussetzung für zahlreiche Forschungsprojekte, sondern dient

in den folgenden Jahren auch der Aufklärung von Produktionsfehlern und Schadensfällen in Industriebetrieben.

Einen Schwerpunkt bilden fortan die »Grenzflächenprobleme der Medizin«, die Nahtstelle zwischen den »Grenzflächen« und der neuen Arbeitsrichtung »Medizinische Verfahrenstechnik«. Der neue Schwerpunkt fördert eine enge Zusammenarbeit der beiden Gruppen, den Mitarbeitern des ehemaligen Grenzflächeninstituts – überwiegend Physiker und Chemiker – und den neuen Mitarbeitern, die die verschiedenen Disziplinen wie Verfahrenstechnik, Feinwerktechnik, Elektronik, Biologie, Biophysik und Biochemie vertreten. Dr. habil. Klaus-Dieter Kulbe, der 1975 an der Medizinischen Hochschule Hannover in physiologischer Chemie habilitierte, wird Leiter der medizinischen Verfahrenstechnik. 1980 habilitiert er sich zudem an der Universität Hohenheim in Biologischer Chemie und wird 1985 zum apl. Professor berufen. Der herausragende Wissenschaftler legt am IGB erfolgreich die Grundlagen für die Kompetenzen in Biochemie, in der Analytik und der Zellkulturtechnik. 1990 erhält er einen Ruf an die Universität für Bodenkultur

in Wien, um dort das Institut für Lebensmitteltechnologie zu leiten.

Schon bald ist eine dritte Arbeitsrichtung geplant, im Jahresbericht 1978 als »Sonderprobleme der Biotechnologie« angekündigt: Gemeint ist das Ergebnis einer Studie zu Optionen für die Auftragsforschung im Bereich der Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik, ein Thema, das Dr. Walter Trösch, der 1976 ans IGB kommt, am Herzen liegt. Mit diesem Arbeitsgebiet halten die Wechselwirkungen von Mikroorganismen mit Grenzflächen ihren Einzug in das Institut, im Rahmen der Entwicklung und Optimierung von Bioprozessen. Hierzu erhält das IGB Elektronenmikroskope und Bioreaktoren.

Nahezu parallel wird die Membrantrenntechnik aufgebaut: 1979 als Schwerpunkt »Transportvorgänge durch Membranen« vorrangig für den Bereich Medizintechnik begonnen, kann sich die Membrantrenntechnik innerhalb weniger Jahre auf weitere Anwendungen wie Produktaufarbeitung oder Umwelttechnik ausweiten. Für die Leitung der



---

## PROF. DR. HORST CHMIEL

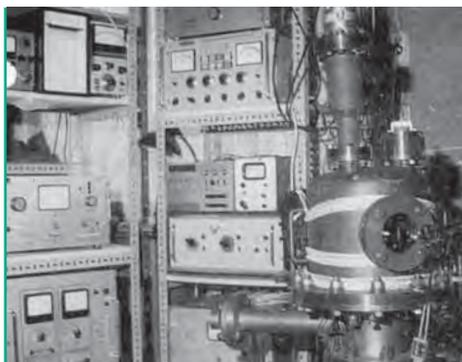
Membranabteilung wird mit Herrn Dr. Heinrich Strathmann für den Zeitraum von 1982 bis 1992 einer der renommiertesten Spezialisten auf diesem Gebiet gewonnen. Nach seiner Zeit als Ordinarius des Instituts für Membrantechnik an der Universität Twente, Niederlande, lebt er heute in Tübingen.

Der Einzug in das neue Gebäude am heutigen Standort des Fraunhofer-Institutszentrums in Stuttgart-Vaihingen erfolgt 1981. Schon 1982 wird auf Basis innovativer Bioprozessentwicklungen eine erste Erfindung zur Biogasgewinnung als Patent angemeldet, die später vom Finanzministerium Baden-Württemberg als volkswirtschaftlich wertvoll anerkannt wird. Fünf Abteilungen arbeiten zuletzt auf den Gebieten Technische Biochemie, Technische Mikrobiologie, Chemische Mikrobiologie, Prozesstechnik und Grenzflächenverfahrenstechnik. Dr. Bauser, erkennt das enorme Potenzial der Plasmatechnologie als Werkzeug, Grenzflächen gezielt zu verändern. So kommt 1989 Dr. Christian Oehr ans IGB. 1992 wird er Abteilungsleiter, als Dr. Bauser die kommissarische Institutsleitung übernimmt.

Horst Chmiel, geboren am 20. April 1940 in Königshütte (Oberschlesien), studierte Verfahrenstechnik an der RWTH Aachen. Hier promovierte er auch und habilitierte sich. Am benachbarten Helmholtz-Institut für Biomedizinische Technik in Aachen, das 1971 zunächst unter der Trägerschaft der Forschungsgesellschaft für Biomedizinische Technik Aachen e. V. nach einer Ausschreibung der Stiftung Volkswagenwerk gegründet und auf dem Gelände des alten Klinikums in der Goethestraße in Aachen angesiedelt wurde, forschte er im Bereich der Medizintechnik. Von 1976 bis 1992 leitete er das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart. An der Universität Stuttgart hielt er ab 1981 die Vorlesungen Biomedizinische Verfahrenstechnik I und II. In den Jahren 1986–1992 war Chmiel Ordinarius für das Fach Bioprozesstechnik an der Universität Stuttgart. 1992 nahm er eine Berufung an die Universität Saarbrücken an, wo er bis zu seiner Emeritierung 2005 Professor für Prozesstechnik war. Zugleich begründete er die »Gesellschaft für umweltkompatible Prozesstechnik mbH« (upt) in Saarbrücken, ein landeseigenes Auftragsinstitut an der Universität des Saarlandes. Nach Chmiels Ausscheiden wurde allerdings kein Nachfolger gefunden, die upt Ende 2007 aufgelöst. Prof. Chmiel lebt heute in München.

1 *Zeiterfassung am IGB 1978.*

2 *Prof. Dr. Horst Chmiel 2000.*



**1972**

Apparativer Aufbau zur Messung der Oberflächenspannung von festen Stoffen im Ultrahochvakuum.

**1972**

Aufbau zur Mikro-Elektrophoresemessung.



**1973**

Dr. Heinz Keller übernimmt das Amt des Fraunhofer-Präsidenten.

**1975/76**

Dr.-Ing. Horst Chmiel wird Nachfolger von Prof. Hamann, der aus Altersgründen ausscheidet.



**1972/73**

In den Jahren 1972/73 haben die Mitarbeiter 16 Arbeiten in Fachzeitschriften publiziert und ebenso viele Vorträge gehalten. Vier Dissertationen werden in dieser Zeit abgeschlossen.

1972 stehen den 17 Mitarbeitern finanzielle Mittel in Höhe von 0,65 Mio DM zur Verfügung. Sie stammen zu je einem Viertel aus Erlösen der Vertragsforschung mit der Industrie und Einrichtungen der Forschungsförderung und zur Hälfte aus Mitteln der institutionellen Förderung durch den Bund und das Land Baden-Württemberg.

In den angemieteten Räumen stehen 500 m<sup>2</sup> Arbeitsfläche zur Verfügung. Die apparative Ausstattung des Instituts konnte dank der Unterstützung durch die DFG, das

BMFT, das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg und die chemische Industrie in den letzten Jahren ausgebaut werden. So stehen Hoch- und Ultrahochvakuumanlagen, Massenspektrometer, Mikrowaagen und Bedampfungseinrichtungen, Gaschromatographen, Infrarot- und Ultraviolett-Spektrometer, elektrophoretische Messplätze und Mikroskopier-Einheiten zur Verfügung.

**1973**

Ein Kabinettsbeschluss billigt in den Grundzügen die Strukturen des Fraunhofer-Modells. Dr. Heinz Keller übernimmt das Amt des Fraunhofer-Präsidenten.

**1974**

»Das Institut hat die Aufgabe, auf dem Gebiet der Physik und Chemie der Grenzflächen wissenschaftliche Grundlagen zu erarbeiten, um damit praxisnahe technische Probleme lösen zu können. Diese Arbeiten berühren neben Physik und Chemie auch die Wissenschaftsbereiche Medizin und mehrere Sparten der Ingenieurwissenschaften. Das IGf ist ein typisches Querschnittsinstitut, es ist weder ausdrücklich branchen- noch produktbezogen.«

*Aus dem Tätigkeitsbericht der Fraunhofer-Gesellschaft, 1974*

Forschungsthemen der vergangenen und folgenden Jahre sind der Einfluss von Haftvermittlern auf die Verbundfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit, das Verhalten von Tensidlösungen und die Wirkung von Waschmitteln

**1976**

Feier am IGB in der Römerstraße.



**1976**

Das Institut bekommt den Namen »Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB«.



**1976**

Umzug in die Eierstraße 46.



**1977**

Dr. habil. Klaus Dieter Kulbe (*links unten im Bild*) leitet das neue Schwerpunktthema »Grenzflächenprobleme der Medizin«.

(Schaumregulation, Schaumstabilität), die Ermittlung physikalischer Kenngrößen von Dispersionen im Hinblick auf Stofftrennung, die Anwendbarkeit elektrokinetischer Effekte in feinporigen Kapillarsystemen für die elektrokinetische Energieumwandlung und die Erforschung von Reibungs- und Schmiereigenschaften von Gelenkflüssigkeiten sowie die Blutgerinnung an natürlichen Gefäßwänden und Gefäßprothesen.

Ein Neubau in einem Stuttgarter Fraunhofer-Institutszentrum ist in Planung.

**1975**

Prof. Hamann scheidet mit 69 Jahren aus Altersgründen aus. Als Nachfolger wird Herr Dr.-Ing. habil. Horst Chmiel,

der am Helmholtz-Institut in Aachen im Bereich der Medizintechnik forscht, berufen.

**1976**

Zum 1. Januar übernimmt Prof. Chmiel die Institutsleitung des Instituts. Als Folge der thematischen Erweiterung um die Bioverfahrenstechnik wird das Institut in Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB umbenannt.

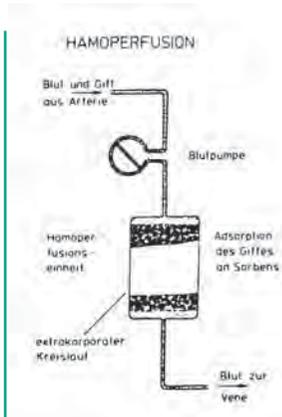
Das IGB zieht aus der Römerstraße in die Eierstraße 46, wo auch das IPA eine Außenstelle hat, das Forschungslabor für Oberflächentechnik und Fertigungsverfahren.

**1977**

Im neuen Schwerpunkt »Grenzflächenprobleme der Medizin« werden Forschungsvorhaben wie die »Tribologie gesunder und pathologischer Gelenke« und dank der physiologischen Kompetenz von Dr. habil. Klaus Dieter Kulbe »Die Detoxikation in der Medizin« bearbeitet. In diesem großen Schwerpunkt forscht das IGB an Themen wie der Behandlung der chronischen Urämie mit einer zweistufigen künstlichen Niere und Regeneration von Dialysat und Hämofiltrat, der Behandlung akuter Intoxikationen durch Hämoperfusion oder Ersatzsystemen für Leberfunktionen.

**1978**

Vor dem Hintergrund der weltweiten Ölkrise (*Bild*) schwebt Dr. Walter Trösch die Gewinnung von Biogas vor.



**1978**

Das IGB organisiert das Symposium »Hemoperfusion, Dialysate and Diafiltrate Purification«.



**1978**

Das IGB hat mittlerweile 42 Mitarbeiter, *hier* bei einem Ausflug.



**1978**

Die Fraunhofer-Gesellschaft führt den Joseph-Fraunhofer-Preis ein, der bis heute jährlich verliehen wird. Bis heute ging der Preis zweimal an Mitarbeiter des IGB.

**1978**

Neben der Grenzflächenverfahrenstechnik und der medizinischen Verfahrenstechnik sollen »Sonderprobleme der Biotechnologie« als dritte Arbeitsrichtung aufgebaut werden. Grundlage für die Entscheidung, auch biotechnologische Lösungen für Umweltprobleme mit gesellschaftspolitischer Relevanz zu erforschen, ist eine Studie zum Potenzial der Biotechnologie. Die Initiative geht von Dr. Walter Trösch aus, der 1976 ans Institut kam. Vor dem Hintergrund der Ölkrise und der dadurch ausgelösten Diskussion über eine Erweiterung des Angebots an Energieträgern, schwebt ihm die Gewinnung von Biogas nach dem Vorbild eines »künstlichen Pansens« vor.

Vom 11.–13. September 1978 organisiert das Fraunhofer IGB das Symposium »Hemoperfusion, Dialysate and Diafil-

trate Purification« in der Evangelischen Akademie Schloss Tutzing am Starnberger See. Das Symposium ist eine Veranstaltung des Gemeinschaftsfachausschusses »Medizinische Verfahrenstechnik« der Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemie-Ingenieurwesen im VDI und der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik.

Das Institut ist auf 42 Mitarbeiter gewachsen, davon sind 18 Wissenschaftler.

Die Fraunhofer-Gesellschaft führt den Joseph-von-Fraunhofer-Preis ein, um herausragende wissenschaftliche Leistungen, die anwendungsnahe Probleme lösen, auszuzeichnen.

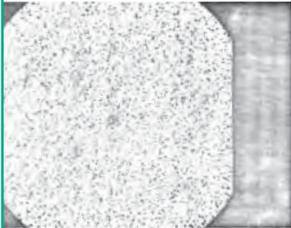
**1979**

Das Volumen des Betriebshaushalts überschreitet erstmals die Marke von 3 Mio DM. »Gleichzeitig konnten in Folge der starken Zunahme des Auftragsvolumens 67 Prozent der Betriebsausgaben durch Erträge abgedeckt werden, so dass in dieser Hinsicht der für Fraunhofer-Institute gesetzte Standard erstmals erreicht ist«, verkündet der Jahresbericht. Dabei kommen 22 Prozent der Aufträge aus der mittelständischen Industrie, 43 Prozent aus der Großindustrie, 28 Prozent vom BMFT und 7 Prozent von der DFG.

Mit der »Entwicklung eines Frierverfahrens zur Langzeitkonservierung von Erythrozyten« läuft das erste über drei Jahre bearbeitete Forschungsprojekt, das industriell und öffentlich gefördert wurde, aus. Es soll in einem weiteren Vorhaben zur klinischen Reife gebracht werden.

**1979**

Der Problembereich »Transportvorgänge durch Membranen« wird in das Arbeitsprogramm aufgenommen.  
*Polykarbonat-Membran, Aufnahme von 1982.*



**1979**

Das IGB untersucht im Rahmen eines Spacelab-Vorprogramms Kapillarität und Benetzungsvorgänge in der Schwerelosigkeit.

**1979**

Technische Benetzungsprobleme werden für verschiedene Industriepartner bearbeitet.

**1979**

Für neue Entsorgungstechnologien wird in der Biotechnologiestudie ein FuE-Bedarf identifiziert.

Der für die Medizintechnik wichtige Problembereich »Transportvorgänge durch Membranen« wird erstmals in das Arbeitsprogramm aufgenommen.

Im Bereich der Grenzflächenverfahrenstechnik arbeitet das IGB an einem Projekt im Rahmen des Spacelab-Vorprogramms, um die Kapillarität und Benetzungsvorgänge unter Schwerelosigkeit zu erforschen und damit Grundlagen über das Verhalten von Flüssigkeiten in porösen Werkstoffen zu erlangen. Eine vom IGB konzipierte und von der Firma ERNO gebaute Experimentierkammer wird dabei in einem Raketenflug innerhalb des TEXUS II-Programms erprobt.

Zudem werden – auch in den Folgejahren – technische Benetzungsprobleme, beispielsweise bei Schreibgeräten, Offset-Druckverfahren und -platten, Mikroschaltern, unerwünschten Oberflächenbelägen, beim Versagen von Klebeverbindungen, für verschiedene Industriefirmen bearbeitet. Die Auftraggeber kommen aus Baden-Württemberg, einer Reihe anderer Bundesländer und vereinzelt aus dem europäischen Ausland.

Die Biotechnologiestudie hat den FuE-Bedarf an neuen Entsorgungstechnologien und dort speziell an Abwasserreinigung in geschlossenen Systemen (Turmbiologie) und der Verwertung von organischen Abfällen im Hinblick auf eine eigenständige Energiegewinnung (Biogas) ermittelt. Gemäß den Empfehlungen des Kuratoriums finanziert das

Institut grundlegende Projekte und Investitionen in mikrobiologische Laborausstattung und Fermenter.

**1980**

Im Auftrag eines mittelständischen Unternehmens entwickelt die Abteilung Grenzflächenverfahrenstechnik zusammen mit der Abteilung Oberflächentechnik des IPA ein Verfahren zur Aufprägung von Leiterbahnen, das in den Folgejahren zu einigen Patenten führt.



### 1981

Das IGB bezieht den Neubau in der Nobelstraße 12 in Stuttgart-Vaihingen.

### 1981

Modern ausgestattete Labors verbessern die Forschungsmöglichkeiten.



### 1981

Neues Schwerpunktthema ist die Oberflächenbeschichtung von Biomaterialien.

### 1982

Dr.-Ing. habil. Heinrich Strathmann wird Abteilungsleiter der neuen Hauptabteilung Membran- und Biotechnologie.

54 Mitarbeiter, davon 21 Wissenschaftler, erarbeiten einen Gesamthaushalt von 5 Mio DM. Die Forschungsaktivitäten verteilen sich zu 45 Prozent auf Grenzflächenverfahrenstechnik, 50 Prozent Medizinische Verfahrenstechnik und 5 Prozent Biotechnologie.

Dr. Kulbe habilitiert sich an der Universität Hohenheim in Biologischer Chemie.

### 1981

Das Institut bezieht den Neubau des Fraunhofer-Institutszentrums Stuttgart in der Nobelstraße 12. Mit einer modernen Ausstattung der Labors, darunter ein Isotopenlabor und ein Technikum, findet das IGB am neuen Standort wesentlich verbesserte Forschungsmöglichkeiten. Am

IGB arbeiten 50 Mitarbeiter, davon 19 Wissenschaftler, auf einer Gesamtnutzfläche von 1850 m<sup>2</sup>, davon 220 m<sup>2</sup> Technikumsfläche.

Die Forschungsaktivitäten der drei FuE-Schwerpunkte haben sich mittlerweile angeglichen: 33 Prozent entfallen auf die Grenzflächenverfahrenstechnik, 39 Prozent auf die Medizinische Verfahrenstechnik, 28 Prozent auf die Biotechnologie. Dabei ist eine ganze Reihe der Projekte fachübergreifend.

Ein neues Schwerpunktthema ist die Oberflächenbeschichtung von Biomaterialien.

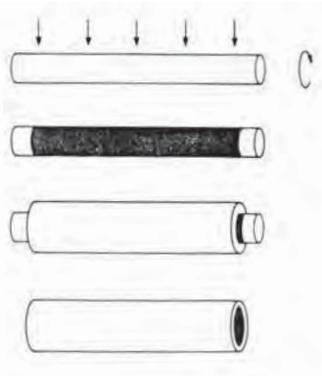
### 1982

Mit dem Eintritt von Herrn Dr.-Ing. habil. Heinrich Strathmann, der vom Forschungsinstitut Berghof GmbH in Tübingen kommt und sich gerade an der Universität Tübingen habilitiert, als Abteilungsleiter der neuen Hauptabteilung Membran- und Biotechnologie wird die Membrantechnologie gestärkt und auf neue Themen wie Gastrennung, Pervaporation und Stoffaufbereitung mit Elektrodialyse ausgeweitet. Als Träger von immobilisierten Enzymen und für die Produktaufbereitung in der Biotechnologie kommt den Membranen am IGB weitere übergreifende Bedeutung zu.

Membranen geraten auch in den Fokus für die Oberflächenmodifizierung. Auf der Grundlage früherer Arbeiten, bei denen die Oberfläche verschiedener Kunststoffe für

## 1982

Die Abteilung Grenzflächenverfahrenstechnik entwickelt ein Verfahren zur Innenbeschichtung von Kunststoffschläuchen.



## 1983

Prof. Dr. Max Syrbe wird Fraunhofer-Präsident.

## 1982

»Ähnlich wie vor fünf Jahren bei der Medizintechnik, erweist sich die interdisziplinäre Zusammenarbeit praktisch aller Abteilungen des Instituts als Voraussetzung dafür, Probleme der Biotechnologie anzugehen, die als besonders bedeutsam und schwierig gelten.«

*Aus dem Tätigkeitsbericht 1982*



## 1983

Parallelisierte Parameterermittlung in Kleinreaktoren.

den medizinischen Einsatz modifiziert wurde, sollen Membranen eine verbesserte Biokompatibilität, erhöhte Biostabilität, erhöhte Benetzbarkeit und antimikrobielle Ausrüstung erhalten.

Ein Projekt zum Lignozelluloseabbau aus Stroh mit Weißfäulepilzen läutet den technischen Einsatz von Biokatalysatoren am IGB ein. Ein zweites Projekt in diese Richtung ist die biotechnologische Herstellung von organischen Säuren.

Im Rahmen eines vom BMFT geförderten Projekts entwickelt die Abteilung Grenzflächenverfahrenstechnik Verfahren zur Innenbeschichtung von Kunststoffschläuchen mit einem Innendurchmesser von 4 mm.

Neu entwickelte Geräte für die dynamische Blasendruckmethode, für Quecksilberporosimetrie, Kapillarwellenspektrometer, LDA-Zytopherometer stärken forschungsbegleitende Untersuchungen. Auch biochemische und chemische Analytik werden aufgebaut, ebenso ein automatisiertes Membrantestsystem.

## 1983

Prof. Dr. Max Syrbe übernimmt das Amt des Präsidenten.

Die gleichzeitige Untersuchung von unterschiedlichen Parametern zur Ermittlung von optimalen Wachstumsbedingungen für die Auslegung von Bioprosessen wird intensiviert. Parameter wie rheologische Größen, Feststoffkonzentration, Koaleszenz- und Schaumverhalten für Impuls-, Wär-

me- und Stoffübergangverhalten werden untersucht. Ein anderes – auch heute noch topaktuelles – Gebiet, dem die disziplinübergreifende Forschung zugute kommt, ist die Aufarbeitung (Produktentfernung) als entscheidender Schritt für die Wirtschaftlichkeit eines Bioprosesses.

Eine zweistufige Biogaspilotanlage zur Ermittlung von Planungsdaten für die Bereitstellung von regenerativer Energie aus Rindergülle mit Kraft-Wärme-Kopplung wird in Betrieb genommen. Die bei der Stromgewinnung aus Biogas über ein Blockheizkraftwerk entstehende Wärme soll zur Heutrocknung und für die Warmwassererzeugung in den Wohn- und Betriebsgebäuden genutzt werden. Zwei Jahre später, 1985, geht die technische Anlage auf dem St. Georgshof in Haisterkirch in Betrieb.

### 1983

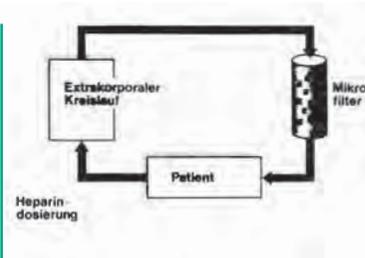
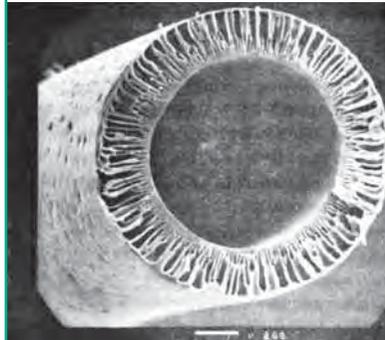
Eine Apparatur zur Hochdruckflüssigkeitschromatographie HPLC.



### 1983

Neue Phaseninversionsmembranen werden realisiert.

*Elektronenmikroskopaufnahme einer Kapillarmembran von 1983.*

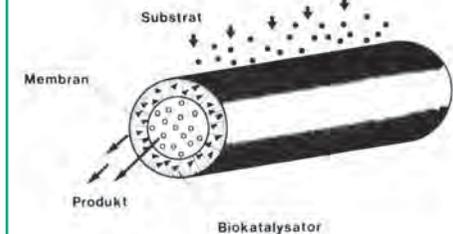


### 1983

Entwicklung eines Enzymreaktors zur enzymatischen Inaktivierung von Heparin in Blut.

### 1983

In der neuen Arbeitsrichtung werden Membranreaktoren zur Rückhaltung der Enzyme eingesetzt.



Neue Phaseninversionsmembranen werden als Flach-, Rohr- und Hohlfasermembranen realisiert. Eine Besonderheit im IGB ist zudem, dass Einrichtungen zur Herstellung von Membranen und den dazugehörigen Modulen im halbtechnischen Maßstab entwickelt und aufgebaut werden, so dass auch größere Membranflächen hergestellt und erprobt werden können.

Ein Bindeglied zwischen Grenzflächen- und medizinischer Verfahrenstechnik sind die Biomaterialien, für welche die Testung ausgebaut werden soll.

Ein Bindeglied zwischen Biotechnologie und Medizinischer Verfahrenstechnik ist die Entwicklung eines Enzymreaktors für die enzymatische Inaktivierung von Heparin in Blut.

Die Enzymtechnologie wird als neue Arbeitsrichtung aufgebaut. Neben dem Screening, der Isolierung und Charakterisierung mikrobieller Enzyme, die sich für Prozesse in einem industriellen Maßstab eignen, liegt ein Augenmerk auf der Immobilisierung oder Rückhaltung der kostbaren Enzyme, beispielsweise durch Membranreaktoren. Einen dritten Schwerpunkt bildet die Entwicklung von Cofaktor-Regenerationssystemen, um auch beim teuren Cofaktor mit katalytischen Mengen auszukommen – als Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeit von biokatalytischen Prozessen.

Ein technisch interessantes System besteht aus den Enzymen Glucose-Dehydrogenase, die Glucose zu Gluconsäure oxidiert, und Sorbit- oder Mannit-Dehydrogenase, die

Fructose zu D-Sorbit bzw. D-Mannit reduziert. Das in der Oxidationsreaktion reduzierte Coenzym ( $\text{NADH} + \text{H}^+$ ) wird in der Fructose-Reduktionsreaktion reoxidiert zu  $\text{NAD}^+$ , so dass es für einen weiteren Zyklus zur Verfügung steht. Ein weiteres, ebenfalls am IGB entwickeltes Verfahren ist die Cofaktor-Regeneration in einer mehrstufigen Synthesekette, eine sogenannte intrasequenzielle Cofaktor-Regeneration, z. B. bei der Herstellung von L-Sorbose aus D-Glucose oder lebensmitteltechnologischen Prozessen wie der Umwandlung von Apfelsäure in Milchsäure beim Säureabbau während der Weinreifeung. Eine Anwendung finden die Systeme in ersten Arbeiten zur industriellen enzymatischen Synthese von L-Ascorbinsäure (Vitamin C).

1984

Das IGB kooperiert mit den Universitäten Stuttgart, Hohenheim und Tübingen.

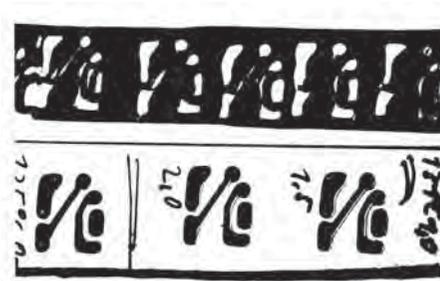
1984

Um die biotechnologischen Forschungsaktivitäten zu verstärken, sucht das Fraunhofer IGB die Kooperation mit den Universitäten Stuttgart, Hohenheim und Tübingen.

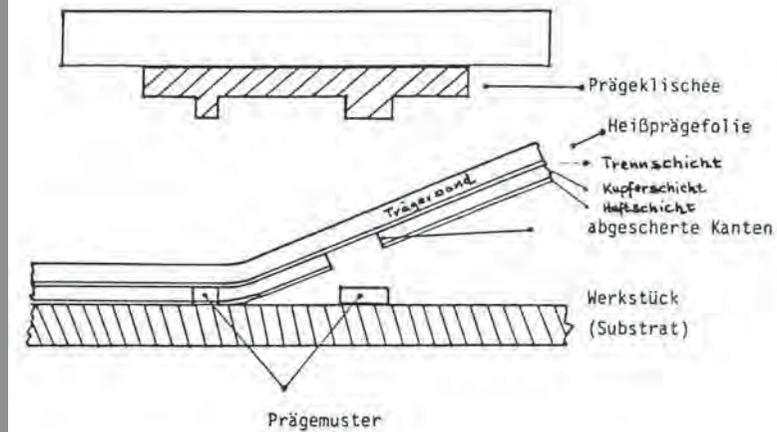
Oberflächenanalytische Verfahren werden ausgebaut.

Für das Technikum werden neue sterilisierbare Fermenter bis 300 Liter angeschafft. Eine neue Arbeitsgruppe »Bioprozesstechnik« soll neue Fermenter einschließlich zugehöriger Mess- und Regeltechnik entwickeln.

Grundlegende Arbeiten zur Schaumbildung und Schaumstabilität dienen dazu, das dynamische Verhalten von Flüssig/Gas- und Flüssig/Fest-Grenzflächen besser zu erfassen und auf praktische Probleme anzuwenden.



1



2

## HEISSPRÄGEFOLIE MIT LEITERBAHNEN

Für die Firma IVO, Irion & Vosseler Zählerfabrik GmbH & Co. in Villingen-Schwenningen, entwickelt das IGB in Zusammenarbeit mit dem IPA erfolgreich eine Heißprägefolie zum Aufbringen von Leiterbahnen. Dies ist ein Verbundsystem, bei dem Haftungs- und Trennvorgänge sorgfältig aufeinander abgestimmt werden müssen. Das Verfahren wird unter dem Namen IVONDING technisch umgesetzt und die Prägefolie unter der Bezeichnung IVOTAPE auf den Markt gebracht.

- 1 Oben: Prägefolie nach Prägung.  
Unten: Probepprägungen auf Polystyrol.
- 2 Aufprägen von Leiterbahnen, schematisch.

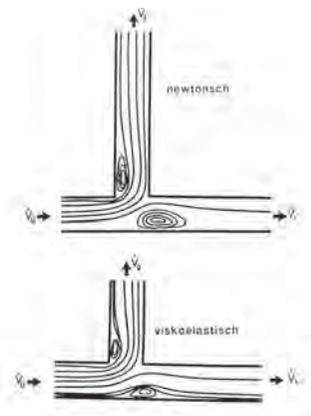


**1984**

Mitarbeiterin von Prof. Kulbe im Labor.

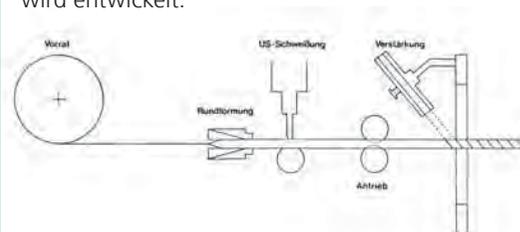
**1984**

Blutströmungen durch Gefäßverzweigungen werden untersucht.



**1984**

Ein Herstellungsverfahren für Rohrmembranen wird entwickelt.



**1985**

Das IGB hat 79 Mitarbeiter bei einem Betriebshaushalt von 5,8 Mio DM.

Um Membranoberflächen vor einem medizinischen Einsatz hinsichtlich ihrer Biokompatibilität beurteilen zu können, werden neuerdings immunologische Testverfahren mit monoklonalen Antikörpern eingesetzt.

Ein aluminiumfreier Phosphatbinder als Pharmakon befindet sich in der klinischen Prüfung.

Laborarbeiten für ein Präparat gegen Eisenmangel werden abgeschlossen. 1985 schließen sich Bioverfügbarkeitsstudien an.

Die Enzymtechnik wird ausgeweitet und Reaktoren für die Lebensmitteltechnologie zur kontinuierlichen Herstellung von Gluconsäurelacton, Sorbitol und Mannitol etabliert.

Organisch hoch belastetes Abwasser aus der Lebensmittelindustrie wird mit anaeroben mikrobiellen Mischkulturen gereinigt. Das Interesse der chemischen Industrie am Abbau von Aromaten und halogenierten Aromaten (Farbstoffabbau) wächst.

Für Membranen und Membranmodule werden halbtechnische Produktionsanlagen aufgebaut. Mit eigens entwickelten Spinddüsen werden Kapillar- und Hohlfasermembranen hergestellt. Spiralwickel- und Hohlfasermodule werden entwickelt.

Einen neuen Weg beschreitet das IGB bei der Herstellung von Rohrmembranen: Mit dem Ultraschallverschweißen von Folienmembranen ist eine kontinuierliche Herstellung

aus praktisch allen verfügbaren Folienmembranen möglich. Gleichzeitig erfolgt eine Ummantelung, die die Rohrmembran stärkt. Sie hält so einem hydrostatischen Druck bis 8 bar stand, auch ohne kostspieliges Stützrohr.

**1985**

Innerhalb eines Verbundprojekts mit den Fraunhofer-Instituten ISC und IWM wird in Tierversuchen (Universität Mannheim) nachgewiesen, dass das im IGB isolierte osteogenetische Material (Glykoproteine) die Knochenneubildung an entsprechend behandelten Implantatwerkstoffen hervorruft.

Das IGB ist ein kompetenter Ansprechpartner für technische und wirtschaftliche Fragestellungen der Membran-

### 1985

Am IGB entwickeltes oszillierendes Kapillarrheometer und Dichtemessgerät.



### 1985

Die Biogasanlage auf dem St. Georgshof in Haisterkirch geht in Betrieb.



### 1986

Das Zentrale Schwerpunktprojekt ZSP wird besiegelt. Prof. Chmiel wird im Rahmen dessen auf den Lehrstuhl für Bioprozesstechnik berufen.

### 1986

Prof. Dr. Hans-Joachim Knackmuss wird Leiter des neuen Instituts für Technische Mikrobiologie und der Abteilung Chemische Mikrobiologie am IGB.



trenntechnik geworden. In praxisnahen Versuchen werden Wertstoffe aus Galvanikindustrieabwässern mithilfe der Elektrodialyse zurückgewonnen.

Dr. Kulbe wird zum apl. Professor an der Universität Hohenheim berufen.

79 Mitarbeiter arbeiten am IGB. Der Betriebshaushalt von 5,8 Mio DM wird mit 4,6 Mio DM eigenen Erträgen gedeckt. Davon sind 3,6 Mio DM aus der Industrie, der höchste Industrieanteil bisher.

### 1986

Ein von der Landesregierung Baden-Württemberg in Auftrag gegebenes Gutachten befürwortet den Aufbau eines Forschungsschwerpunkts Bioverfahrenstechnik in Stuttgart, dem sich der Bundesforschungsminister anschließt. Damit ist das Zentrale Schwerpunktprojekt (ZSP) Bioverfahrenstechnik besiegelt. Im März 1986 wird Prof. Chmiel auf den im Rahmen des ZSP neu eingerichteten Lehrstuhl für Bioprozesstechnik berufen. Im November nimmt er den Ruf an.

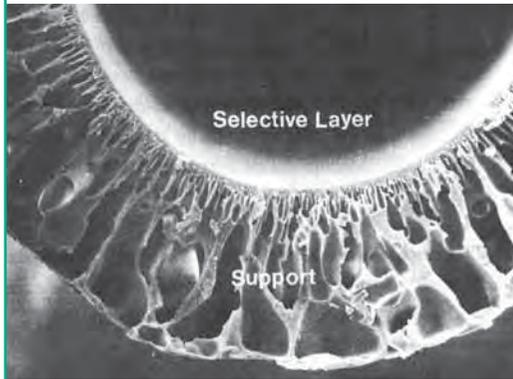
Die Leitung des neuen Instituts für Technische Mikrobiologie an der Universität Stuttgart wird Herrn Prof. Dr. Hans-Joachim Knackmuss (bisher Universität Wuppertal) übertragen, der gleichzeitig in Nebentätigkeit zum Leiter einer neu zu errichtenden Abteilung des IGB ernannt wird.

Prof. Knackmuss hat jahrelange Erfahrung auf dem Gebiet des biologischen Abbaus von Problemstoffen. Dieses Arbeitsgebiet wird als Schwerpunkt der neu zu errichtenden Abteilung gesehen. Ein entsprechender Forschungsantrag wird in dem Schwerpunkt Bioverfahrenstechnik eingebracht. Nach Einstellung von drei neuen Mitarbeitern wird mit Vorarbeiten am Beispiel »Prozesswässer aus der Kohleveredlung« begonnen.

Im Bereich der Membrantechnik werden am Beispiel einer Lackierkabine Arbeiten aufgenommen, organische Lösemittel aus der Abluft zurückzugewinnen. Auch für die Aufarbeitung von biotechnologisch hergestellten Produkten werden Membranprozesse etabliert. Mit einer am IGB entwickelten Membran und einem Modul kann Ethanol

## 1986

Die entwickelte Polydimethylsiloxan-Kompositmembran wird zur Reinigung lösemittelhaltiger Abluft und zur kontinuierlichen Reinigung von Ethanol aus Fermentationsprozessen getestet.



## 1987

Das IGB und die Universität Stuttgart reichen beim BMFT einen Antrag zur Errichtung des Zentralen Forschungsschwerpunktes Bioverfahrenstechnik ein, der zum Jahreswechsel 1987/88 bewilligt wird.

## 1987

Die Raumsituation ist angespannt, weitere Räume außerhalb des Institutszentrums müssen angemietet werden.

## 1987

Die Arbeitsgruppe Zellkultur wird aufgebaut.

kontinuierlich aus Fermentationsbrühen entfernt und dabei um den Faktor 10 aufkonzentriert werden.

Die IGB-Mitarbeiter Dr.-Ing. Klaus Kimmerle und Dr.-Ing. Wilhelm Gudernatsch gründen in Stuttgart die Firma Semipas Membrantechnik GmbH (semipermeable Membransysteme). 1995 übernimmt das Unternehmen Hydac in Sulzbach die Ausgründung, inklusive aller Mitarbeiter.

## 1987

Zu Beginn des Jahres reicht das IGB gemeinsam mit der Universität Stuttgart den ersten Gemeinschaftsantrag zur Errichtung des Zentralen Forschungsschwerpunktes Bioverfahrenstechnik für zunächst vier Jahre beim BMFT ein. Der insgesamt neun IGB-Einzelvorhaben umfassende An-

trag wird im April 1987 von einem internationalen Gutachtergremium, in dem auch der spätere Institutsleiter Prof. Dr. techn. Herwig Brunner schon aktiv war, positiv begutachtet. Das Bewilligungsverfahren zieht sich durch die Berücksichtigung der Gutachterempfehlungen und Auflagen des Ministeriums mit Ausnahme von drei vorab bewilligten Projekten hin. Zum Jahreswechsel 1987/88 gibt es endlich grünes Licht für das bisher größte Projekt des IGB.

Die Raumsituation am IGB ist angespannt. Räume außerhalb des Institutszentrums werden angemietet.

Eine Arbeitsgruppe Zellkultur wird aufgebaut, die zunächst in speziell für zellbiologische Arbeiten eingerich-

teten Räumen im Technologiezentrum untergebracht ist. Um die Wirksamkeit medizinisch-therapeutisch interessanter Substanzen nicht mehr ausschließlich im Tierversuch bestimmen zu müssen, werden Testsysteme auf zellulärer Basis, Primärkulturen aus fetalem Gewebe vom Kalb, entwickelt. Vorteile der zellulären Testsysteme sind bessere Reproduzierbarkeit, erhöhte Nachweisempfindlichkeit und eine wesentlich verkürzte Versuchsdauer.

Die Nachfrage nach biotechnisch hergestellten Produkten steigt. Um die hydraulische Verweilzeit von der Biomasseverweilzeit zu entkoppeln und die Raum-Zeit-Ausbeute zu erhöhen, immobilisiert die Abteilung Technische Mikrobiologie Bakterien auf Sinterglaskörpern.



## DAS ZENTRALE SCHWERPUNKTPROJEKT BIOVERFAHRENSTECHNIK

Anfang des Jahres 1987 wird auf Initiative des damaligen Ministerpräsidenten von Baden-Württemberg Lothar Späth und mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT) und des Landes Baden-Württemberg das Zentrale Schwerpunktprojekt (ZSP) Bioverfahrenstechnik eingerichtet. An dem Forschungsverbund, der mit drei Förderphasen auf insgesamt zwölf Jahre angelegt ist, sind das Fraunhofer IGB und Institute der drei Fakultäten Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik der Universität Stuttgart beteiligt.

In diesem Zusammenhang wird an der Universität Stuttgart das Zentrum für Bioverfahrenstechnik mit den Instituten für Technische Biochemie, Technische Genetik, Bioverfahrenstechnik und Technische Mikrobiologie gegründet; Prof. Chmiel, Leiter des IGB, erhält einen Lehr-

stuhl für Bioprozesstechnik. Sprecher des ZSP sind zunächst Prof. Chmiel und Prof. Dr.-Ing. Ernst Dieter Gilles (Universität Stuttgart). Zentraler Gedanke ist es, eine enge Kooperation zwischen grundlagenorientierter und anwendungsorientierter Forschung zu erreichen und, durch die Beteiligung von Industrieunternehmen, die im Forschungsverbund erzielten Ergebnisse kontinuierlich in die Wirtschaft zu übertragen. Zentraler Gegenstand ist der integrierte bioverfahrenstechnische Gesamtprozess, der die Bereitstellung der biologischen Systeme und Medien, die Bioreaktion und die Produktaufarbeitung umfasst.

Während die Vorhaben der Universitäten zu 100 Prozent vom BMFT gefördert werden, lautet die Auflage für das Fraunhofer IGB, die Projekte zu 25 Prozent mit Mitteln aus der Industrie zu finanzieren.

**1 + 2** *Zum erfolgreichen Abschluss des ZSP Bioverfahrenstechnik findet im Februar 2000 der 4<sup>th</sup> International Congress on Biochemical Engineering auf dem Messegelände Stuttgart statt. Besucher sind u. a. der ehemalige Ministerpräsident Dr. h. c. Lothar Späth.*

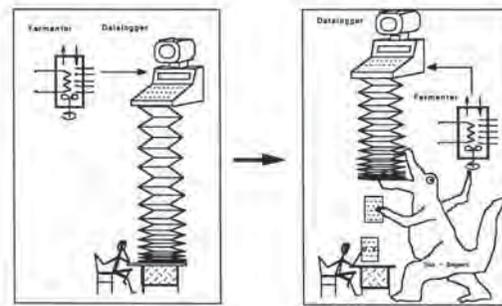
1987

Elektronenspektroskopie zur Chemischen Analyse (ESCA).



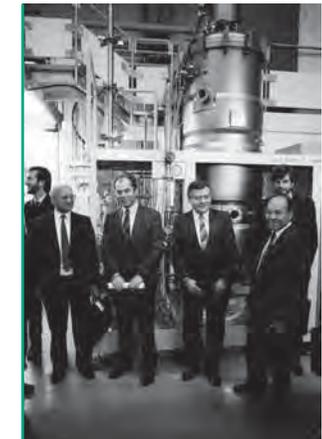
1987

Expertensysteme für den Betrieb von Bioprozessen werden untersucht und beurteilt.



1988

Das IGB hat 100 Mitarbeiter, weitere Räume werden angemietet.



1988

Besuch des Technikums.

Ein kontinuierliches Verfahren für die Herstellung des Antibiotikums Nikkomycin mit *Streptomyces tendae* wird entwickelt. Hierzu sind Rührkesselreaktoren von 20–1000 Liter vorhanden, ein 120-Liter-Schlaufenreaktor und Wirbelschichtreaktoren befinden sich im Aufbau. Mit Online-Messtechnik werden pH, pO<sub>2</sub> und Temperatur kontrolliert.

Die Abteilung Chemische Mikrobiologie fokussiert sich auf den Abbau von Fremdstoffen in Industrieabwässern. Für Abwasser aus der Kohleveredelung konnte eine vollständige Mineralisierung erreicht werden. Ein neues Problem stellen Stoffgemische von Chlor- und Methyларomaten dar.

1988

Das Institut ist auf 100 Mitarbeiter gewachsen. Der Betriebshaushalt beträgt 10,6 Mio DM. Von 8,9 Mio DM Erträgen stammen nur 3,1 Mio aus der Industrie, denn die Akquisitionsbemühungen für die ZSP-Projekte mit 25 Prozent Industriebeteiligung gestalten sich schwierig.

Die Investitionen betragen 1,2 Mio DM, zusätzlich finanziert das Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie Baden-Württemberg 2,3 Mio DM Sonderinvestitionen.

Weitere Räume, diesmal in Leonberg, werden angemietet.

Im Januar beginnen die Bauarbeiten für einen Erweiterungsbau des IGB, den heutigen Gebäudeteil B neu.

Die zellbiologische Arbeitsgruppe in der Abteilung Technische Biochemie ist auf 10 Mitarbeiter gewachsen. Mit dem ZSP-Projekt »Enzymatische Transformation von Kohlenhydraten« wird an der Schnittstelle zwischen Landwirtschaft und chemischer Industrie versucht, nachwachsende Rohstoffe in verstärktem Maße für die menschliche Ernährung und therapeutische Anwendungen nutzbar zu machen.

Die Abteilung Technische Mikrobiologie hat einen 1000-Liter-Rührkesselreaktor entwickelt, der sich durch besondere steriltechnische Detaillösungen auszeichnet. Der Reaktor wird mit großem Erfolg gemeinsam mit dem Industriepartner auf der Biotechnica 1988 in Hannover vorgestellt.

### 1988

Das neue große Feld Elektrodialyse für die Produktaufbereitung wird erschlossen.



### 1988

Die Abteilung Grenzflächenverfahrenstechnik beginnt mit der Entwicklung kratzfester Schichten auf Kunststoffen.

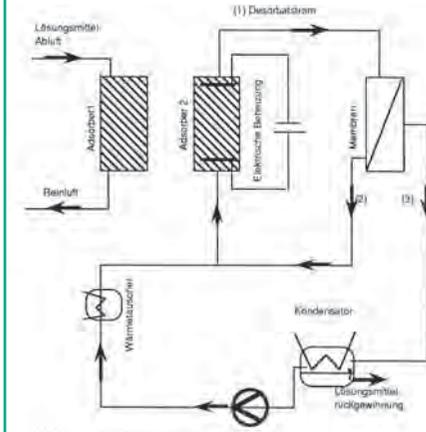


### 1989

Dr. Christian Oehr kommt ans IGB.

### 1989

Das ZSP-Teilprojekt Membrantrennp Prozesse führt zu vielversprechenden Ergebnissen und Industrieprojekten. Hier dargestellt ein Verfahrensschema zur Lösemittelrückgewinnung.



Die Abteilung Prozesstechnik erschließt das neue große Feld Elektrodialyse für die Produktaufbereitung organischer Säuren. Dr.-Ing. Strathmann erhält eine Professur und einen Lehrauftrag an der Universität Stuttgart.

Die Abteilung Chemische Mikrobiologie weitet ihr Spektrum auf den mikrobiologischen Abbau von Schadstoffen aus Abluft und Boden aus. Aktuelle Vorhaben sind der Abbau von leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen in Böden und Grundwasser sowie die Entwicklung eines biologischen Verfahrens zur Sanierung eines Kokereigeländes.

Die Abteilung Grenzflächenverfahrenstechnik beginnt mit der Erarbeitung eines Industrieprojekts zur Entwicklung

kratzfester Schichten auf Kunststoffen, das in den folgenden Jahren zu einem Patent führt.

Das IGB beteiligt sich an einem Fraunhofer-Gemeinschaftsstand auf derACHEMA in Frankfurt sowie am Gemeinschaftsstand »Bioverfahrenstechnik Stuttgart« auf der Biotechnica, Hannover, zusammen mit der Universität Stuttgart und fünf Industriepartnern. Prominente Besucher im Rahmen des offiziellen Rundgangs sind Ministerpräsident Dr. h.c. Lothar Späth und die Finanzministerin des Landes Niedersachsen Birgit Breuel.

### 1989

Dr. Christian Oehr kommt ans IGB und baut die Niederdruckplasmatechnologie am Institut erfolgreich weiter

aus, um Oberflächen verschiedenster Materialien und Geometrien gezielt zu veredeln – durch Abtrag, Reinigen, Aktivieren, (bio)chemische Funktionalisierung oder Beschichten. Je nach Substrat und gewünschter Oberflächeneigenschaft wird die physikalisch-chemische Wirkung des Plasmas variiert und der Prozess sowie das Ergebnis während und nach der Behandlung mit plasmadiagnostischen Methoden kontrolliert. Dank der Zusammenarbeit mit Zell- und Mikrobiologen verfügt das Institut über spezielles Know-how für Oberflächenmodifizierungen in Biologie und Medizin.

Im September läuft die erste Förderperiode für das ZSP-Teilprojekt Membrantrennp Prozesse aus. Die bis dahin erzielten Ergebnisse sind so vielversprechend, dass sie zu

### 1989

Die Abteilung Technische Mikrobiologie beschäftigt sich angesichts der Probleme wie dem Anstieg atmosphärischen Kohlenstoffdioxids, Vorkommen von Nitrat und Phosphat im Trinkwasser verstärkt mit Bioprozessentwicklungen zur Produktion von Energie und Massenchemikalien aus regenerativen organischen Abfallstoffen in flüssiger, fester und gasförmiger Form.

einer Reihe reiner Industrieprojekte geführt haben. Der Industrieertragsanteil ist dadurch wieder gestiegen.

Das nachträglich in das ZSP integrierte Vorhaben »Enzymatische Halogenierung und Dehalogenierung« wird nach positiver Zwischenbegutachtung ab Mai 1989 unter Beteiligung von Industriepartnern weitergeführt.

Angesichts der Probleme wie dem Anstieg atmosphärischen Kohlenstoffdioxids, Vorkommen von Nitrat und Phosphat im Trinkwasser beschäftigt sich die Abteilung Technische Mikrobiologie verstärkt mit Bioprozessentwicklungen zur Produktion von Energie und Massenchemikalien aus regenerativen organischen Abfallstoffen in flüssiger, fester und gasförmiger Form. Mit Produkten aus

### 1989

Das ZSP-Projekt »Milchsäuregewinnung aus Nebenprodukten der Lebensmittelindustrie (Molke) von Molkereien« beginnt.

solchen Prozessen, allen voran Methan als Endprodukt, soll in steigendem Maße Ersatz für die Verwendung fossiler Rohstoffe geschaffen und so ein Beitrag zur Reduktion von Umweltbelastungen geleistet werden.

Das ZSP-Projekt »Milchsäuregewinnung aus Nebenprodukten der Lebensmittelindustrie (Molke) von Molkereien« beginnt.

Ein Prüfstand zur Beurteilung der steriltechnischen Funktion von Gleitringdichtungen liefert quantitative Daten im Zuge einer zu entwickelnden steriltechnischen Normung.

Am 3. November 1989 wird der Erweiterungsbau des IGB fertiggestellt.



### 1990

Der Erweiterungsbau mit neuem Biotechnikum wird eingeweiht. Eine Vortragsveranstaltung zum Thema »Biotechnologie im Dienste der Umwelt« findet im Rahmen dessen statt.

### 1990

Zu den Gästen der Einweihung zählt auch Ministerpräsident Dr. h. c. Späth.



### 1990

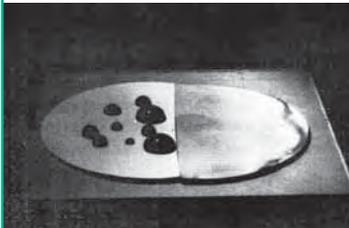
Am 8. März wird der Erweiterungsbau inklusive modernstem Biotechnikum mit einer Vortragsveranstaltung zum Thema »Biotechnologie im Dienste der Umwelt« feierlich eingeweiht. Mit dem Bezug des neuen Gebäudes wird die gesamte Nutzfläche nahezu verdoppelt und die ausgelagerten Labors können wieder zurückgeholt werden. Den 117 Mitarbeitern stehen ein Laborgebäude von 3500 m<sup>2</sup> und Technikumsflächen von 850 m<sup>2</sup> zur Verfügung. Neu ist unter anderem ein Labor nach Sicherheitsnorm L2/L3 für die Zellkulturtechnik.

In der Abteilung Grenzflächenverfahrenstechnik werden die Plasmaverfahren (Plasmapolymerisation, Plasmaaktivierung) weiter ausgebaut. Augenmerk liegt auf der Schichtentwicklung und -charakterisierung sowie der Prozessfüh-

**1990**

Die Plasmaverfahren werden weiter ausgebaut.

*Polysulfonmembran, links: un-*  
*behandelt (hydrophob), rechts:*  
*plasmabehandelt (hydrophil).*



**1991**

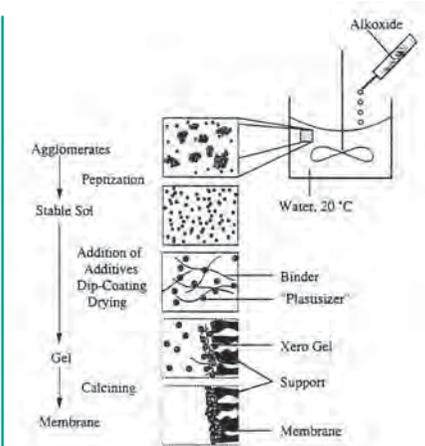
Die Abteilungsleiter  
Prof. Kulbe und Prof.  
Strathmann verlassen  
das IGB.

**1991**

Prof. Dr. Josef Wissler übernimmt  
kommissarisch die Leitung der  
Technischen Biochemie. Prof.  
Chmiel wird kommissarischer Lei-  
ter der Prozesstechnik.

**1991**

Das IGB entwickelt Keramikmembranen  
für die Ultrafiltration,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Schichten  
werden nach dem Sol-Gel-Verfahren  
aufgebracht und kalziniert.



rung im Hinblick auf die Umsetzbarkeit in den technischen Maßstab. Eine neue Mehrkammeranlage erlaubt die großflächige Beschichtung von Kunststoffen und Textilien.

In einem Industrieprojekt werden statische und dynamische Kapillareffekte bei der Schreibgeräteentwicklung untersucht.

**1991**

Gleich zwei Abteilungsleiter verlassen das IGB und nehmen Führungspositionen an Universitäten an. Prof. Kulbe, Leiter der Abteilung Technische Biochemie, folgt einem Ruf an die Universität für Bodenkultur nach Wien, Prof. Strathmann, Leiter der Abteilung Prozesstechnik, übernimmt die Leitung des Instituts für Membrantechnologie an der Universität Twente, Enschede, Niederlande.

Die Leitung der Technischen Biochemie übernimmt daraufhin, zunächst kommissarisch, Prof. Dr. Josef Wissler, die der Abteilung Prozesstechnik kommissarisch der Institutsleiter Prof. Chmiel.

Während sich das IGB bisher auf die Entwicklung und den Einsatz von Polymermembranen beschränkt hatte, wendet es sich nun auch der Entwicklung von Keramikmembranen für die Ultrafiltration (UF) zu. Gerade für den Einsatz in der Bioverfahrenstechnik können die großen Vorteile von Keramikmaterialien – chemische Beständigkeit, mechanische Stabilität, geringe Proteinadsorption – zum Tragen kommen, falls es gelingt, die Nachteile – Bruchempfindlichkeit, hoher Herstellungspreis – in Grenzen zu halten. Bis dahin war auch die Verfügbarkeit auf dem Markt unbefrie-

digend, besonders für UF-Membranen. Um den Start zu erleichtern, hatte das IGB eine Zusammenarbeit mit dem chinesischen State Key Laboratory of Catalysis, Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences begonnen, die solche Membranen als Katalysatorträger für die heterogene Katalyse entwickeln. Auf einer  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Multifiltrationsmembran als Stützstruktur wurde als UF-Membran eine ca. 2  $\mu\text{m}$  dicke  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Schicht nach dem Sol-Gel-Verfahren aufgebracht und kalziniert.



1



2

## PLASMAMODIFIZIERUNG VON TINTENREGLERN

In einem vom Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg geförderten Projekt werden die Benetzungseigenschaften von tintenführenden Systemen für Tintenschreiber untersucht und optimiert. Für die Hydrophilierung der Tintenregler aus dem Kunststoff ABS wurde bis dahin Chromschwefelsäure verwendet. Diese wird so durch einen umweltfreundlichen Plasmaprozess ersetzt. Durch eine optimierte Verfahrensführung und apparative Anpassung konnten einseitig verschlossene Hülsen innen mittels Niederdruckplasmatechnik hydrophiliert werden. Die am Verbundprojekt beteiligte Firma plasma electronic setzt das Verfahren als Anlage um, welche die Schreibgerätehersteller Schmidt und Schneider für die Herstellung von Tintenreglern, aus denen die Tinte kontrolliert abgegeben wird, seither verwenden.

1 + 2 *Verschiedene  
Tintenregler.*

1992

Airlift-Reaktoren für den Abbau polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe.



In einer Technikumsanlage wird der PAK-Abbau in Airlift-Reaktoren unter Zusatz eines lipophilen Lösungsvermittlers optimiert. Für den Abbau leichtflüchtiger aliphatischer Kohlenwasserstoffe, insbesondere Trichlorethen TCE, mit dem 1989 isoliertem TCE-abbauenden Stamm *Alcaligenes denitrificans* ssp. *xylooxidans* JE 75 wird ein kontinuierlicher Prozess entwickelt und ein mobiler Pilotreaktor mit 500 Liter Arbeitsvolumen und Prozesssteuerung über telefonischen Datentransfer gebaut. Grundlagenarbeiten zum Abbau von Cyanid und Thiocyanat werden aufgenommen.

1992

Im Januar übernimmt Prof. Wissler offiziell die Abteilungsleitung Technische Biochemie. Eines seiner Themen ist die enzymtechnische Herstellung von Xylit und D-Xylon-

1992

Prof. Chmiel tritt als  
Institutsleiter zurück und  
geht an die Universität  
Saarbrücken.

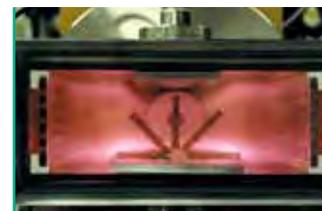
1992

Prof. Dr. Armin Fiechter (*hier Mitte*)  
wird kommissarischer Institutsleiter.



1992

Dr. Herbert Bauser  
wird Stv. Institutsleiter  
in Vollzeit.



1992

Ein neues Feld ist die Plasma-  
feinreinigung und -entfet-  
tung, ein Gebiet das durch  
das Verbot von CKW indus-  
trielle Bedeutung erlangt.



1992

Dr. Trösch habilitiert sich  
und erlangt eine Privatdo-  
zentur an der Universität  
Hohenheim.

säure aus D-Xylose. Im Rahmen dessen wird das Enzym D-Xylose:NADP-1-oxidoreduktase (E.C.1.1.1.179) am IGB sequenziert.

1992 ist für das IGB ein schwieriges Jahr. Sparmaßnahmen der öffentlichen Auftraggeber führen zu Einschnitten und Verzögerungen bei der Bewilligung von Projekten. Auch industrielle Auftraggeber sparen.

Auch intern hat das Institut zu kämpfen. Prof. Chmiel tritt als Institutsleiter mit Wirkung zum 31. März zurück und nimmt einen Ruf an die Universität Saarbrücken an. Auch der Verwaltungsleiter Ass. iur. Hans Jürgen Eberhardt verlässt das IGB, um in eine Anwaltskanzlei einzutreten.

Im April 1992 kommt Prof. Dr. Armin Fiechter von der ETH Zürich als kommissarischer Institutsleiter ans IGB. Als Vorstand des Gutachtergremiums für das ZSP Bioverfahrenstechnik und – damit verbunden – Gast im IGB-Kuratorium kannte Prof. Fiechter das IGB bereits.

Dr. Herbert Bauser übernimmt die Stv. Institutsleitung in Vollzeit. Daraufhin wird Dr. Christian Oehr (zunächst kommissarischer) Abteilungsleiter Grenzflächenverfahrenstechnik. Er baut die Plasmaoberflächenbehandlung als umweltfreundliche Technik weiter aus. Ein neues Feld ist die Plasmafeinreinigung und -entfettung, ein Gebiet das durch das Verbot von CKW industrielle Bedeutung erlangt.

Am 1. August 1992 wird als neuer Verwaltungsleiter für das IGB Herr Ass. Ulrich Laitenberger gewonnen, der als Jurist auch die vertraglichen Belange des IGB vertritt.

Dr. Trösch habilitiert sich und erlangt eine Privatdozentur an der Universität Hohenheim, Fakultät Allgemeine und Angewandte Naturwissenschaften.

Die erste Phase des ZSP wird abgeschlossen. Es hat zu einer verstärkten Zusammenarbeit mit der Universität und zu einem fachlichen Austausch geführt. Im Laufe des Jahres wird auch die zweite Förderphase, ebenfalls für vier Jahre, bewilligt.

---

# PROF. DR. ARMIN FIECHTER



Armin Fiechter, geboren 1924 im Schweizer Kanton Bern, erlangte ein Diplom als Agrotechnologe und promovierte 1955 bei Torsten Olof Wikén, der als Ordinarius für landwirtschaftliche Bakteriologie und Gärungsbiologie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich neue Maßstäbe in der Mikrobiologie gesetzt hatte. 1967 habilitierte sich Fiechter; noch im gleichen Jahr wurde er Privatdozent an der ETH, wo er am Mikrobiologischen Institut eine Arbeitsgruppe Technische Mikrobiologie aufbaute. 1969 wählte ihn der Schweizer Bundesrat zum außerordentlichen Professor für mikrobiologische Technologie. Von 1972–1992 war er Ordinarius für Mikrobiologie (ab 1982 für Biotechnologie) an der ETH Zürich. 1978 wurde seine Arbeitsgruppe als selbständige Professur für Technische Biologie aus dem Institut für Mikrobiologie ausgegliedert. Prof. Fiechter gilt als einer der Pioniere in der Biotechnologie, der sich insbesondere auch um die verfahrenstechnischen Aspekte der Biotechnologie und damit einer Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren und Biologen verdient gemacht hat. Von 1992 bis Ende 1993 leitete er kommissarisch das Fraunhofer IGB. Er ist Autor von mehr als 500 Publikationen und war Mitherausgeber renommierter Zeitschriften und Ehrenmitglied der DECHEMA. Fiechter starb 2010 in der Schweiz.

1 Prof. Dr. Armin Fiechter 2006.

## 1992

Die erste Phase des ZSP wird abgeschlossen. Die Zusammenarbeit mit der Universität wurde verstärkt.

Das auf fünf Jahre befristete Personal-Zusatzkontingent in Höhe von 20 Mitarbeitern läuft zum Jahreswechsel 1991/92 aus. Im Laufe des Jahres 1992 reduziert sich der Personalstand des IGB auf das von der FhG vorgegebene Stellenkontingent. Zahlreiche Mitarbeiter wechseln in die Industrie. Ende 1992 arbeiten nur noch 89 Mitarbeiter am IGB.

»Eine längerfristige Herausforderung stellt die gegenwärtige Entwicklung der Schlüsseltechnologie Biotechnik in Deutschland dar. Nicht wenige Industriefirmen sehen sich zu einer Drosselung ihrer biotechnischen Aktivitäten bzw. zu einer Verlagerung ins Ausland veranlasst. Das bezieht sich nicht allein auf die Gentechnik, betroffen ist auch eine verzweigte Zulieferindustrie. Hilfreich ist hier die Möglich-



**1992**

Tätigkeitsbericht 1992.



**1993**

Prof. Dr. Hans-Jürgen Warnecke wird Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft.

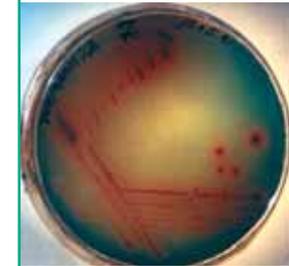


**1993**

Für eine ehemalige Rüstungsfabrik in Hirschhagen/Hessisch-Lichtenau wird ein biologisches Sanierungskonzept erarbeitet.

**1993**

Eine Reihe der Cyanid abbauenden Stämme ist auch in der Lage, Cyanokomplexe anzugreifen.



keit, neben den biotechnischen auch die Kompetenzen aus Grenzflächen- und Membranbereich einzubringen und somit den Umweltmarkt mit einem breiten Methodenspektrum bedienen zu können. Mit diesem Spektrum ist auch ein größerer Auftraggeberkreis ansprechbar. So darf man erwarten, dass das situationsbedingte Nachfragetief aus dem Bereich der industriellen Biotechnik überbrückt wird und die Bioverfahrenstechnik im Institut langfristig betrieben werden kann. [...] Die umweltbezogene FuE ist aber als eine primär von gesellschaftlichen Erwägungen abgeleitete und erst sekundär unter wirtschaftlichen Aspekten verfolgte Aufgabe zu einem erheblichen Teil auf öffentliche Mittel angewiesen. [...]«

*Aus dem IGB-Tätigkeitsbericht 1992*

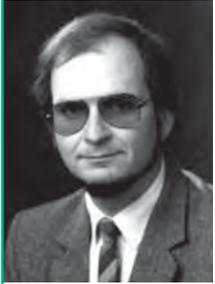
**1993**

Prof. Dr. Hans-Jürgen Warnecke wird Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft.

Zum 31. März 1993 scheidet Prof. Chmiel auch als Abteilungsleiter der Prozesstechnik aus, die er nach seinem Rücktritt als Institutsleiter noch für ein Jahr innehatte. Herr Dipl.-Ing. Norbert Stroh, der seit 1977 am Institut ist und die Membranaktivitäten von Anfang an begleitet hat, führt die Gruppe (zunächst als Stellvertreter) unter dem Namen Membran- und Prozesstechnik weiter.

Zu der allgemeinen Konjunktur- und Strukturkrise der Industrie und der Schwächung der öffentlichen Haushalte kommt als hemmendes Element die besondere Lage der Biotechnologie in Deutschland hinzu.

In der Abteilung Chemische Biotechnologie wird für den Modellstandort einer ehemaligen Rüstungsfabrik in Hirschhagen/Hessisch-Lichtenau ein biologisches Sanierungskonzept erarbeitet. Zur Reinigung des Prozesswassers aus einem Phenolharz verarbeitenden Betrieb, das hohe Konzentrationen Phenol, Formaldehyd und Urotropin enthält, befasst man sich mit dem biologischen Abbau von Formaldehyd und Phenol. Für den Abbau von Thiocyanat und Cyanid sind erste Reaktionsschritte aufgeklärt, die beteiligten Enzyme werden gereinigt und charakterisiert. Eine Reihe der Cyanid abbauenden Stämme ist auch in der Lage, Cyanokomplexe anzugreifen. Gegenüber Schwermetallen sind sie so resistent, dass sie zur Reinigung von Abwasser aus der Metallveredelung eingesetzt werden können.



**1993**

Unter Leitung von Dr. Hermann Hasenfratz-Schreier wird eine kleine Arbeitsgruppe »Angewandter Umweltschutz« eingerichtet.



**1993**

Die Arbeitsgruppe »Zentrale Analytik« unter der Leitung der Staatl. gepr. Lebensmittelchemikerin Gabriele Beck-Schwadorf entsteht.



**1993**

Aktionen beim Betriebsausflug. Das IGB zählt jetzt 81 Mitarbeiter.



**1994**

Prof. Dr. techn. Herwig Brunner wird im Mai Institutsleiter.

Der Trend im Bereich Umwelt geht in Richtung Vermeidung statt Sanierung. Die Abteilung bietet daher Abbau- und Reststoffuntersuchungen als erweitertes Angebot an.

Für das Institutszentrum Stuttgart wird ein zentrales Abfall- und Reststoffzwischenlager geplant, das nach Fertigstellung vom IGB betreut werden soll. Erfahrungen und Wissen sollen zusammen mit dem Umwelt-Know-how der Abteilungen auch für die Auftragsforschung nutzbar gemacht werden. Eine kleine Arbeitsgruppe »Angewandter Umweltschutz« unter Leitung von Dr. Hermann Hasenfratz-Schreier wird eingerichtet.

Unter einem ähnlichen Aspekt soll die im IGB vorhandene analytische Kompetenz auch für externe Untersuchungen,

insbesondere für Spezialanalysen, für welche Lohnlabors nicht eingerichtet sind, angeboten werden. Die Arbeitsgruppe »Zentrale Analytik« unter der Leitung der Staatl. gepr. Lebensmittelchemikerin Gabriele Beck-Schwadorf entsteht.

Ende 1993 zählt das IGB 81 Mitarbeiter. Der Betriebshaushalt umfasst 10,2 Mio DM.

**1994**

Am 2. Januar 1994 gründet der IGB-Mitarbeiter Dipl.-Chem. Bernd Bauer die FuMA-Tech »Gesellschaft für funktionelle Membranen und Anlagentechnologie mbH« in St. Ingbert/Saar. Geschäftsidee ist die Herstellung und der Vertrieb von polymeren Membranen, Membrantrennanla-

gen, Anlagen zum Recycling von Wasser und Säure/Lauge.

Am 15. April 1994 stellt sich der Schwerpunkt Bioverfahrenstechnik Stuttgart im 3<sup>rd</sup> International Symposium on Biochemical Engineering vor.

Im Mai 1994 tritt Prof. Brunner von Boehringer Mannheim, Tutzing/Penzberg, die Institutsleitung des Fraunhofer IGB an.

Dr. Bauser ist als Stv. Institutsleiter für die Wissenschaftliche Planung und Koordination zuständig.

## 1994

Erstmals wird die am IGB entwickelte Hochlastfaulung auf einer Kläranlage in Betrieb genommen.



Am 4. September 1994 wird die vom IGB entwickelte zweistufige Hochlastfaulung auf der Kläranlage Mittleres Glemstal in Leonberg in Betrieb genommen.

Am 5. Oktober 1994 findet das erste Kolloquium zur kommunalen Abwasserreinigung »Energie statt Klärschlamm – neue Wege in der Klärschlammbehandlung« am IGB statt. Das Kolloquium wird, neben dem Kolloquium »Trends in der Membrantechnik«, zu einer festen Größe.

## 1995

Die Biotechnologie in Deutschland hat ihre tiefste Akzeptanzkrise überwunden. Auch die Gentechnik, an die sich in besonderem Maße Ängste und Befürchtungen hefteten, findet mindestens in ihren

## 1995

Die unter Priv.-Doz. Dr. Bernd Otto geleitete Projektgruppe »Gentechnik« wird ins IGB eingegliedert.



medizinisch-therapeutischen Anwendungen zunehmend Zustimmung. Zum 1. Januar 1995 wird die zuvor am Fraunhofer ITA (heute ITEM) angesiedelte und von Herrn Priv.-Doz. Dr. Bernd Otto geleitete Projektgruppe in Hannover als Abteilung Gentechnik in das IGB integriert. Die Arbeitsgruppe forscht an der Entwicklung von körpereigenen Proteinen, Interferonen, als pharmakologische Wirkstoffe durch Methoden des gezielten Proteindesigns.

Der an der Universität Stuttgart neu eingerichtete Lehrstuhl für Grenzflächenverfahrenstechnik LGVT wird in Personalunion von Prof. Brunner geleitet. Der Lehrstuhl gehört zur Fakultät »Verfahrenstechnik und Technische Kybernetik« und soll die wissenschaftlichen Grundlagen am Fraunhofer-Institut stärken, inhaltlich eine Brücke von

## 1995

Der neu eingerichtete Lehrstuhl für Grenzflächenverfahrenstechnik LGVT an der Universität Stuttgart wird in Personalunion von Prof. Brunner geleitet. Der LGVT zieht in Räume des IGB und führt zu einer effizienten Zusammenarbeit der beiden Institutionen.



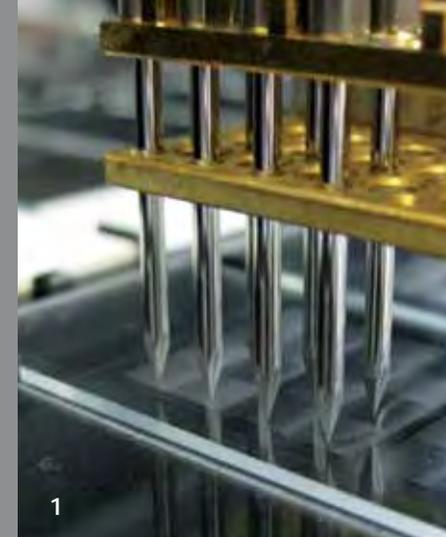
## 1995

Prof. Brunner mit Ministerpräsident Erwin Teufel beim »Symposium Biotech 1995–2000 – Aktionszentrum Baden-Württemberg«.

der Grenzflächentechnik zur Biotechnologie bauen. Nach Art einer Symbiose profitieren beide Seiten von diesem Modell: Die Forschung an der Universität liefert eine solide wissenschaftliche Basis für die anwendungsorientierten Forschungsarbeiten am Fraunhofer IGB, welches die Grundlagen weiterentwickelt und in die Praxis trägt. Die Unterbringung des LGVT in Räumen des IGB tut ein Übriges für die effiziente Zusammenarbeit beider Institutionen.

Am 3. Mai findet unter der Leitung von Prof. Brunner das von IGB, Universität Stuttgart und ZSP Bioverfahrenstechnik organisierte »Symposium Biotech 1995–2000 – Aktionszentrum Baden-Württemberg« statt.

# EINZUG DER MOLEKULAREN BIOTECHNOLOGIE



1994 wechselt Prof. Dr. techn. Herwig Brunner von Boehringer Mannheim als Institutsleiter an das Fraunhofer IGB. Ein Jahr später, nach schweren Jahren und einer schlechten öffentlichen Wahrnehmung boomt Biotech endlich auch in Deutschland, übernimmt er die Abteilung Gentechnik des damaligen Fraunhofer-Instituts für Toxikologie und Aerosolforschung ITA in Hannover, die an Proteinwirkstoffen, Interferonen, forscht. Bedacht auf eine solide wissenschaftliche Grundlage für die anwendungsorientierte Forschung am IGB, erwirkt Prof. Brunner den Aufbau eines Lehrstuhls für Grenzflächenverfahrenstechnik an der Universität Stuttgart, das nach fünf Jahren zum Institut (IGVT) erhoben wird.

Ein Höhepunkt ist 1996 die Eröffnung des Demonstrationszentrums für prozessintegrierte Umwelttechnik, in Kooperation mit dem damaligen Fraunhofer-Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung ILV. Weiter treibt Brunner die Verbindung von Naturwissenschaft und ingenieurwissenschaftlicher Umsetzung voran bzw. die der Stofforientierung in Biologie und Chemie mit dem

Systemgedanken, sowohl innerhalb des IGB als auch durch Kooperation mit dem Fraunhofer IPA. Parallel erweitert er das IGB um weitere molekularbiologische Kompetenzen. 1998 zieht die Nachwuchsgruppe »Proteinscreeningsysteme«, geleitet von Dr. Steffen Rupp, in eigens geschaffene Räumlichkeiten und schreibt Erfolgsgeschichte: Die Abteilung Molekulare Biotechnologie ist heute eine der größten am IGB.

Gleichzeitig baut Prof. Brunner eine Brücke von der Biotechnologie zur Grenzflächenverfahrenstechnik: Mit einer zweiten Nachwuchsforschergruppe, »Biomimetische Grenzflächen« unter Leitung von Dr. Günter Tovar, verantwortet er die Biofunktionalisierung nanopartikulärer Oberflächen und die Nanobiotechnologie am IGB und am Universitätsinstitut.

Mit Weitsicht stärkt Prof. Brunner auch die Zellbiologie am IGB und baut sie konsequent zur Zellsystemforschung – mit dem Ziel des Tissue Engineerings – aus. Nach dem Ausscheiden von Dr. Thomas Graeve, der sich mit einem

Knorpeltransplantat selbstständig macht, wird zunächst Dr. Hans-Georg Eckert Abteilungsleiter und 2004 Frau Prof. Dr. Heike Walles Abteilungsleiterin für die »Grenzflächen an humanen Zellen«, Grundlage für biologisierte Medizinprodukte und regenerative Medizin.

1 *Automatisierte Herstellung von Mikroarrays mit einem Spotter im Kontaktdruckverfahren.*

---

## PROF. DR. HERWIG BRUNNER



Geboren am 21. April 1942 in Oberschützen, Österreich, studierte Herwig Brunner nach seinem Abitur 1960 Technische Chemie an der Technischen Universität Wien. Mit seiner Promotion am Institut für technische Mikrobiologie und biochemische Technologie der TU Wien erhielt der Dipl.-Ingenieur den Doktor der technischen Wissenschaften (Dr. techn.). Nach einer Assistenz am Institut für Immunologie der medizinischen Fakultät der Universität Wien wechselte Brunner im März 1972 zur Firma Boehringer Mannheim GmbH. Zunächst Gruppenleiter in der Abteilung Forschung Fermentation im Biochemica-Forschungszentrum in Tutzing folgten die Abteilungsleitung Fermentation/Produktion, Hauptabteilungsleitung Forschung »Mikrobiologie, Gentechnologie und Verfahrensentwicklung«, Bereichsleiter Forschung Biochemie der Boehringer Mannheim GmbH, die Leitung des Hauptbereichs Biotechnologie, Forschung, Produktion und Qualitätskontrolle und 1992 zusätzlich die Leitung der Bayerischen Werke & Biotechnologie. 1989 wurde er zum Honorarprofessor für Mikrobiologie an die Ludwig-Maximilian-Universität München bestellt und lehrte bis 1994 Bioprozesstechnik. Im

Mai 1994 übernahm Brunner die Leitung des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB und wurde zeitgleich Ordinarius am neu eingerichteten Lehrstuhl für Grenzflächenverfahrenstechnik der Universität Stuttgart. Während dieser Zeit war er unter anderem Geschäftsführender Sprecher des Zentralen Schwerpunktprojekts Bioverfahrenstechnik und Koordinator des Fraunhofer-Leitprojekts Molekulare Medizin »Individualisierte DNA/RNA-Diagnostik mit automatisierten Systemen«. Von 2002 bis 2006 war Brunner zudem Prodekan der Fakultät Maschinenbau und Sprecher des Fachbereichs Verfahrenstechnik und Technische Kybernetik. Er war und ist Mitglied in mehreren Aufsichtsräten und Wissenschaftlichen Beiräten von Organisationen und Firmen, insbesondere im Bereich Life Sciences. Seit 1994 ist Brunner Vorstand und Sprecher der Peter und Traudl Engelhorn-Stiftung zur Förderung der Biotechnologie und Gentechnik.

1 Prof. Dr. Herwig  
Brunner.



## ZWEISTUFIGE HOCHLASTFAULUNG – ENERGIE STATT KLÄRSCHLAMM

Das IGB hat bereits 1982 ein zweistufiges Hochlastverfahren patentiert, das 1994 erstmals, nach Anpassung an die besonderen Herausforderungen von Klärschlämmen auf der Kläranlage Leonberg (60 000 Einwohnerwerte) in einer technischen Dimension realisiert wird. Die Stabilisierung erfolgt in zwei Reaktoren, die beide bei gleicher oder unterschiedlicher Temperatur (mesophil/thermophil) betrieben werden können. Die Hochlastfaulung setzt den Schlamm in wesentlich kleinerem Raum sehr viel schneller und kostengünstiger zu Biogas um als herkömmliche Faultürme. Betriebliche Probleme wie übermäßige Schaumbildung treten nicht mehr auf. Der Prozess unterscheidet sich von herkömmlichen Faulprozessen durch geringere Verweilzeiten (5–7 anstatt 20 und mehr Tage) und höhere organische Raumbelastungen (8–10 anstatt 1–2 kg/m<sup>3</sup>\*d),

verbesserten Abbaugrad (50 bis 70 Prozent der organischen Trockensubstanz) und erhöhte Biogausausbeute.

Eine später in Heidelberg realisierte Ertüchtigung der Altfaulung durch Vorschaltung einer Hochlastvorstufe mit Erweiterung der Hochlastfaulung um eine Mikrofiltration (Rotationsscheibenfilter) führt durch Aufkonzentrierung der Biomasse zu einer weiter erhöhten Biogasmenge. Zusätzliche Vorteile sind eine verbesserte Entwässerung des Restschlammes und dadurch bedingt geringere Schlammengen. Das partikelfreie Filtrat ist zudem reich an Ammonium und Phosphor, die durch Strippung (Ammoniak) oder Fällung (Magnesiumammoniumphosphat, MAP) bzw. elektrochemisch zurückgewonnen und als Dünger genutzt werden können.

Das Hochlastverfahren wird inzwischen von sechs kommunalen Kläranlagen erfolgreich betrieben. Im Jahr 2007 ging es erstmals auch für eine kleinere Kläranlage des Abwasserzweckverbands Mittleres Wutachtal (10 000 Einwohnerwerte (EW)) als einstufiges Verfahren in Betrieb und ersetzt dort eine herkömmliche Faulung. 2012 wurde die Hochlastfaulung erstmals mit einem Gaslift-Schlaufenreaktor anstelle des bisherigen Phasenmischsystems auf der Kläranlage Bad Dürrenberg (26 000 EW) realisiert. Durch die vereinfachte Bauform konnten erhebliche Investitionskosten gespart werden.

- 1 *Anlage in Heidelberg.*
- 2 *Faultürme in Leonberg.*

### 1995

Das Zentrale Chemikalien- und Schadstofflager geht in Betrieb.



Das Zentrale Chemikalien- und Schadstofflager mit Analytik-Labor und Technikum für den Umgang mit Gefahrstoffen wird in Betrieb genommen. Es steht dem gesamten Fraunhofer-Campus Stuttgart zur Verfügung.

Das IGB vernetzt sich mit anderen Fraunhofer-Instituten. Mit dem Fraunhofer IPA am Standort Stuttgart wird auf dem Sektor Genomanalyse eine gemeinsame Studie für ein Leitprojekt geplant, mit dem Fraunhofer ILV (heute IVV) München die Gründung eines Fraunhofer-Demonstrationszentrums für prozessintegrierte Umwelttechnik.

### 1996

Prof. Dr. Josef Wissler verlässt das Institut. Die Abteilung Technische Biochemie wird neu organisiert.

### 1995

Das IGB plant eine verstärkte Kooperation mit dem IPA, um die biotechnologischen Grundlagen ingenieurwissenschaftlich zu integrieren.

Die 3. Förderphase des ZSP Bioverfahrenstechnik mit einer Laufzeit von 1996 bis 1999 beginnt. Prof. Brunner übernimmt die Funktion des Sprechers bis Ende 1999.

Der BioRegio-Wettbewerb des BMBF hat mitgeholfen, dass sich die Akzeptanz für Biotechnologie und Gentechnik in Deutschland zum Positiven gewendet hat. Diese Veränderung bietet auch dem IGB die Chance, sich mit neuem Schwung in der Umsetzung von biotechnologischen Fragestellungen in der Wirtschaft zu positionieren.

Nicht zuletzt durch das Humangenomprojekt sind DNA-gestützte Diagnostikverfahren auf dem Vormarsch und lösen, vor allem für den Nachweis von Infektions-, Erb- oder Krebserkrankungen, immer mehr klassische biochemische

### 1996

Die 3. Förderphase des ZSP Bioverfahrenstechnik beginnt, Prof. Brunner wird Sprecher bis Ende 1999.

Verfahren ab. In einer Kooperation zwischen IGB und IPA soll mit dem Leitprojekt »Effizienzsteigerung in der Genomanalyse« ein miniaturisiertes, vollautomatisiertes DNA-gestütztes Diagnosesystem entwickelt werden und Fraunhofer als kompetenten Entwickler in der modernen Biotechnologie platzieren. Das Projekt ebnet den Weg für viele weitere Entwicklungen, bei der die biologisch-medizinische Expertise des IGB erst durch die ingenieurwissenschaftliche Integration in Systeme, Apparate und Anlagen marktfähig wird, von den Anfängen zur DNA-Chipentwicklung, über Probenvorbereitungssysteme und Mikrosystemtechnik, Grenzflächen- und Hybridisierungsmethoden bis zur »Hautfabrik«.

### 1996

Eine automatisierte DNA-Probenvorbereitung soll zur Effizienzsteigerung in der Genomanalyse beitragen.





### 1996

Das Demonstrationszentrum für prozess-integrierte Umwelttechnik wird eingeweiht.

Am 21. März wird das gemeinsam mit dem Fraunhofer ILV (heute IVV) geplante Demonstrationszentrum für prozess-integrierte Umwelttechnik nach zehnmonatigem Umbau im Technikum am Standort Stuttgart übergeben. Am 5. Juli folgt die offizielle Eröffnung mit einem Informationstag über Konzeption, Programm und Leistungsangebot des neuen Anlagen- und Entwicklungszentrums.

Vom 20.–21. September können sich interessierte Bürger beim BioRegio-Forum Stuttgart/Necker-Alb im Rahmen des bundesweit ausgeschriebenen BioRegio-Wettbewerbs darüber informieren, auf welchen Gebieten das Fraunhofer IGB und Unternehmen im Bereich der Biotechnologie tätig sind.

### 1996

Das im September stattfindende Bio-Regio-Forum informiert interessierte Bürger über Biotechnologie am IGB und in Unternehmen.

Die Arbeiten zur Entwicklung von keramischen Filterkassetten als Mikro- und Ultrafiltrationsmembranen (Spinellschichten) werden abgeschlossen und – inkl. einer automatisierbaren Vorrichtung zur Fügung von keramischen Scheiben zu Filterkassetten – an die Firma Kerafol übergeben.

Am 18. Dezember erhält Herr Dr.-Ing. Peter Börgardts auf Vorschlag der Fakultät Verfahrenstechnik der Universität Stuttgart den Lewa-Preis für seine herausragende Dissertation »Prozessentwicklung zur kombinierten Produktgewinnung und Abwasserreinigung am Beispiel der Milchsäureproduktion aus Molke«.

### 1996

Mit den beiden Arbeitsgruppen »Grenzflächenchemie und Technik« unter Dr. Günter Tovar (*links*) und »Biochemie« unter Dr. Jürgen Bernhagen (*rechts*) wird der Lehrstuhl für Grenzflächenverfahrenstechnik aufgebaut.



Der Lehrstuhl für Grenzflächenverfahrenstechnik LGVT wird mit zwei Arbeitsgruppen aufgebaut. Mithilfe neuer Erkenntnisse zum Aufbau anorganischer und polymerer Strukturen und deren Wechselwirkungen mit Molekülen biologischen Ursprungs sollen die in der Gruppe Biochemie untersuchten Biomoleküle dabei auch zur gezielten Funktionalisierung von Grenzflächen eingesetzt werden – zur Entwicklung von Biosensoren und Biochips sowie zur Aufklärung molekularer Wechselwirkungen und Signalergebnisse. Gemäß seinem Bildungsauftrag, wissenschaftlichen Nachwuchs mit ingenieurwissenschaftlich geprägtem Denken für die Bereiche Biomedizin und Biotechnologie heranzubilden, wird die Basis mit einem jungen Team von Doktoranden und Diplomanden gelegt.



1997

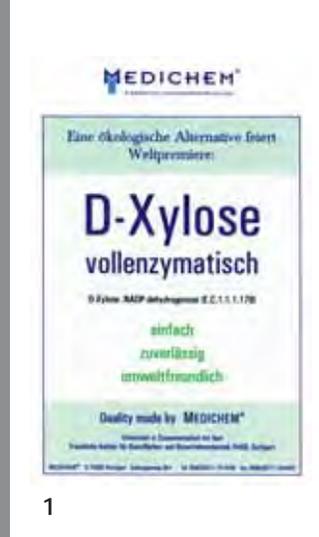
Prof. Dr. Rolf Schmid (*links*) wird Abteilungsleiter Technische Biochemie und Zellbiologie, Dipl.-Ing. Norbert Stroh (*rechts*) für Membran- und Prozesstechnik.

1997

1997 ist ein schwieriges Jahr, da sich die Industrie aufgrund der wirtschaftlichen und politischen Situation kaum in mittel- und langfristigen Forschungsvorhaben engagiert.

Prof. Dr. Rolf Schmid vom Institut für Technische Biochemie an der Universität Stuttgart wird vorübergehend Leiter der Abteilung Technische Biochemie und Zellbiologie. Dipl.-Ing. Stroh wird offiziell Abteilungsleiter für Membran- und Prozesstechnik.

Ein stärkeres Zusammengehen der biotechnologisch ausgerichteten Fraunhofer-Institute ist eingeleitet.



1



2

## ENZYMATISCHE BESTIMMUNG VON D-XYLOSE

Xylose (Holzzucker) wird in der medizinischen Diagnostik im sogenannten Xylose-Belastungstest eingesetzt, um verschiedene Formen von Dünndarm- und Nierenerkrankungen zu erfassen. D-Xylose wird dabei relativ unspezifisch mittels Benzidin oder Bromanilin, toxischer und umweltbelastender Substanzen, nachgewiesen. Mithilfe der am IGB aus Säugergewebeabfällen (Schweine-Augenlinsen) von Schlachthöfen isolierten, sequenzierten und charakterisierten D-Xylose:NADP-dehydrogenase (E.C.1.1.1.179) wird für die Stuttgarter Firma Medichem ein vollenzymatischer Nachweis für D-Xylose entwickelt und in Form eines handlichen Kits auf den Markt gebracht.

- 1 *Deckblatt der Packungsbeilage der umweltfreundlichen, vollenzymatischen D-Xylose-analytik.*
- 2 *Handelspackung.*



## FORSCHUNG UND TECHNOLOGIE FÜR UMWELTSCHUTZ UND RECYCLING



Das Fraunhofer-Demonstrationszentrum für prozessintegrierte Umwelttechnik, ein für die Dauer von fünf Jahren mit zentralen Mitteln der Fraunhofer-Gesellschaft gefördertes Demonstrationsvorhaben von Fraunhofer ILV und IGB, ist spezialisiert auf die Vermeidung, Verwertung und Behandlung von Abfällen aus Industrie und Gewerbe. Schwerpunkt ist die Behandlung industrieller Schlämme. An Demonstrationsanlagen im Technikum werden Konzepte und Technologien zur Vermeidung, Verwertung und Behandlung von Abfällen entwickelt, die in produzierenden Unternehmen zur Senkung der Entsorgungskosten beitragen. Unter anderem werden Techniken zur Rückgewinnung von Silizium aus Schleifschlämmen der Halbleiterproduktion, zum Metallrecycling und zur Entgiftung von Galvanikschlämmen, zur biologischen Behandlung von Kühlschmieremulsionen mit Metallrückgewinnung, aber auch zur anaeroben biologischen Behandlung organischer

industrieller Schlämme und Klärschlämme entwickelt. Im Demonstrationszentrum werden auch die Hochlastfaulung und Entwicklungen wie der Festbettumlaufreaktor und der Rotationsscheibenfilter entscheidend vorangetrieben. Neben der Technologieentwicklung dient das Demonstrationszentrum als Schaufenster für moderne Umwelttechnologie und wird von zahlreichen, nationalen und internationalen Gästen, aus Industrie und Politik besucht.

- 1 *Modernste Apparaturen stehen den Wissenschaftlern zur Verfügung.*
- 2 *Blick ins Demozentrum.*



### 1997

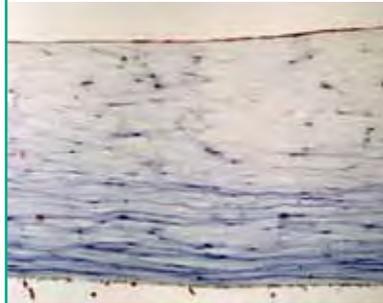
Dr. Bauser wird feierlich in den Ruhestand verabschiedet.

Mitte des Jahres wird der stellvertretende Institutsleiter Dr. Bauser nach 20 Jahren am IGB feierlich in den Ruhestand verabschiedet. Er bleibt dem Institut mit seinem von Institutsleitung und Mitarbeitern geschätzten Wissen weiterhin verbunden.

Ein In-vitro-Augenhornhautmodell bietet eine adäquate Ersatzmethode für den am lebenden Kaninchen durchgeführten Augenreiztest (Draize-Test), mit dem Kosmetika getestet werden. Hierzu werden Endothel-, Epithel- und Stromazellen aus der Cornea fetaler Schweine isoliert, kultiviert und charakterisiert und ein dreidimensionales Modell aufgebaut. Analog zur Cornea in vivo bildet sich nach zweiwöchiger Kultivierung eine Basalmembran – ein Befund, der eindrucksvoll zeigt, dass die kultivierten Zellen

### 1997

Ein In-vitro-Augenhornhautmodell bietet eine adäquate Ersatzmethode für den am lebenden Kaninchen durchgeführten Augenreiztest.



einen organotypischen Phänotyp ausbilden. Das Corneamodell wird später auch aus humanen Zellen aufgebaut.

Neue keramische Membranfilter aus Aluminiumoxid bieten gegenüber Polymermembranen erhebliche Vorteile: Sie lassen sich sehr gut regenerieren, sind (dampf)sterilisierbar und stabil gegen Chemikalien und hohe Drücke. Am Fraunhofer IGB wird ein Membranmodul mit hoher Packungsdichte entwickelt. Es fasst 29 Flachmembrankassetten zusammen und erleichtert so ein Scale-up.

Im Juni 1997 besuchen Ulrich Müller MdL, Staatssekretär im baden-württembergischen Ministerium für Umwelt und Verkehr, die Ministerialräte im Umweltministerium Stephan Gloger, Leiter des Referats Ökologie und For-

### 1997

Am Fraunhofer IGB wird ein Membranmodul mit hoher Packungsdichte entwickelt. Es fasst 29 Flachmembrankassetten zusammen und erleichtert so ein Scale-up.



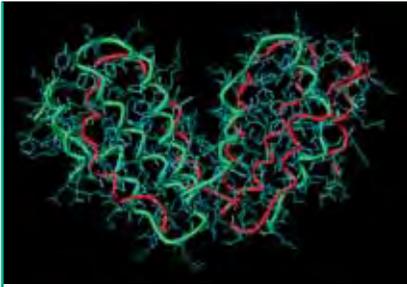
schung und Mitglied im Beraterkreis des Demonstrationszentrums, und Rüdiger Beyl, Leiter des Referats für anlagenbezogenen Gewässerschutz, sowie der Prorektor der Universität Stuttgart Prof. Dr. Holger Jeske das Fraunhofer IGB, um sich über die Umweltforschung am Institut zu informieren.

Prof. Brunner wird als kooptiertes Mitglied in die Fakultät Chemie der Universität Stuttgart aufgenommen. Damit ist seine Mitsprache in nun drei Fakultäten der Universität Stuttgart gefragt: Neben der Chemie in der Heimatfakultät des LGVT Verfahrenstechnik/Kybernetik ebenso in der Biologie, wo Prof. Brunner schon zuvor kooptiertes Mitglied geworden war.



### 1997

Im Demonstrationszentrum findet das Membrankolloquium statt.



**1997**

IGB-Mitarbeiter Dr. Gero Waschütza aus der Hannoveraner Gentechnikgruppe erhält den internationalen Interferon-Preis in San Diego für ein hitzestabiles Interferon-gamma.

Der in der Hannoveraner Gentechnik-Arbeitsgruppe tätige Wissenschaftler Dr. Gero Waschütza erhält im Oktober 1997 in San Diego den internationalen Interferon-Preis für die Entwicklung eines modifizierten Interferon-gamma, das hitzestabiler ist als sein natürliches Vorbild ist. Über Computermodellierung war es ihm gelungen, aus der dreidimensionalen Struktur des Proteins Insertionsstellen für Disulfidbrücken mit präziser Geometrie zu berechnen und die Varianten gentechnisch herzustellen.

Im Dezember 1997 nimmt Priv.-Doz. Dr. Otto einen Ruf zum C4-Professor für Molekularbiologie und Protein-design an der Tierärztlichen Hochschule Hannover an.



**1997**

Die Bauarbeiten für den Erweiterungsbau zwischen B alt und B neu beginnen.

Priv.-Doz. Dr. Trösch wird am 18. Dezember 1997 zum apl. Professor für Biotechnologie an der Fakultät Allgemeine und Angewandte Naturwissenschaften der Universität Hohenheim ernannt.

Durch Umbaumaßnahmen wurden auf 300 m<sup>2</sup> neue Labors für die Zellkulturtechnik, teilweise nach Sicherheitsstufe S-1 und GMP, bereitgestellt. Die Bauarbeiten für den Erweiterungsbau zwischen B alt und B neu beginnen.

Die Mitarbeiterzahl ist auf 128, der Betriebshaushalt auf 13,3 Mio DM gewachsen.

**1997**

Priv.-Doz. Dr. Trösch wird zum apl. Professor für Biotechnologie an der Universität Hohenheim berufen.



**1998**

Auf der Messe Innovation in Leipzig zeigt das IGB einen Festbettreaktor mit umwälzbaren Partikeln.

**1998**

Ein Festbettumlaufreaktor wird entwickelt, dessen Partikel, auf denen die Biomasse immobilisiert wird, von Zeit zu Zeit umgewälzt werden. Der Betrieb, beispielsweise in der Abwasserreinigung, ist dadurch weniger störanfällig.

Eine Anlage zur Elektrodialyse mit bipolaren Membranen präsentiert das IGB auf der Hannover Messe am Fraunhofer-Themenstand »Kreislaufwirtschaft/Produktkreisläufe«. Im Auftrag einer Molkerei wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem Molkereiabwasser gereinigt und Milchsäure als Wertstoff hergestellt wird. Besonders leistungsfähige Milchsäurebakterien setzen den in der Molke enthaltenen Milchzucker zu Milchsäure (Lactat) um. Durch Filtrationsverfahren und bipolare Elektrodialyse wird das Lactat vom



**1998**

Ein Workshop zum Thema »Gentechnik« mit Priv.-Doz. Dr. Otto findet in den Hörsälen des Stuttgarter Institutszentrums statt.

**1998**

»Tensioline« wird auf der Analytica in München vorgestellt.



**1998**

Die ersten Prüflaboratorien in der Zentralen Analytik und in der Oberflächenanalytik (ESCA) (*Bild*) werden akkreditiert.

**1998**

Der Lehrstuhl für Grenzflächenverfahrenstechnik LGVT wird in Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik IGVT umbenannt.

Abwasser abgetrennt und in die als chemischen Grundstoff nutzbare Milchsäure überführt.

Mit »Tensioline« entwickelt das Fraunhofer IGB die Tensiometrie weiter, bei der die Oberflächenspannung einer wässrigen Lösung gemessen wird, um daraus die gelöste Tensidmenge abzuleiten. Das Gerät ist einfach zu handhaben und kann zur parallelen Online-Überwachung von Prozess- und Reinigungsbädern oder aber in Oberflächen-gewässern eingesetzt werden.

Mittels »Hydrophobicity Engineering«, das heißt dem Austausch hydrophober Aminosäuren durch hydrophile auf Genebene, gelingt es, ein Interferon-beta mit erhöhter

Löslichkeit herzustellen. Das körpereigene Protein wird zur Behandlung von Multipler Sklerose eingesetzt. In anschließenden Tierversuchen wird gezeigt, dass die Variante auch pharmakologisch stabiler und damit besser bioverfügbar ist als das herkömmliche Interferon-beta.

Ein umfassendes Qualitätsmanagementsystem wird aufgebaut und die ersten Prüflaboratorien in der Zentralen Analytik und in der Oberflächenanalytik (ESCA) akkreditiert. Dies ermöglicht dem Institut dokumentierte Qualitätsstandards, auch für solche Methoden, die mangels genormter Vorschriften am IGB selbst entwickelt werden. Die Akkreditierung stellt so ein Qualitätskriterium dar, wenn es darum geht, analytische Arbeiten im Rahmen von Forschungsarbeiten für externe Kunden zu akquirieren.

Der Fakultätsrat der Universität beschließt zum 1. Juli 1998 die Umbenennung des Lehrstuhls für Grenzflächenverfahrenstechnik zum Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik IGVT. Damit wird der Bedeutung der Forschung am IGVT in der Fakultät und Universität Rechnung getragen.

Gemeinsam mit der Fachgruppe Umweltmikrobiologie der Vereinigung für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie VAAM veranstaltet das IGB am 28. und 29. September einen zweitägigen Workshop zum Thema »Abbau chlorierter Kohlenwasserstoffe«. In vier Themenblöcken mit 22 Fachvorträgen aus Deutschland und den USA wird ein Bogen von der universitären Grundlagenforschung bis zur Sanierung CKW-kontaminierter Altlasten mit konkreten Fallbeispielen gespannt.

### 1998

Fraunhofer IGB, ICT und UMSICHT organisieren gemeinsam mit der University of Pittsburgh das »Symposium on Environmental Engineering« in den USA.



### 1999

Der Erweiterungsbau ist fertiggestellt, die Nachwuchsgruppen und IGVT-Mitarbeiter ziehen ein.



### 1999

Ein Hauptthema der Nachwuchsgruppe um Dr. Steffen Rupp (*Bild*) ist das automatisierte Screening nach katalytisch und pharmazeutisch wichtigen Proteinen in hohem Durchsatz.

### 1999

Die Gruppe um Dr. Tovar beschäftigt sich mit dem Aufbau biomimetischer Grenzflächen für den kontrollierten Stofftransport.



Globalisierungstendenzen haben auch Forschung und Entwicklung erfasst. Eine FuE-Portfolio-Analyse lässt die Expansion im Umweltbereich auf dem Zielmarkt USA sinnvoll erscheinen. Kontakte von Fraunhofer IGB, ICT und UMSICHT zu potenziellen Partnern, insbesondere der University of Pittsburgh, werden verstärkt und münden in einem gemeinsamen U.S./German Symposium on Environmental Engineering in Pittsburgh im November.

Zum Jahreswechsel 1998/99 werden zwei durch das BMBF sowie das Land Baden-Württemberg für fünf Jahre geförderte Nachwuchsforschergruppen für das Fraunhofer IGB bewilligt. Die Nachwuchsforschergruppe »Proteinscreeningsysteme« erhält die Doppelspitze Dr. Steffen Rupp und Dr. Franz-Josef Johannes. Dr. Tovar, seit 1996

am LGVT, wird zum Leiter der zweiten Gruppe »Biomimetische Grenzflächen« benannt.

### 1999

Der Erweiterungsbau mit drei Stockwerken wird 1999 eingeweiht. Die Nachwuchsgruppen ziehen ein.

Im Mittelpunkt der Nachwuchsgruppe um Dr. Rupp steht das automatisierte Screening nach katalytisch und pharmazeutisch wichtigen Proteinen in hohem Durchsatz, unter anderem mit DNA-Mikrochips. Aufgrund seines profunden Know-hows über die Infektionsmechanismen von *Candida albicans*, einer humanpathogenen Hefe, die bei immunsupprimierten Patienten zu lebensbedrohlichen Infektionen führen kann und deren Genom in jüngster Zeit

vollständig entschlüsselt wurde, soll die Chip-Technologie zunächst am Beispiel des *Candida*-Genoms etabliert werden. Parallel sollen weitere Systeme etabliert werden, um Proteome zu vergleichen.

Der Aufbau biomimetischer Grenzflächen für den kontrollierten Stofftransport, bei denen biologische Systeme nachgeahmt und mit den Vorteilen synthetischer Systeme verknüpft werden, bildet den Fokus der Nachwuchsgruppe um Dr. Tovar. Für den Aufbau der Transport- und Erkennungssysteme sollen selbstorganisierende supramolekulare Bausteine eingesetzt werden, beispielsweise Self-assembled Monolayers (SAM) oder polymere Nanopartikel, welche mit einer Oberfläche ausgestattet werden, die spezifisch Moleküle oder molekulare Funktionen erkennt.

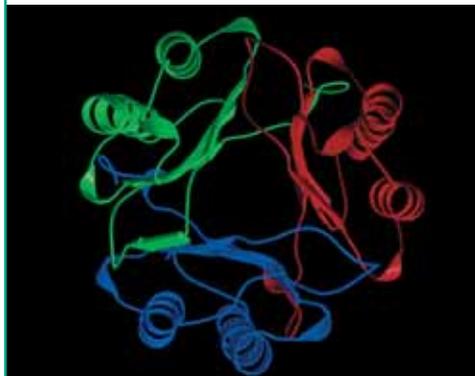


**1999**

Dr. Thomas Graeve übernimmt die Leitung der neuen Abteilung Zellsysteme.

**1999**

Dr. Bernhagen wird Leiter der Abteilung Molekulare Biotechnologie. Eines der Themen ist die Aufklärung der molekularen Wirkmechanismus des Cytokins MIF.



**1999**

Das IGB nimmt an der Bio-technica in Hannover teil.

**1999**

Das IGB legt eine erste, von der Fraunhofer-Gesellschaft empfohlene Institutsstrategie vor.

Prof. Schmid verlässt das IGB wieder. Dr. Bernhagen, der die Arbeitsgruppe Biochemie am IGVT seit 1995 leitet, übernimmt zusätzlich die Leitung der Abteilung Molekulare Biotechnologie. Dr. Thomas Graeve wird Leiter der neuen Abteilung Zellsysteme.

Eines der Themen der Abteilung unter Dr. Bernhagen ist die Aufklärung des molekularen Wirkmechanismus des Cytokins MIF (macrophage migration inhibitory factor), das als proinflammatorischer Immun- und neuroendokriner Faktor eine Rolle bei septischem Schock, Spättyp-hypersensitivität oder der Rheumatoiden Arthritis spielt. Trotz aufgeklärter Proteinstruktur ist die molekulare Wirkung noch nicht im Detail bekannt, auch deshalb, weil bisher kein MIF-Rezeptor identifiziert werden konnte. Da die

Entwicklung von Therapien gegen MIF genau diese Kenntnis der biochemisch-molekularbiologischen Wirkungsmechanismen voraussetzt, arbeiten IGVT und IGB Hand in Hand. Eine detaillierte Struktur-Funktionsanalyse führt zur Entdeckung, dass MIF auch enzymatisch aktiv ist – als Thiolprotein-Oxidoreduktase – und dass die entzündungsfördernden Eigenschaften von MIF auch enzymatisch vermittelt werden. Kurze Zeit später kann die Arbeitsgruppe auch ein erstes MIF-Targetprotein identifizieren und patentieren lassen.

Das IGB wird neu strukturiert. Die Nachwuchsgruppe Biomimetische Grenzflächen bildet mit den Abteilungen Membran- und Prozesstechnik sowie Grenzflächenverfahrenstechnik die Säule Membran- und Grenzflächentechnologie.

Die Nachwuchsgruppe Proteinscreeningsysteme ergänzt die Abteilungen Gentechnologie und Biotechnologie zur Säule Bio-/Gentechnologie und Zellbiologie. Die dritte thematische Grundsäule, Umweltbiotechnologie, wird durch die Abteilungen Technische und Chemische Mikrobiologie gebildet.

Das IGB legt eine erste, von der Fraunhofer-Gesellschaft empfohlene Institutsstrategie vor.

Die Fraunhofer-Management-Gesellschaft macht, auf Empfehlung der Evaluierungskommission, in einer umfassenden Studie eine Bestandsaufnahme der Biotechnologie bei Fraunhofer, um Empfehlungen für die Zukunft auszusprechen. Hintergrund ist ein Beschluss des Senats der

### 1999

Eine vom BMBF geförderte Forschungs-kooperation mit der BASF, um ein neues Enzymscreeningverfahren zu entwickeln.

### 1999

Ein Forscherteam entwickelt mithilfe von Plasmatechnik ein Verfahren, den Verfall alter Bücher in Bibliotheken und Archiven aufzuhalten und bestehende Schäden zu beheben.



### 1999

Das IGB und sechs weitere Fraunhofer-Institute gründen den Themenverbund POLO®.



### 1999

Zwei der ersten drei Auszeichnungen für den Hugo-Geiger-Preis gehen an Thorsten Ulf Meyer und Angelika Spieth vom IGB.

Fraunhofer-Gesellschaft, die Biotechnologie in der Fraunhofer-Gesellschaft zu stärken.

Im Februar startet auf Initiative des IGB eine vom BMBF geförderte Forschungs-kooperation mit der BASF, bei der auch Institute der Universitäten Stuttgart, Tübingen und München beteiligt sind. Mit neuen Enzymscreeningverfahren auf molekularbiologischer Grundlage sollen zukünftig schneller als bisher industriell interessante Enzyme identifiziert und für die technische Anwendung optimiert werden. Dabei sollen auch die Enzyme solcher Organismen erschlossen werden, die sich nicht im Labor kultivieren lassen – über ein DNA-gestütztes Standort-Screening.

Ein interdisziplinäres Forscherteam, darunter Mikrobiologen und Plasmaforscher am IGB, entwickelt mithilfe von Plasmatechnik ein Verfahren, den Verfall alter Bücher in Bibliotheken und Archiven aufzuhalten und bestehende Schäden zu beheben. Das oxidativ zerstörte Papier kann mit reduzierenden Plasmen wieder gefestigt und mikrobielle Kontaminationen wie Pilzbefall mit Sauerstoff- und Wasserstoffplasmen beseitigt werden.

Sieben Fraunhofer-Institute, darunter das IGB, gründen den Themenverbund Polymere Oberflächen POLO®. Dr. Christian Oehr wird einer der drei Geschäftsführer.

Im August 1999 gründen Fraunhofer UMSICHT und Fraunhofer IGB ein Fraunhofer Office for Energy and Environment (CEE) in den Räumen der School of Engineering der University of Pittsburgh, USA. Die Mitarbeiter im Office analysieren das wissenschaftliche und wirtschaftliche Umfeld für ein späteres Fraunhofer Center und identifizieren Kooperationspartner und Fördermöglichkeiten.

Zwei der ersten drei Auszeichnungen für den Hugo-Geiger-Preis gehen am 27. Oktober 1999 in München an Thorsten Ulf Meyer für seine Diplomarbeit über verbesserte Interferon-beta-Varianten und Angelika Spieth für Untersuchungen zur biologischen Reinigung formaldehydbelasteter Abluft mit einem Biorieselbettreaktor.

---

# 50 JAHRE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

1999 feiert die Fraunhofer-Gesellschaft ihr 50-jähriges Bestehen. Die Unternehmen der Nachkriegsjahre sollte sie als kompetenter Partner mit Fördermitteln aus öffentlicher Hand und Spenden für wirtschaftsnahe Forschung unterstützen. 50 Jahre nach der Gründung ist die Fraunhofer-Gesellschaft mit 47 Instituten in Deutschland ein unverzichtbarer Bestandteil der bundesdeutschen Forschungslandschaft geworden.

## Hugo-Geiger-Preis

Zum 50-jährigen Bestehen der Fraunhofer-Gesellschaft stiftet die Bayerische Staatsregierung den Hugo-Geiger-Preis, mit dem ausgezeichnete Diplom- und Doktorarbeiten aus dem Gebiet der Life Sciences gewürdigt werden. Nachdem in den ersten Jahren nur Life-Sciences-Institute Bewerbungen einreichen dürfen, wird der Preis ab dem Jahr 2006 auch für andere Fachrichtungen außerhalb der Biotechnologie geöffnet, wenn die Arbeiten selbst einen Bezug zu den Lebenswissenschaften besitzen.

## Die Preisträger aus dem Fraunhofer-IGB:

### ■ 1999

**Thorsten Ulf Meyer:** Hydrophobic Engineering rekombinanter humaner Interferon-beta-Varianten

**Angelika Spieth:** Untersuchungen zur biologischen Reinigung formaldehybelasteter Abluft durch *Pseudomonas putida J3* in einem Rieselbettreaktor

### ■ 2000

**Dirk Rothenstein:** Identifizierung von Virulenzfaktoren in *Candida albicans*

**Christoph Dieterich:** In-vitro-Modellsysteme zur Charakterisierung von Virulenzmechanismen in *Candida albicans*

**Marc Schmidt-Supprian:** Protein C: Structure and anti-inflammatory mechanisms

### ■ 2001

**Constantin Urban:** Identifizierung von Virulenzfaktoren der Zellwand in *Candida albicans*

### ■ 2002

**Marc Röhm:** Verifikation potentieller Virulenzfaktoren in *Candida albicans*

**Christian Schmalz:** Molekularbiologisches Screening nach neuen Chitindeactylasen in marinen Mikroorganismen

### ■ 2003

**Sven Knecht:** Mikrostrukturierte Anlagerung biofunktionalisierter Nanopartikel mittels Photolithographie, Mikrokontaktstempeln und Mikroarrayer auf Glas-, Silizium- und Goldoberflächen

### ■ 2004

**Jochen Schwenk:** Neue Ansätze zur Identifizierung potenzieller Virulenzfaktoren in *Candida albicans*

### ■ 2005

**Xin Xiong:** Funktionelle Charakterisierung von Tsa1p in *Candida albicans*

**Silke Kersen:** Zelluläre Erweiterung des dreidimensionalen humanen Hautäquivalents mit mikrovaskulären Endothelzellen mit dem Ziel, ein In-vitro-Angiogenese-Modell zu etablieren

### ■ 2006

**Jan Hansmann:** Entwicklung eines Bioreaktors für den Einsatz im vaskularisierten Tissue Engineering

**Elena Lindemann:** Entwicklung alternativer Verfahren zur Genexpressionsanalyse

### ■ 2007

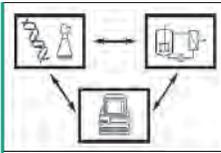
**Jacqueline Michaelis:** Aufbau eines dreidimensionalen humanen vaskularisierten Tumormodells

### ■ 2009

**Christian Grumaz:** Globale Methoden zur Analyse von Metatranskriptomen auf Einzelzellniveau

### ■ 2013

**Yannik Bantel:** Eine Protein-Protein-Interaktionsanalyse des Transkriptionsfaktors Tup1p mit Hilfe des erweiterten genetischen Codes



### 2000

Zum Abschluss des ZSP Bioverfahrenstechnik findet der 4<sup>th</sup> International Congress on Biochemical Engineering statt. Schirmherr ist Ministerpräsident Erwin Teufel, Besucher u. a. der ehemalige Ministerpräsident Dr. h. c. Späth.

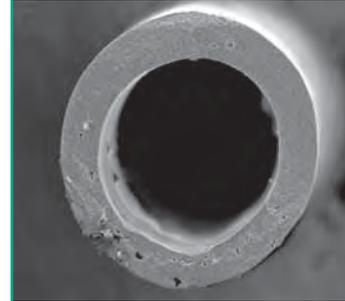
### 2000

Mit einem Nassspinnprozess werden poröse keramische Hohlfasermembranen mit einem Durchmesser von 0,2 bis 1,5 mm hergestellt.



### 2000

Dichte palladiumbeschichtete keramische Hohlfasermembranen werden zur Wasserstoffabtrennung erprobt.



### 2000

Auf der ACHEMA präsentiert das IGB einen neu entwickelten Photobioreaktor zur Kultivierung von Mikroalgen.

### 2000

Zum erfolgreichen Abschluss des ZSP Bioverfahrenstechnik, das mit dem Jahr 1999 endete, findet vom 16. bis 18. Februar unter der Schirmherrschaft von Ministerpräsident Erwin Teufel der 4<sup>th</sup> International Congress on Biochemical Engineering auf dem Stuttgarter Messegelände am Killesberg statt. In den Sessions Protein Design, Bioprocess Engineering, Environmental Biotechnology, Biocatalysis und Biosystems Engineering werden die Ergebnisse der dritten Förderphase vorgestellt. Der Mehrwert besteht vor allem auch in der Etablierung eines auch international hoch attraktiven Forschungsnetzwerks zwischen den Universitäten Stuttgart und Tübingen und dem Fraunhofer IGB.

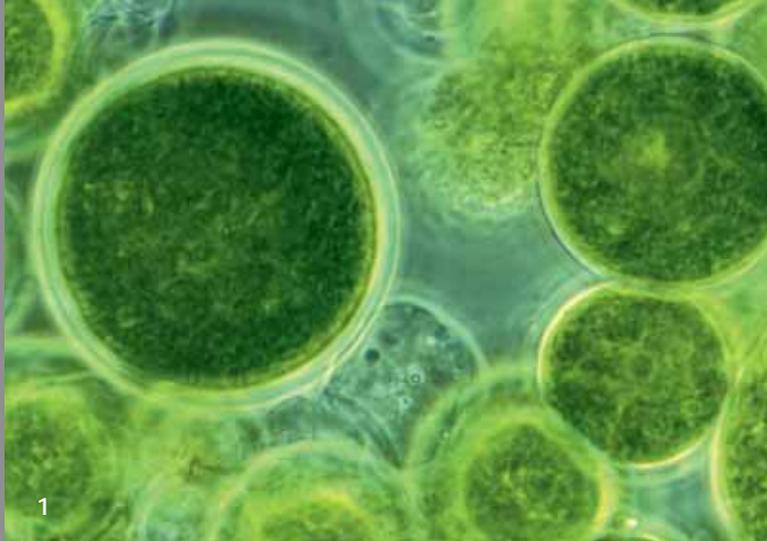
Am IGB können mit einem Nassspinnprozess keramische Hohlfasermembranen aus  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  mit Durchmessern von

0,2 bis 1,5 mm hergestellt werden. In Abhängigkeit vom verwendeten Ausgangsmaterial weisen sie Porengrößen größer 200 nm mit einer engen Porengrößenverteilung auf und können direkt zur Mikrofiltration eingesetzt werden. Für den Einsatz in der Ultrafiltration werden die Hohlfasermembranen zusätzlich mit Spinellschichten versehen; für den Einsatz in der Nanofiltration bringt das Fraunhofer IKTS amorphes Aluminiumoxid auf.

Für die Gastrennung spielen keramische Membranen bisher noch keine Rolle, da die in der Filtration gebräuchlichen Geometrien – Flach- und Rohrmembranen sowie Multikanalelemente – unhandlich sind. Auf der Grundlage eines Fällspinnverfahrens wird am IGB ein kostengünstiger Fertigungsprozess für poröse keramische Hohlfasern eta-

biert. Die Kapillarmembranen eignen sich mit Porenweiten größer als 200 nm und offenen Porositäten zwischen 25 und 50 Prozent als Träger für weitere Trennschichten. Kapillarmembranen mit einer Palladiumbeschichtung über Electroless Plating werden zur hochselektiven Abtrennung von Wasserstoff erprobt.

Mit Algen lassen sich – vollkommen kohlenstoffdioxidneutral – wertvolle Substanzen für die Chemie-, Pharma- und Lebensmittelindustrie herstellen, beispielsweise Vitamine und Farbstoffe, Speicherstoffe (Öle und Stärke) aber auch Pharmaka. Auf der ACHEMA präsentiert das IGB einen neu entwickelten Photobioreaktor mit dem Mikroalgen in hoher Zelldichte kultiviert und ausreichend mit Licht versorgt werden können.



1



2

## PHOTOBIOREAKTOR FÜR DIE KULTIVIERUNG VON MIKROALGEN

Um eine Vielzahl chemischer Grundstoffe für Lebens- und Futtermittel- oder die Kosmetikindustrie zu produzieren, brauchen Algen nichts weiter als Sonnenlicht, Kohlenstoffdioxid und mineralische Nährstoffe. Andere Algen produzieren Öle, die als Biokraftstoff nutzbar sind. Die Algenrestbiomasse kann zu Biogas als Energieträger vergoren werden. Für die wirtschaftliche Kultivierung von Mikroalgen hat das IGB eine Reaktorplattform entwickelt und patentieren lassen, die durch die Subitec GmbH, einem Spin-off des Fraunhofer IGB, produziert und vertrieben wird.

Der FPA-Reaktor (Flachplatten-Airlift-Reaktor) funktioniert nach dem Prinzip eines Airlift-Reaktors. Durch eine geringe Schichtdicke und gezielte Strömungsführung über statische Mischer wird der Reaktor voll durchmischt und eine verbesserte Licht- und Substratversorgung aller Algenzel-

len erreicht. Zwischen den statischen Mixern erzeugen aufsteigende Gasblasen eines Luft-CO<sub>2</sub>-Gemisches ein Strömungsprofil, in dem die Algen in kurzen Zeitabständen aus der unbeleuchteten Reaktorzone zum Licht an die Reaktoroberfläche transportiert werden. Mittels dieser Technik werden hohe (direkte) Sonnenlichtintensitäten auf alle Zellen gleichmäßig verteilt. So ist garantiert, dass alle Zellen ausreichend mit Licht versorgt und hohe Zelldichten erreicht werden. Dies erhöht die Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses.

Der Reaktor selbst wird preisgünstig mittels Tiefziehtechnik aus Kunststoffolie in Form von zwei Halbschalen inklusive der statischen Mischer hergestellt. Im Scale-up wurde das Reaktorvolumen der FPA-Reaktoren von 5 Liter auf zunächst 30 Liter und dann, durch die Subitec

GmbH, auf 180 Liter erhöht. In verschiedenen Pilotanlagen mit Reaktorvolumina von 1 bis 4 m<sup>3</sup> werden durch Hintereinanderschalten von Einzelreaktoren, die Reaktormodule unter Freilandbedingungen für die Herstellung von Algenbiomasse eingesetzt. Eine Forschungsanlage mit 11 m<sup>3</sup> Kulturvolumen wird heute am Fraunhofer CBP aufgebaut. Damit können Biomassen erzeugt werden für die Forschung zur Nutzung in einer Bioraffinerie. Für den Betrieb im Freiland wird eine Automatisierungsstrategie entwickelt, die selbstständig unter variierenden Temperatur- und Lichtbedingungen einen zweistufigen Prozess zur Produktion von ölreichen Algen ermöglicht.

1 *Haematococcus pluvialis*.

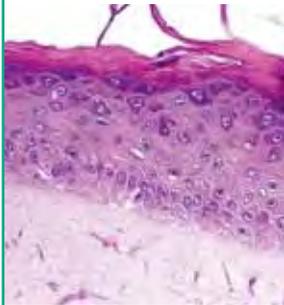
2 *Pilotanlage mit 180-Liter-Reaktoren*.

## 2000

Die Subitec GmbH wird als Spin-off aus dem IGB gegründet.

## 2000

Dr. Graeve erhält einen Fraunhofer-Preis für die Entwicklung eines künstlichen dreidimensionalen Hautmodells.



Am 8. September wird die Subitec GmbH als Spin-off aus dem Fraunhofer IGB gegründet mit dem Ziel, Algenbiomasse zur Grund- und Wertstoffgewinnung herzustellen. In diesem Kontext treibt Subitec auch das Scale-up des am IGB entwickelten Flachplatten-Airlift-Reaktors zur photoautotrophen Kultivierung von Mikroalgen voran und bringt einen Photobioreaktor mit 180 Liter Volumen auf den Markt, der über Reihenschaltung beliebig skalierbar ist.

Dr. Graeve, Abteilungsleiter Zellsysteme, wird für die Entwicklung eines künstlichen dreidimensionalen Hautmodells mit einem der drei Fraunhofer-Preise ausgezeichnet. Es besteht aus dermalen Fibroblasten (Unterhaut) und einer mehrschichtigen Epidermis (Oberhaut) und kommt

in seiner Struktur der menschlichen Haut sehr nahe. Kosmetika oder Chemikalien können so schnell, kostengünstig und zuverlässig auf ihre Wirkung untersucht werden – ohne Tierversuche.

Im gleichen Jahr gehen alle Hugo-Geiger-Preise an Diplomanden des IGB: Dirk Rothenstein identifiziert in seiner Diplomarbeit Proteine, die nur in krankheitserregenden *Candida*-Stämmen vorkommen, Christoph Dieterich baut ein Modellsystem des menschlichen Dickdarms auf, um Infektionsvorgänge von Krankheitserregern zu verfolgen. Marc Schmidt-Supprian untersucht in seiner Diplomarbeit die zellulären und molekularen Mechanismen, über die das Protein C entzündungshemmend bei der Therapie der Hirnhautentzündung wirkt.



## 2000

Alle Hugo-Geiger-Preise 2000 gehen an Diplomanden des IGB.

## 2000

Für den Vergleich des Proteinmusters klinischer *Candida*-Stämme mit dem eines nicht-pathogenen Stamms werden die Proteine mittels 2D-Gelelektrophorese aufgetrennt.



Die Preise zeigen, dass die Arbeiten der Nachwuchsgruppen bereits Früchte tragen. Für den Vergleich des Proteinmusters klinischer *Candida*-Stämme mit dem eines nicht-pathogenen Stamms werden die Proteine mittels 2D-Gelelektrophorese aufgetrennt. Dank eines sequenziellen Solubilisierungsverfahrens kann die Komplexität des Proteoms reduziert und differenziell exprimierte Proteine besser erkannt werden. Parallel dazu werden Virulenzfaktoren auf mRNA-Ebene identifiziert. Hierzu kommt ein erster DNA-Microarray zum Einsatz, mit dem Transkriptionsprofile der Zellwandproteine pathogener und nicht-pathogener Stämme verglichen werden können. Arbeiten für einen genomweiten DNA-Microarray von *C. albicans* und zur Analyse von Punktmutationen, die bei der Ausbildung von Resistenzen eine Rolle spielen, folgen. Die Virulenz



### 2000

In-vitro-Infektionsmodell humaner Haut zur Überprüfung der Virulenz unterschiedlicher *Candida*-Stämme. *Infektion rekonstituierter Haut mit einem klinischen Isolat von Candida albicans.*

der unterschiedlichen *Candida*-Stämme wird anschließend mit einem in Zusammenarbeit mit der Abteilung Zellsysteme entwickelten In-vitro-Infektionsmodell humaner Haut überprüft.

Über ein DAAD-Stipendium beteiligt sich das IGB an einem Wasseraufbereitungsprojekt im Staat Sao Paulo, Brasilien. Der Kontakt zur Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) ebnet den Weg für weitere Zusammenarbeit.

148 Mitarbeiter arbeiten am IGB.

### 2001

Im April 2001 erweitert das IGB im Auftrag des Abwasserzweckverbands Heidelberg das Heidelberger Klärwerk

### 2001

Das Heidelberger Klärwerk wird um eine Hochlaststufe erweitert.



um eine Hochlaststufe, um die Wirtschaftlichkeit der Klärschlammensorgung zu erhöhen, ohne die bisherige Entsorgungslinie außer Kraft zu setzen. Ein Jahr später zeigt sich, dass das Klärwerk auf wesentlich kleinerem Raum sehr viel schneller und effektiver den Klärschlamm zu Biogas umsetzt als zuvor.

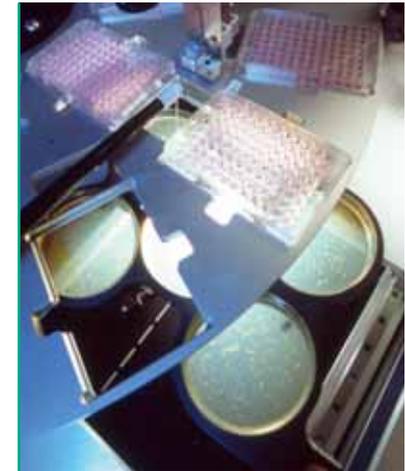
Am 22. Mai gibt die Jury die Sieger des vom BMBF ausgeschrieben BioProfile-Wettbewerbs bekannt. Die BioRegio STERN, das Netzwerk des Raums Stuttgart, Tübingen, Esslingen und Reutlingen wird mit ihrem Konzept zur Regenerationsbiologie, bei dem sich Prof. Brunner, Dr. Hugo Hämmerle (NMI) und BioRegio-Projektleiter Markus Siehr strategisch eingebracht haben, zu einem von drei Bundesiegern gekürt.

### 2001

Ein Verfahren zur schnellen Identifizierung neuer Wirkstoffe gegen pilzbedingte Erkrankungen wird entwickelt.

In diesem Zusammenhang kann das IGB ein Projekt zur Entwicklung neuer Wirkstoffe gegen pilzbedingte Erkrankungen einbringen mit dem Titel »Unterstützung der Geweberegeneration von Transplantat-Empfängern und Intensivpatienten durch neue Wirkstoffe gegen pilzbedingte Erkrankungen«. Daraus entwickelt sich eine lang andauernde Kooperation des IGB mit der Tübinger Firma EMC microcollections sowie eine neue geschützte Leitstruktur mit mehreren antimykotisch wirkenden Substanzen.

In dem 1999 gestarteten Projekt mit der BASF wird eine Screeningstrategie etabliert, mit der sich neue Enzyme aus im Labor nicht kultivierbaren Mikroorganismen finden lassen. Hierzu wurde die DNA mikrobieller Gemeinschaften, das sogenannte Metagenom, verschiedener Habitats



### 2001

Mit einer neuen Screeningstrategie werden Enzyme über Genbanken aus Umweltproben gewonnen.

## 2001

Am IGB entwickelter Rotations-scheibenfilter.



## 2001

Das von Fraunhofer UMSICHT und IGB initiierte Fraunhofer Center for Energy and Environment in Pittsburgh startet.



## 2001

Constantin Urban erhält den Hugo-Geiger-Preis.



## 2001

Der Fraunhofer-Verbund Life Sciences wird gegründet.

Von links: Prof. Rainer Fischer IME, Prof. Günter R. Fuhr IBMP, Prof. Uwe Heinrich ITEM, Prof. Brunner IGB.

direkt isoliert und über optimierte Expressionsvektoren in Wirtszellen eingebracht. Diese können nun direkt auf enzymatische Aktivitäten untersucht werden. Beispielsweise wurden auf diese Weise Esterasen gefunden, die auch ungewöhnliche Substrate umsetzen.

Eine Neuentwicklung am IGB sind rotierende keramische Membranfilter, die sich auch für die kommunale Abwasserreinigung eignen. Der Rotationsscheibenfilter benötigt im Vergleich zur üblichen Cross-Flow-Filtration 80–90 Prozent weniger Energie. Er wird vom IGB auf Kläranlagen und im Projekt DEUS 21 eingesetzt.

Im Juni 2001 nimmt das von Fraunhofer UMSICHT und IGB ins Leben gerufene Fraunhofer Center for Energy and

Environment (CEE) in Pittsburgh, USA, seine Geschäfte auf. Als erste Projekte sind die Entfernung von Schwermetallen aus Minensickerwässern sowie zur Vergärung und vollständigen Verwertung von Gülle geplant. Vorrangige Aufgaben sind auch die Suche nach einem amerikanischen Direktor, Räumlichkeiten und die Akquisition der Anschubfinanzierung durch den State of Pennsylvania, welche durch zentrale Mittel der Fraunhofer-Gesellschaft ergänzt werden soll. Als diese nicht bewilligt werden, zieht sich das IGB 2002 aus dem CEE zurück.

Für seine Forschungen an der Zellwand des Pilzes *Candida albicans*, aus der er mittels einer biochemischen Markierungsmethode dreißig teilweise noch unbekannte Zellwandproteine isoliert und identifiziert, wird Constantin

Urban, Nachwuchsforschergruppe Proteinscreeningsysteme, am 24. Oktober 2001 in Mainz mit dem Hugo-Geiger-Preis 2001 ausgezeichnet.

Die vier Fraunhofer-Institute IBMT, IGB, IME und ITEM schließen sich zum Fraunhofer-Verbund Life Sciences zusammen. Später kommen IZI, IVV und EMB hinzu.

Dr. Petra Koziollik erhält den Willy-Hager-Preis 2001 für ihre Dissertation »Cometabolischer Abbau von cis-1,2-Dichlorethen und Vinylchlorid durch Ethen-verwertende Bakterien«. Die Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie DECHEMA e. V. und die Wasserchemische Gesellschaft schreiben den Preis alljährlich im Namen der Willy-Hager-Stiftung in Stuttgart aus.



### 2001

Das IGB kooperiert mit der Universidade Metodista de Piracicaba im Rahmen der deutsch-brasilianischen Initiative »Wasser und Energie«.

Die deutsch-brasilianische Initiative »Wasser und Energie« soll das Wasser- und Abfallmanagement in Piracicaba verbessern. Mit einem Kooperationsvertrag besiegeln im November die Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) und das IGB ihre Zusammenarbeit. Dies markiert den Beginn eines intensiven Engagements in Brasilien, das über Workshops, Messebesuche, Einrichtung eines Kontaktbüros bis zu konkreten Projekten führt und heute noch andauert.

Prof. Knackmuss wird im Juni mit einem internationalen Symposium in den Ruhestand verabschiedet. Da sich der Bedarf im Bereich Umwelt von einer Entsorgung in Richtung Vermeidung verschoben hat, wird die Abteilung Chemische Mikrobiologie in die Abteilung Technische Mikrobiologie unter Prof. Trösch eingegliedert.

### 2002

Neuer Fraunhofer-Präsident wird Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger.



### 2002

Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger übernimmt das Amt des Fraunhofer-Präsidenten.

Dr. Graeve wechselt als CSO vom IGB zur Ars Arthro GmbH. Das Start-up-Unternehmen will das von ihm mitentwickelte Knorpeltransplantat produzieren. Sein Nachfolger als Abteilungsleiter Zellsysteme wird Dr. Hans-Georg Eckert.

Mit einer neuen 150 m<sup>2</sup> großen GMP-Einheit bietet das IGB vor allem jungen und kleinen Unternehmen ohne eigene Infrastruktur die Möglichkeit, zellbasierte Präparate nach Richtlinien der Good Manufacturing Practice herzustellen. Dies beinhaltet auch die komplette Verfahrensentwicklung. Für das Start-up-Unternehmen Ars Arthro,



### 2002

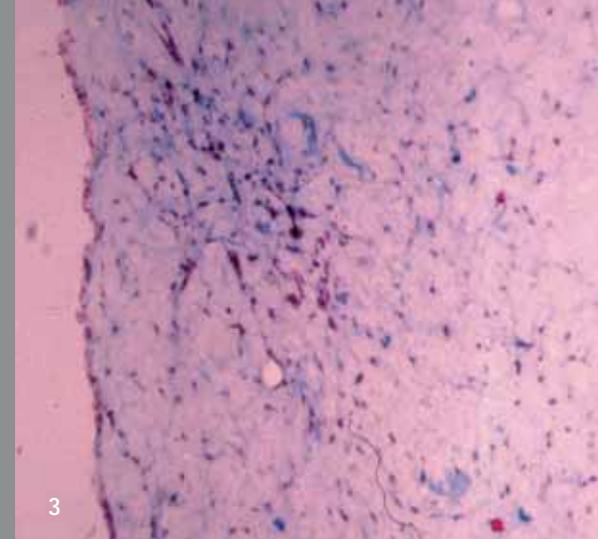
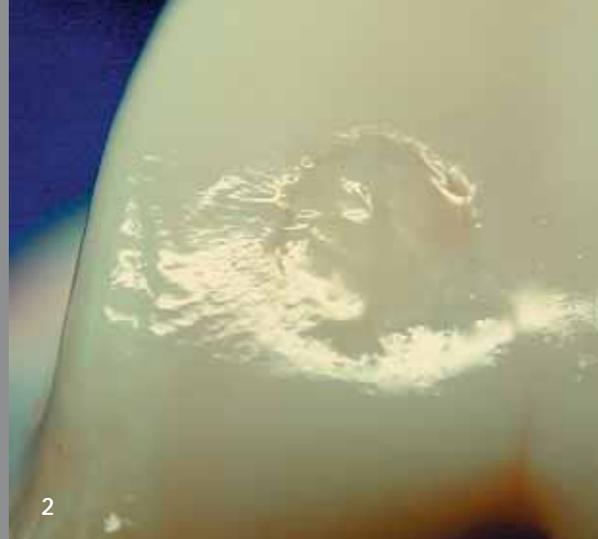
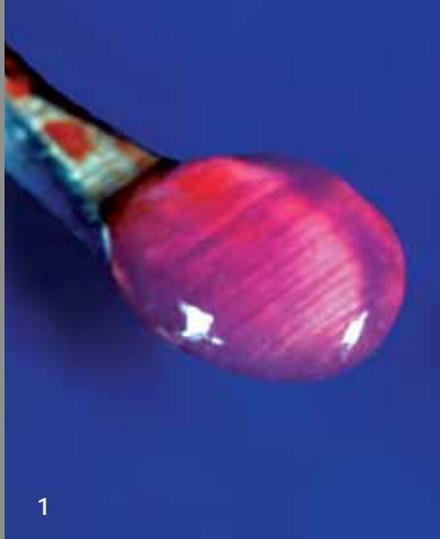
Eine neue GMP-Einheit soll zukünftig die Möglichkeit bieten, zellbasierte Präparate nach Richtlinien der Good Manufacturing Practice herzustellen.

### 2002

Das IGB bearbeitet erstmals Projekte, die von der EU gefördert werden.

welches das am IGB entwickelte Knorpeltransplantat in die Klinik bringen will, wird die erste Herstellungserlaubnis beantragt und später auch erteilt.

Als Folge der Mitarbeit Prof. Brunners in der Evaluierung des Forschungsprogramms Framework 4 der EU erschließt das IGB die Europäische Union als Fördergeber. Die ersten drei Projekte, an denen das IGB beteiligt ist, sind noch im 5. Forschungsrahmenprogramm angesiedelt. Im 6. Forschungsrahmenprogramm, das im Dezember lanciert wird, folgen bereits acht Projekte.



## AUTOLOGES KNORPELTRANSPLANTAT

Knorpelschäden im Knie sind folgenschwer und können noch Jahrzehnte später zu einer Arthrose, der weltweit häufigsten Gelenkerkrankung, führen. Eine Alternative zum künstlichen Kniegelenk sind biologische Therapieverfahren, bei denen im Labor vermehrte Knorpelzellen in den Defekt eingebracht werden. Ein Knorpeltransplantat mit patienteneigenen Zellen in einer stabilen Kollagenmatrix, das exakt in den defekten Knorpel eingepasst wird, vertreibt die Firma Arthro Kinetics unter dem Namen CaReS® – Cartilage Regeneration System. Das formstabile Transplantat geht auf eine Entwicklung am Fraunhofer IGB zurück.

Novum war eine Kollagen-Typ I-Matrix, deren Herstellungsverfahren für die Gesellschaft für Forschung und Zukunftsorientierung mbH (GFZO), aus der später die Firma

Ars Arthro hervorging, am IGB erarbeitet wurde. Hierzu werden die Knorpelzellen vor der Transplantation kultiviert, um zu prüfen, ob die Zellen weiterhin Kollagen-Typ II, ein wichtiges Knorpelprotein, produzieren können. Das Kollagen wird als Gel aufgearbeitet und mit einer exakt definierten Menge autologer Knorpelzellen vermengt. Resultat war erstmals eine mechanisch form- und belastbare Matrix. Nachdem das Implantat im Tierversuch mit Minipigs vielversprechende Ergebnisse zeigte, wurde am IGB die Herstellung mit humanen Knorpelzellen validiert, Kultivierungsbedingungen optimiert und Qualitätskontrollparametern festgelegt. Zur Herstellung des Transplantats für den klinischen Einsatz wurde am IGB eine GMP-Einheit aufgebaut, die qualifizierte Reinräume, Qualitätskontrollen, Personal und eine Qualitätssicherung umfasst. Das zuständige Regierungspräsidium in Tübingen erteilte eine

Herstellungserlaubnis und das Transplantat für die Firma Ars Arthro wurde am IGB hergestellt. Nach einer Umfirmierung ist das Knorpeltransplantat derzeit von der Firma ArthroKinetics mehrere hunderttausend Male mit großem Erfolg in Patienten implantiert und als zellfreie Variante weiterentwickelt worden. Es wurde auch von der US-amerikanischen FDA für den amerikanischen Markt zugelassen.

- 1 *Knorpel vor der Transplantation.*
- 2 *Ein Jahr altes Knorpeltransplantat.*
- 3 *Elektronenmikroskopaufnahme des Knorpels.*

## 2002

Das IGB bietet erstmals mit anderen Instituten am Campus einen »Girls' Day – Mädchen Zukunftstag« an.



## 2002

In der Kläranlage Heidelberg wird die herkömmliche Schlammfäulung durch eine vorgeschaltete Hochlastfäulung ergänzt.

## 2002

Mirjam Kilgus wird für die Herstellung von dichten Palladium-Kupferschichten auf porösen Hohlfaserträgern ausgezeichnet.

## 2002

Christian Schmalz erhält einen Hugo-Geiger-Preis für die reinere und schonendere Herstellung von Chitosan aus Krabbenpanzern.



Ein hochempfindlicher Halogenidsensor weist selbst geringste Konzentrationen von Chlorid in kleinen Probenmengen nach. Der Sensor ist Kernstück eines Messverfahrens, das in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPA parallelisiert und für den industriellen Einsatz automatisiert wurde.

Nachdem das BMBF 2001 den deutschlandweiten »Girls' Day – Mädchen Zukunftstag« gestartet hatte, bietet das Fraunhofer IGB erstmalig gemeinsam mit IAO und IPA am 25. April 2002 am Institutszentrum Stuttgart ein Programm an, um junge Mädchen für Forschung und Technik zu begeistern und ihnen Berührungspunkte vor diesen Berufsfeldern zu nehmen. Obwohl es derzeit mehr sehr gut ausgebildete Frauen in Deutschland gibt denn je, konzentrieren diese sich bei ihrer Berufswahl noch immer vorran-

gig auf bisher typische Frauenberufe. Seitdem ist der jährliche Girls' Day fester Bestandteil der Nachwuchsförderung am IGB.

Auf der Kläranlage Heidelberg wird die herkömmliche Schlammfäulung erfolgreich durch eine vorgeschaltete Hochlastfäulung ergänzt. Am 24. September wird die Hochlastfäulung mit einem Tag der offenen Tür eingeweiht.

Für ihre Diplomarbeit über »Metallische Membranen für die Wasserstoffabtrennung« erhält Mirjam Kilgus am 12. Juli 2002 einen von der EMTEC Magnetics GmbH ausgelobten Preis. Kilgus untersucht die Herstellung von dichten Palladium-Kupferschichten auf porösen Hohlfaserträgern

aus  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  für die Herstellung reinen Wasserstoffs in Brennstoffzellenanwendungen und Anwendungen in der chemischen Industrie.

Der Nachwuchsbiologe Marc Röhm erhält den Hugo-Geiger-Preis 2002 für die Identifizierung von Proteinen, die für die Entwicklung der Hyphen beim krankheitserregenden Pilz *Candida albicans* verantwortlich sind.

Christian Schmalz, Nachwuchsbiochemiker vom Fraunhofer IGB in Hannover, wird mit dem Hugo-Geiger-Preis gewürdigt. Mithilfe eines gentechnisch erzeugten Enzyms, einer Chitindeacetylase, gelingt es ihm, den gefragten Naturstoff Chitosan, ein Abbauprodukt aus den Chitinpanzern von Krabben, reiner und schonender herzustellen als zuvor.

## 2002

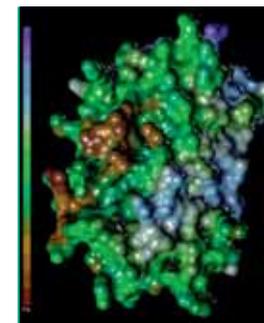
Die Zusammenarbeit mit dem chinesischen Dalian Institute of Chemical Physics zu keramischen Membranen wird mit dem »National Engineering Research Center of Membrane Technology« ausgedehnt.

## 2002

130 Mitarbeiter sind am IGB tätig.

## 2003

Kirsten Borchers und Dr. Achim Weber stellen einen neuartigen Chip mit einer Oberfläche aus Protein bindenden Nanopartikeln vor.



## 2003

Das rekombinante humane Interferon-beta mit erhöhter Löslichkeit wird patentiert.

Dr. Bernhagen erhält eine Professur am Universitätsklinikum der RWTH Aachen. Damit gibt er die Arbeitsgruppe am IGVT ab, bleibt dem IGB aber zunächst noch als Abteilungsleiter erhalten.

Bei der Entwicklung anorganischer Membranen arbeitet das IGB seit 1990 mit dem State Key Laboratory of Catalysis, Dalian Institute of Chemical Physics an der Chinese Academy of Sciences in China zusammen. Beginnend mit Prof. Dr. Xiong, dem früheren Institutsleiter in Dalian, waren inzwischen sieben Gastwissenschaftler aus Dalian am IGB. Die Grundlagenforschung der chinesischen Gastwissenschaftler hat dabei die Kompetenzen des IGB optimal ergänzt und dazu beigetragen, das Kompetenzfeld keramische Membranen am IGB zu etablieren. 2002 wird mit dem »National

Engineering Research Center of Membrane Technology« in Dalian eine weitere Kooperation aufgebaut.

130 Mitarbeiter am IGB erwirtschaften einen Betriebshaushalt von 9,1 Mio Euro.

## 2003

Einen neuartigen Chip mit einer Oberfläche aus Protein bindenden Nanopartikeln, mit dem Proteine direkt angereichert und massenspektrometrisch gemessen werden können, stellen Dr. Achim Weber und Kirsten Borchers im Mai beim 1. BMBF-Statusseminar »Neue effiziente Verfahren für die funktionelle Proteomanalyse« vor.

Im Juni 2003 erteilt das US Patent and Trademark Office ein Patent für das in der Arbeitsgruppe von Prof. Otto entwickelte rekombinante humane Interferon-beta mit erhöhter Löslichkeit (United States Patent 6,572,853). Das deutsche Patent ist bereits erteilt, das Europäische Patent in Aussicht gestellt. Die patentierte Interferon-beta-Variante hat neun ausgetauschte Aminosäuren. Sie wird in bakteriellen (*E. coli*) wie auch in Säugerzellen (CHO) exprimiert und aus diesen hochgereinigt. In beiden Fällen ist die lösliche Variante leichter bioverfügbar und pharmakokinetisch stabiler als die jeweils unmodifizierten Wildtyp-Proteine.

Für ihre Diplomarbeit zum Nachweis von Punktmutationen des humanpathogenen Pilzes *Candida albicans* mit einem Resistenz-Chip erhält Kathrin Zeller, Absolventin der Eu-

**2003**

Kathrin Zeller erhält den Max-Buchner-Preis.

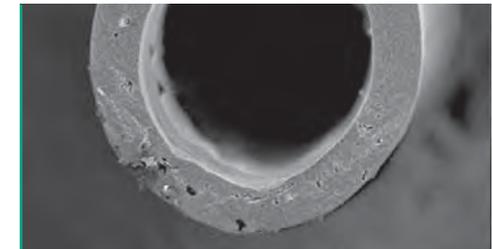


**2003**

Der Rotationsscheibenfilter wird auf der ACHEMA vorgestellt.

**2003**

Die Gruppe Anorganische Grenzflächen und Membranen wird in der Abteilung Grenzflächentechnologie und Materialwissenschaft angesiedelt. Dr. Thomas Schiestel wird ihr Leiter.



**2003**

Für die Sauerstoffabtrennung werden Hohlfasermembranen aus Perowskiten untersucht.

ropa-Fachhochschule Fresenius in Idstein, am 25. Juli den Max-Buchner-Preis 2003.

Sven Knecht ist einer der drei Preisträger des Hugo-Geiger-Preises 2003. Für seine Diplomarbeit »Mikrostrukturierte Anlagerung biofunktionalisierter Nanopartikel mittels Photolithographie, Mikrokontaktstempeln und Mikroarrayer auf Glas-, Silizium- und Goldoberflächen« wird er darüber hinaus mit dem Procter & Gamble-Förderpreis 2003 ausgezeichnet.

Mit Beginn 2003 wird die Projektgruppe Gentechnik durch die Rückkehr von Prof. Otto an die Tierärztliche Hochschule Hannover geschlossen. Prof. Otto bleibt dem IGB verbunden, um die Vermarktung der in seiner Gruppe

entwickelten Interferone-beta und -gamma zu unterstützen, was später – für das Interferon-beta – auch gelingt.

Ende August 2003 wird Dipl.-Ing. Stroh in den Ruhestand verabschiedet. In diesem Zug wird die Abteilung Membran- und Energiesysteme umstrukturiert. Dr. Thomas Schiestel, ein Mitarbeiter aus der Nachwuchsforschungsgruppe Biomimetische Grenzflächen, übernimmt diese als Gruppe Anorganische Grenzflächen und Membranen, die wie die Nachwuchsgruppe in der Abteilung Grenzflächentechnologie und Materialwissenschaft angesiedelt wird.

Nunmehr bilden die vier Abteilungen »Grenzflächentechnologie und Materialwissenschaft«, »Molekulare Biotech-

nologie«, »Zellsysteme« und »Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik« die Kompetenzbasis, mit der das Institut Forschung und Entwicklung für die Geschäftsbereiche »Molekulare Wirkstoffe für Pharma und Chemie«, »Organoide Zellsysteme«, »Funktionelle Oberflächen, Materialien und Membranen« sowie »Bio- und Membranverfahren für Umwelt und erneuerbare Energie« betreibt.

Ein Fokus der Arbeiten in der keramischen Membranentwicklung sind Hochtemperaturanwendungen. Als Träger für Wasserstoff-Trennmembranen kommen poröse  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Hohlfasermembranen zum Einsatz, die in einem ersten Schritt mit Palladium-dotierten Böhmit-Nanopartikeln und anschließend in einem Electroless-Plating-Verfahren mit Palladium beschichtet werden. Gasdichte Module werden

### 2003

Im Oktober stellt das IGB auf der parts2clean aus.



### 2003

Die Leitstelle Arzneimittelüberwachung gewährt dem IGB eine Herstellungserlaubnis für Knorpelzellen. Damit ist es möglich autologe Zellen als Zelltherapeutika herzustellen.

bis 0,1 m<sup>2</sup> Membranfläche realisiert. Für die Sauerstoffabtrennung werden Hohlfasermembranen aus Perowskiten entwickelt, die auch direkt als Membranreaktoren genutzt werden können. Hierbei wird die Stofftrennung mit einer chemischen Reaktion kombiniert, so dass sich durch Entfernung der Reaktionsprodukte das chemische Gleichgewicht verschieben lässt.

Im Oktober 2003 stellt die Leitstelle Arzneimittelüberwachung des Regierungspräsidiums in Tübingen dem IGB eine Herstellungserlaubnis für Chondrozyten (Knorpelzellen) nach § 13 des deutschen Arzneimittelgesetzes aus. Damit kann das IGB erstmals autologe Zellen als Zelltherapeutika in seiner GMP-Einheit herstellen.

### 2003

Eine vom IGB konzipierte Produktionsanlage zur Herstellung von Thautamin entsteht in Ghana.



### 2003

Zwölf Themen für Leitinnovationen werden vorgestellt. Eines ist die Beschleunigte Medikamentenentwicklung, ein Kernthema des Verbunds Life Sciences.

Im Rahmen einer weltweiten und exklusiven Vereinbarung übernimmt die Vakzine Projekt Management GmbH (VPM) die Entwicklung des löslichen Beta-Interferon, das eine bessere Behandlung der Multiplen Sklerose verspricht, bis zum Nachweis der klinischen Wirksamkeit. Das Projektmanagement-Unternehmen VPM ist 2002 aus einem Konzept des BMBF und der Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF) entstanden, um Erfindungen bei Impfstoffen und verwandten Produkten effektiver zu verwerten. Das Projekt wurde bei VPM weiter entwickelt, eine Lizenzierung ist noch möglich.

In Ghana entsteht auf dem Gelände der Firma Samar-tex eine vom IGB konzipierte Produktionsanlage, mit der Thaumatin, einer der stärksten bekannten Süßstoffe, aus

den Früchten des im afrikanischen Regenwald heimischen Katemfe-Strauchs gewonnen werden kann. Die Verfahren wurden, von der Aufbereitung der Frucht bis zum fertigen Pulver, so ausgelegt und kombiniert, dass am IGB geschulte ghanaische Fachleute bei Wartung und Reparatur der Anlagen allein zurechtkommen. Die finanzielle Förderung kommt von der Deutschen Investitions- und Entwicklungs-GmbH.

Fraunhofer stellt erstmals zwölf Themenbereiche für Leitinnovationen vor. Eines dieser Themen ist die Beschleunigte Medikamentenentwicklung, ein Kernthema des Fraunhofer-Verbunds Life Sciences.

## 2004

Die Nachwuchsgruppen werden zu selbständigen Organisationseinheiten mit eigenen Projekten.



## 2004

Der Themenverbund Nanotechnologie gründet sich. Priv.-Doz. Dr. Tovar wird Stellvertretender Sprecher.

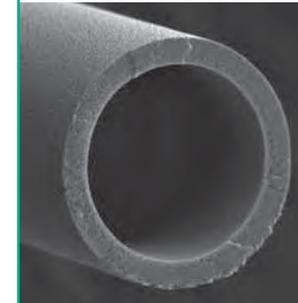
## 2004

Baubeginn für das DEUS 21-Demonstrationsvorhaben in Knittlingen.



## 2004

Gambro Dialysatoren GmbH und das IGB arbeiten an neuartigen Hohlfasermembranen für die Blutreinigung bei Sepsis.



## 2004

Die Anschubfinanzierung der beiden Nachwuchsforscherguppen läuft aus. Beide Gruppen bereichern das Kompetenzspektrum ab Mitte 2004 als selbständige Organisationseinheiten mit eigenen Projekten. In Kooperation beider Gruppen werden Proteine und DNA über Nanopartikel auf Biochips aufgebracht.

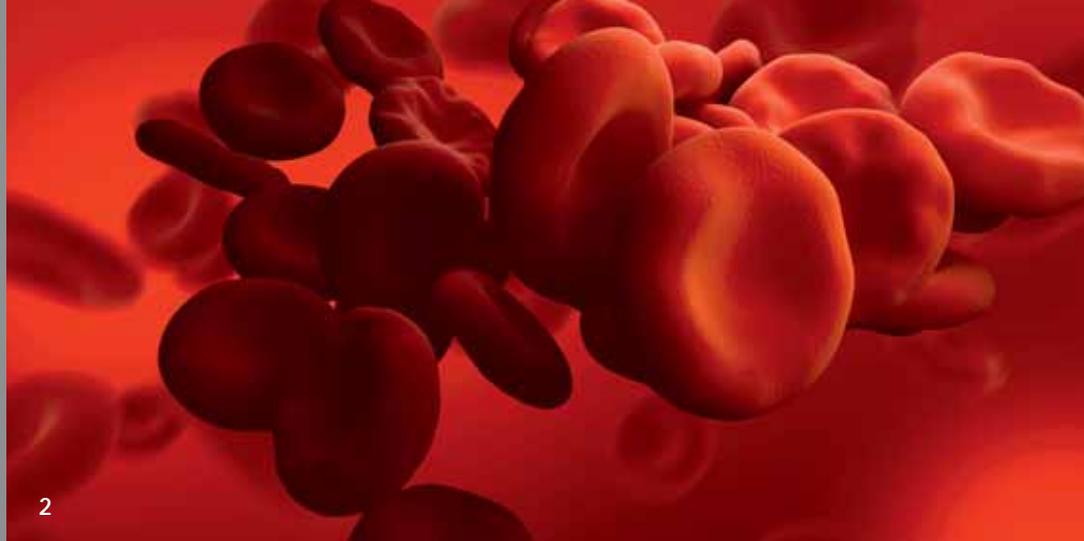
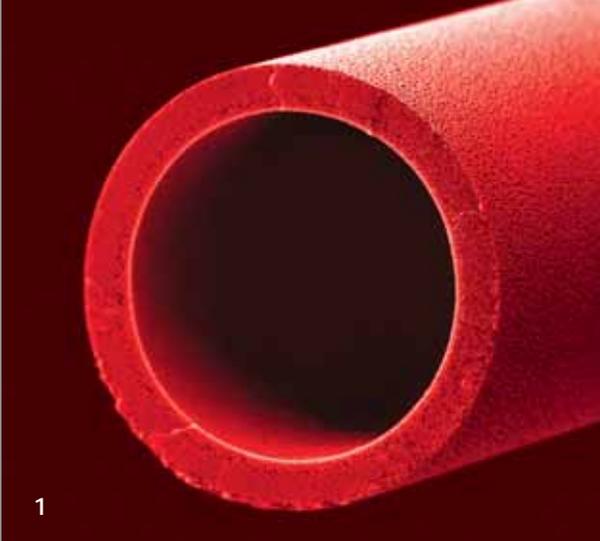
2004 gründet sich der Fraunhofer-Themenverbund Nanotechnologie. Priv.-Doz. Dr. Tovar wird Stellvertretender Verbundsprecher und zentraler Ansprechpartner für die Nanobiotechnologie.

Am 8. Juni 2004 ist mit dem Spatenstich Startschuss für den Baubeginn des vom BMBF geförderten Demonstrationsvorhabens DEUS 21 im Neubaugebiet »Am Römer-

weg« in Knittlingen. DEUS 21 steht für Dezentrale Urbane Infrastruktursysteme und ist ein Wassermanagementkonzept, das die Nutzung von Regenwasser, eine Vakuumkanalisation und eine anaerobe Abwasserreinigung umfasst. Im halbtechnischen Maßstab wurde das anaerobe Abwasserreinigungsverfahren zuvor am IGB und mit einer Pilotanlage ein Jahr auf der Kläranlage in Tauberbischofsheim im Bypass optimiert.

Durch eine integrierte Mikrofiltration kann der Klärschlammabbau bei der Hochlastfaulung weiter gesteigert und gleichzeitig Ammonium aus dem filtrierten Schlammwasser als Dünger gewonnen werden. Eine Pilotanlage geht in der Kläranlage Heidelberg, hier als Teil eines zweistufigen Vergärungsverfahrens, am 7. Juli 2004 offiziell in Betrieb.

Gemeinsam mit dem Unternehmen Gambro Dialysatoren GmbH arbeitet das IGB an neuartigen Hohlfasermembranen für die Blutreinigung bei Sepsis, die die Blutreinigung in einem Schritt ermöglicht. Diese In-line-Ausrüstung von Membranen wird in zwei geförderten Projekten erreicht. Nach einem Proof-of-Concept im ersten Projekt gelingt es im zweiten, eine kontinuierliche Behandlung der Hohlfasern bei einer Fasergeschwindigkeit von 10 Metern pro Minute zu erzielen. Dieser Erfolgsgeschichte folgen zwei weitere gemeinsame Projekte zur antimikrobiellen Ausrüstung und zur Entwicklung eines neuartigen Bioreaktors für die Vermehrung von Stammzellen.



## REGIOSELEKTIV AUSGERÜSTETE HOHLFASERMEMBRAN FÜR DIE BLUTREINIGUNG

Ein speziell entwickelter Plasmaprozess ermöglicht die Herstellung von Hohlfasermembranen, die eine einstufige Blutwäsche, beispielsweise bei Sepsis, ermöglichen: Die Abtrennung der Blutzellen und die Reinigung des Blutplasmas erfolgen parallel in nur einem Verfahrensschritt. Die Hohlfasern werden dazu regioselektiv so funktionalisiert, dass die empfindlichen Blutzellen ungestört durch das unmodifizierte Lumen der Hohlfasermembran geschwemmt werden. Das Blutplasma dagegen wird durch die Membranporen filtriert. Deren Oberfläche sowie die Außenseite der Membran ist dergestalt funktionalisiert, dass entzündungsfördernde Endotoxine wie Lipopolysaccharide (LPS) daran haften bleiben. Nach der Membranpassage wird das entgiftete Blutplasma wieder mit den Blutzellen zusammengeführt. Das neue Verfahren würde den Patienten erheblich entlasten, weil sich ein wesentlich kleinerer

Anteil des Blutvolumens außerhalb des Körpers befindet als in herkömmlichen zweistufigen Blutreinigungsverfahren.

Die gesamte Entwicklung eines Medizinproduktes beinhaltet die technische Membranentwicklung und die sich daran anschließende klinische Erprobung. Aufgrund der an die technische Entwicklung anschließenden klinischen Erprobungen gestalten sich die Entwicklungsprozesse vom Labor bis zur Einführung von Medizinprodukten in die klinische Praxis als sehr langwierig. Gambro evaluiert dieses erfolgversprechende Konzept eines Membranadsorbers derzeit in unterschiedlichen therapeutischen Indikationen.

1 *Hohlfasermembran.*

2 *Eine einstufige Blutwäsche entlastet den Patienten.*



### 2004

Prof. Dr. Heike Mertsching übernimmt die Abteilung Zellsysteme.

Frau Prof. Dr. Heike Mertsching, die eine Juniorprofessur an der Medizinischen Hochschule Hannover innehat, übernimmt im September 2004 die Abteilung Zellsysteme des IGB und ist damit die erste Frau in der Position Abteilungsleitung am IGB. Mit einer biologischen vaskularisierten Matrix, einer biologischen Trägerstruktur, über deren Gefäßstrukturen sie künstliche Gewebe versorgen will, ergänzt sie die am IGB bereits etablierten Systeme.

Vom 25. September bis zum 1. Oktober findet der von Wissenschaft im Dialog ausgerufene Wissenschaftssommer, Höhepunkt im »Jahr der Technik«, unter dem Motto »Mobilräume« in Stuttgart statt. Den Auftakt bildet die »Lange Nacht der Wissenschaften«, bei der tausende Besucher Forschungsluft am Institutszentrum Stuttgart schnuppern.

### 2004

Die »Lange Nacht der Wissenschaften« lockt tausende Besucher ins Stuttgarter Institutszentrum.



Das IGB beteiligt sich zudem an einer Wissenschaftsausstellung auf dem Stuttgarter Schlossplatz und zeigt Elemente und Module neuer rohrförmiger Brennstoffzellen, die als Mini-Brennstoffzellen für mobile Anwendungen in Fahrzeugen oder Mobiltelefonen geeignet sind.

Jochen Schwenk untersucht in seiner Diplomarbeit »Neue Ansätze zur Identifizierung potenzieller Virulenzfaktoren in *Candida albicans*« Proteine aus der Zellwand, die für die Adhäsion der Pilzzelle an die Wirtszelle verantwortlich sind. Am 20. Oktober 2004 wird er in Dresden mit dem Hugo-Geiger-Preis ausgezeichnet.

In Brasilien startet das vom BMBF geförderte Modellprojekt »Dezentrale Wasserver- und -entsorgung verbunden

### 2004

Jochen Schwenk erhält einen Hugo-Geiger-Preis.



### 2005

Priv.-Doz. Dr. Rupp wird neuer Leiter der Abteilung Molekulare Biotechnologie. Im September erhält er den Forschungsförderpreis der Deutschsprachigen Mykologischen Gesellschaft.

mit Stoff- und Energiegewinnung unter Berücksichtigung hygienischer Aspekte für die Region Piracicaba«, das auf deutscher Seite vom IGB, auf brasilianischer Seite von UNIMEP koordiniert wird.

### 2005

Prof. Bernhagen wechselt ganz nach Aachen. Priv.-Doz. Dr. Rupp, der ehemalige Nachwuchsgruppenleiter, wird neuer Leiter der Abteilung Molekulare Biotechnologie.

Die GMP-Herstellungseinheit für Tissue-Engineering-Produkte am Fraunhofer IGB wird fertiggestellt. Hiermit ist das IGB in der Lage, Prozesse zur Herstellung von individuellem, autologem Gewebeersatz für die regenerative Medizin und den Einsatz in klinischen Studien zu entwickeln

## 2005

Die GMP-Herstellungseinheit für Tissue-Engineering-Produkte am Fraunhofer IGB wird fertiggestellt.



## 2005

Ein Biochip zur verbesserten, individuellen Brustkrebsdiagnose wird entwickelt.



## 2005

Xin Xiong und Silke Kersen werden mit dem Hugo-Geiger-Preis ausgezeichnet.



## 2005

Prof. Trösch und Wissenschaftlerin Tosca Zech bei der Einweihung der Pilotanlage in Heidelberg-Neurott.

und entsprechende Zellpräparate nach Richtlinien der Guten Herstellungspraxis herzustellen.

Priv.-Doz. Dr. Rupp wird am 9. September mit dem Forschungsförderpreis der Deutschsprachigen Mykologischen Gesellschaft ausgezeichnet. Er erforscht, wie der normalerweise eher harmlose Pilz *Candida albicans* für den Menschen gefährlich werden kann und welche Wirkstoffe ihn bremsen könnten.

In einem von der Landesstiftung Baden-Württemberg geförderten Verbundforschungsprojekt entwickelt das Fraunhofer IGB in Zusammenarbeit mit dem Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart sowie den Universitäten Tübingen und Stuttgart seit Mitte 2002 einen Biochip zur verbes-

serten, individuellen Brustkrebsdiagnose. Hiermit werden mehrere hundert ausgewählte Genabschnitte zur Klassifizierung von Mammakarzinomen innerhalb eines einzigen Ansatzes schnell und zuverlässig untersucht.

Im Oktober 2005 werden Xin Xiong für seine Diplomarbeit »Funktionelle Charakterisierung von Tsa1p in *Candida albicans*« und Silke Kersen für ihre Diplomarbeit »Zelluläre Erweiterung des dreidimensionalen humanen Hautäquivalents mit mikrovaskulären Endothelzellen mit dem Ziel, ein In-vitro-Angiogenese-Modell zu etablieren« in Magdeburg durch den Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft, Prof. Hans-Jörg Bullinger, mit dem Hugo-Geiger-Preis ausgezeichnet.

Heidelberg-Neurott, eine nicht an das öffentliche Kanalisationsnetz angeschlossene Siedlung mit 60 Einwohnern, erhält eine eigene dezentrale Membrankläranlage mit Membranvorfiltration und biologischer Stickstoffentfernung. Die Keimbelastung des gereinigten Abwassers ist durch den Einsatz von Membranfiltern so gering, dass die Richtlinie der EU für Badegewässer erfüllt wird und die Ablaufwerte besser als die für Großkläranlagen vorgeschriebenen Werte sind. Am 17. Dezember 2005 weihen Prof. Dr. Raban von der Malsburg, Verbandsvorsitzender des Abwasserzweckverbands Heidelberg und Erster Bürgermeister der Stadt Heidelberg, und Baden-Württembergs Umweltministerin Tanja Gönner die Anlage offiziell ein. Die Arbeiten wurden innerhalb des Projekts DEUS 21 gefördert.

## 2005

In einem vom BMBF geförderten bilateralen Projekt mit Indonesien entwickeln IGB und Mediagnost neue Verfahren zur Diagnostik und Behandlung von Latexallergien.



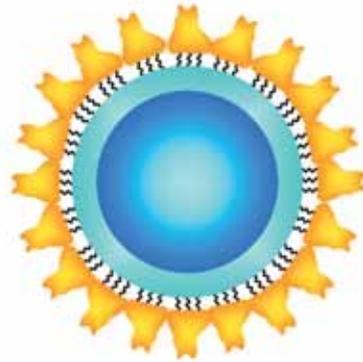
Die Fraunhofer-Leitinnovationen werden aktualisiert und als »Perspektiven für Zukunftsmärkte« veröffentlicht, Technologiefeldern, von denen Fraunhofer marktrelevante Innovationen erwartet. In das Perspektivthema »Industrielle, weiße Biotechnologie«, koordiniert von Prof. Dr. Thomas Hirth am Fraunhofer ICT, finden auch die entsprechenden Aktivitäten des IGB Eingang.

Die Bundesregierung ruft die »Hightech-Strategie für Deutschland« ins Leben.

In einem vom BMBF geförderten bilateralen Projekt mit Indonesien entwickeln IGB und Mediagnost neue Verfahren zur Diagnostik und Behandlung von Latexallergien.

## 2006

Das IGB und die Allianz Nanotechnologie präsentieren NANOCYTES®, biofunktionelle Nanopartikel, als Wirkstoffträger.



## 2006

Im Februar präsentiert das IGB mit der Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie in Japan biofunktionelle Nanopartikel als Wirkstoffträger. Die als NANOCYTES® bezeichneten Partikel bestehen aus einem Kern und einer Schale. Während der Kern die Größe der Partikel definiert, trägt die Schale an ihrer Oberfläche beispielsweise biologische Funktionen. Für den gezielten Wirkstofftransport wurden Partikel mit dem Cytokin TNF (Tumor-Nekrose-Faktor) funktionalisiert. Diese TNF-NANOCYTES® docken im Zellversuch an Krebszellen an, die über den entsprechenden TNF-Rezeptor verfügen und induzieren – wie das membranständige TNF – den programmierten Zelltod (Apoptose) der Krebszelle.

## 2006

Bundesforschungsministerin Annette Schavan besucht das Institutszentrum in Stuttgart.



## 2006

Das IGB verarbeitet Nanopartikel-Adsorber in Kompositmembranen.

Am 2. März besucht Bundesforschungsministerin Annette Schavan das Fraunhofer-Institutszentrum in Stuttgart und erkundigt sich am IGB über die erste semidezentrale Kläranlage mit modernster Membrantrenntechnik, das Potenzial des Tissue Engineerings für die Herstellung von Transplantaten und Testsystemen, modernen Diagnoseverfahren mit Biochips und über Mikroalgen als nachhaltige Rohstoffquelle.

Nanopartikel können für die spezifische Abtrennung von Molekülen aus Gemischen eingesetzt werden, wenn sie »molekular geprägt« sind. Solch synthetische NANOCYTES® sind stabiler als häufig eingesetzte Biomoleküle. Das IGB verarbeitet die Nanopartikel-Adsorber beispielsweise in Kompositmembranen.

## 2006

In der Liederhalle findet unter der wissenschaftlichen Leitung von Prof. Brunner das Symposium »Nano for the Environment« statt.

Unter der wissenschaftlichen Leitung von Prof. Brunner findet am 11. Oktober 2006 in der Stuttgarter Liederhalle das vom Umweltministerium Baden-Württemberg unterstützte wissenschaftliche Symposium »Nano for the Environment« statt, als Bestandteil des »International Congress on Bio-Nanointerfaces (ICBN)« und zeitgleich mit dem Fachkongress für Regenerative Biologie »BioStar 2006«.

Nach Abschluss der zweijährigen Bauarbeiten für die neuartige Wasserinfrastruktur DEUS 21 nimmt Staatssekretär Prof. Dr. Frieder Meyer-Krahmer, BMBF, die Demonstrationsanlage im »Wasserhaus« in Knittlingen am 12. Oktober offiziell in Betrieb. Das Abwasser der bislang 20 Häuser soll mit fortschrittlicher Anaerobtechnik gereinigt und

## 2006

Die DEUS 21-Demonstrationsanlage in Knittlingen geht offiziell in Betrieb.



gleichzeitig Biogas und Dünger als Wertstoffe gewonnen werden. Das Regenwasser des 100 Wohngrundstücke umfassenden Gebiets wird gesammelt, aufbereitet und als Pflegewasser in Trinkwasserqualität zur Verfügung gestellt.

Das IGB und die österreichische Firma AQA untersuchen in einer Studie, in welcher Qualität das Leitungswasser beim Endverbraucher aus dem Wasserhahn kommt. Die Studie markiert den Beginn einer Kooperation, bei der das IGB Trinkwasserproben aus Haushalten auf Metalle wie Blei oder Nickel, Spurenelemente wie Kupfer, Eisen und Lithium, auf Kationen wie Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium sowie Anionen wie Chlorid, Fluorid oder Nitrat analysiert.

## 2006

Die Firma AQA und das IGB untersuchen die Qualität von Leitungswasser.



Der Kybernetiker Jan Hansmann entwickelt in seiner Diplomarbeit einen rechnergestützten Bioreaktor, der die natürliche Umgebung des Körpers vom arteriellen Druck bis zur Temperatur simuliert und so für den Einsatz im vaskularisierten Tissue Engineering geeignet ist. Hierfür wird er mit dem Hugo-Geiger-Preis ausgezeichnet. Der rechnergestützte Bioreaktor ist ein Kulturgefäß, das Hansmann speziell für die am Fraunhofer IGB vorhandene vaskularisierte Biomatrix entwickelt.

Die Biologin Elena Lindemann entwickelt in ihrer Diplomarbeit ein neues hochauflösendes und sensitives Verfahren für genomweite Genexpressionsstudien, das auf der gelelektrophoretischen Trennung komplexer cDNA-Proben beruht. Sie erhält hierfür den Hugo-Geiger-Preis. Das Verfahren



## 2006

Jan Hansmann erhält für seinen im Tissue-Engineering einsetzbaren rechnergestützten Bioreaktor den Hugo-Geiger-Preis.

## 2006

Elena Lindemann erhält den Hugo-Geiger-Preis für ein neues hochauflösendes und sensitives Verfahren für genomweite Genexpressionsstudien. *Jan Hansmann (links) und Elena Lindemann (rechts) bei der Preisverleihung.*

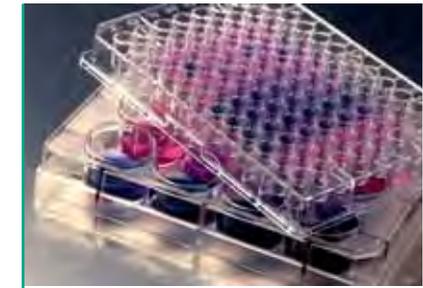


## 2006

Die südkoreanische Pusan National University initiiert zusammen mit dem IGB ein Joint Research Center for Nano- and Biotechnology.

## 2007

Das erste biogenerische therapeutische Protein Interferon-beta-1a aus einem Fraunhofer-Labor wird zugelassen.



## 2007

Die Abteilung Molekulare Biotechnologie erhält die GLP-Zertifizierung für zellbasierte Assays im molekularbiologischen Labor.

eignet sich für Genexpressionsstudien beliebiger Organismen, auch ohne Kenntnis der Gensequenz. Die Arbeit wurde im Rahmen einer Kooperation mit den Firmen GATC, Konstanz und raytest, Straubenhardt, sowie dem Laboratorium für funktionelle Genomanalyse LAFUGA durchgeführt.

Gemeinsam mit der Pusan National University in Südkorea initiiert das IGB ein Joint Research Center for Nano- and Biotechnology (PNU-IGB JRC). Erste technologische Anknüpfungspunkte sind die Nano(bio)technologie und das Tissue Engineering, welche in ein gemeinsames 2+2 BMBF-Projekt zu Biochips münden, mit GATC als deutschem Firmenpartner. Diese Arbeiten geben wesentliche Impulse für die heutigen Erfolge im Bereich Microarray-basierter Diagnostik.

Unter Federführung des Fraunhofer IAO wird ein Zellkulturlabor des IGB zum Lab Innovation Center um- und aufgerüstet. Mit flexiblen, modularen Laboreinrichtungssystemen und der Nutzung von RFID-Technologie sollen Prozesse im biologischen Labor optimiert werden.

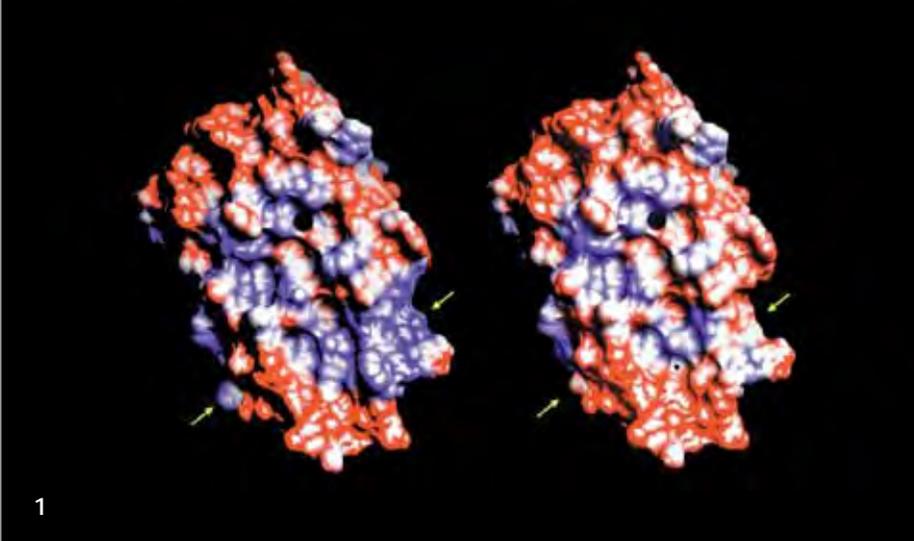
## 2007

Das erste biogenerische therapeutische Protein aus einem Fraunhofer-Labor wird zugelassen. Interferon-beta-1a, dessen biotechnische Herstellung am IGB in Zusammenarbeit mit der iranischen Firma CinnaGen bis in den Pilotmaßstab optimiert wurde, wird unter dem Namen CinnoVex auf dem iranischen Markt zur Behandlung der Multiplen Sklerose vertrieben.

Das molekularbiologische Labor in der Abteilung Molekulare Biotechnologie wird für zellbasierte Assays GLP-zertifiziert.

Das patentierte zweischichtige 3D-Hautmodell des IGB wird als In-vitro-Testsystem für die Prüfung der biologischen Verträglichkeit von Medizinprodukten nach der Norm DIN EN ISO/IEC 10993-5 zertifiziert. Im akkreditierten Prüflabor des IGB kann es somit zusätzlich zu Zelllinien und primären Zellen zur Testung der Biokompatibilität angeboten werden.

Die Fraunhofer-Allianz SysWasser wird gegründet. Sprecher ist Prof. Trösch, der die Gründung maßgeblich vorangetrieben hat.



## GENERISCHES INTERFERON-BETA – CINNOVEX

Multiple Sklerose (MS) ist die häufigste Erkrankung des zentralen Nervensystems. Interferon-beta, ein körpereigenes Protein, verlangsamt das Fortschreiten der Krankheit und verringert die Häufigkeit der für MS typischen »Schübe«. Ein Interferon-beta-1a, dessen biotechnische Herstellung am IGB in Zusammenarbeit mit der iranischen Biotech-Firma CinnaGen bis in den Pilotmaßstab vorangetrieben und optimiert wurde, erhielt Ende 2006 die Zulassung als Biogenerikum der iranischen Arzneimittelbehörde. Es wird unter dem Namen CinnoVex durch CinnaGen zunächst auf dem iranischen Markt vertrieben. Die Arbeiten zu dem therapeutischen Protein wurden in der Hannoveraner Projektgruppe des IGB begonnen und in Stuttgart bis in den Pilotmaßstab gebracht. Dazu wurde das Interferon-beta-1a-Gen in einen geeigneten Expressionsvektor kloniert und durch eine stabile Transfektion in eine

Säugerzelllinie (CHO) transferiert. Diese Zelllinie produziert nun Interferon-beta-1a. Das mit CHO-Zellen synthetisierte Interferon-beta-1a ist wie das menschliche Protein glycosyliert und weist in vitro eine höhere biologische Aktivität auf als das in Bakterien produzierte, nicht-glycosylierte Interferon-beta-1b. Die Fermentation und die Aufarbeitung wurden bis in den 10-Liter-Maßstab vergrößert, das therapeutische Protein über mehrstufige Chromatographie hoch gereinigt, seine Identität über Aminosäuresequenzierung bestätigt und seine antivirale Wirkung nachgewiesen. Danach übernahm die iranische CinnaGen Co. den Nachweis der klinischen Wirksamkeit in klinischen Studien, die durch die Zulassung erfolgreich abgeschlossen wurden.

- 1 *Mit Hydrophobicity Engineering können die wasserabweisenden – hydrophoben – Regionen des Interferon-beta-Moleküls durch löslichere ersetzt werden.*
- 2 *Produktion von Interferon-beta im 10-Liter-Fermenter.*

2007

Das patentierte zweischichtige 3D-Hautmodell wird als In-vitro-Testsystem für die Prüfung der biologischen Verträglichkeit von Medizinprodukten nach der Norm DIN EN ISO/IEC 10993-5 zertifiziert.



2007

Die Fraunhofer-Allianz SysWasser wird gegründet.



2007

Baden-Württembergs Umweltministerin Tanja Gönner besucht das IGB.



2007

Dr.-Ing. Sternad, Dr.-Ing. Hiessl und Prof. Trösch (*von links*) erhalten den Joseph-von-Fraunhofer-Preis für das Konzept DEUS 21.

Einen nachhaltigen Eindruck bekommt Baden-Württembergs Umweltministerin Tanja Gönner bei ihrem Besuch am IGB im Juli, als sie sich Konzepte für Wasserver- und -entsorgung, ressourcenschonende Plasmaverfahren, Mikroalgen als nachhaltige Rohstoffquelle und Verfahren zur Abwasserreinigung mit Nanopartikeln sowie Membranen für die DEFC und Osmosekraftwerke zeigen lässt.

Für ihre Masterarbeit, ein mit Blutgefäßen ausgestattetes Tumortestsystem in Form eines dynamischen 3D-Gewebesystems aufzubauen, wird Jacqueline Michaelis mit dem Hugo-Geiger-Preis 2007 ausgezeichnet.

Die bestehenden Kontakte zu den Ingenieurwissenschaften münden in einem von der Fraunhofer-Zukunftsstiftung

finanzierten Projekt, welches die Automatisierung des Tissue Engineerings zum Ziel hat.

Prof. Trösch und Dr.-Ing. Werner Sternad vom Fraunhofer IGB sowie Dr.-Ing. Harald Hiessl vom Fraunhofer ISI erhalten den Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2007. Sie haben das Dezentrale Urbane Infrastruktursystem DEUS 21 entwickelt und in zwei Siedlungen mit Erfolg umgesetzt. Regenwasser wird gesammelt und aufgearbeitet und Vakuumleitungen transportieren das Abwasser mehrerer Wohneinheiten zu Bioreaktoren, in denen das Abwasser nachhaltig gereinigt wird.

In einem gemeinsamen vom BMBF geförderten Projekt von Fraunhofer IGB und IVV mit der Technischen Universi-

tät München und verschiedenen Industriepartnern werden Verpackungen entwickelt, auf denen mittels Plasmatechnik nanostrukturierte Schichten abgeschieden werden. Aufgrund dieser Schichten können die in der Verpackung verbleibenden Reste auf mindestens die Hälfte reduziert werden.

Ein neuer zellbasierter Assay erlaubt, Antimykotika-Kandidaten in nur einem Ansatz gleichzeitig auf antimykotische Wirksamkeit und Verträglichkeit gegenüber menschlichen Zellen zu untersuchen. Mit diesem Testsystem haben IGB-Forscher eine Substanzbibliothek der EMC microcollections GmbH, Tübingen, durchsucht, für die das Unternehmen zehntausende potenzieller Wirkstoffverbindungen synthetisiert hat.

# ZEIT FÜR BIOÖKONOMIE UND NACHHALTIGKEIT



Am 1. Dezember 2007 übernimmt Prof. Dr. Thomas Hirth die Leitung des IGB und richtet es mit der Fokussierung auf die bedarfsorientierten Geschäftsfelder Medizin, Pharmazie, Chemie, Umwelt und Energie auf die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts aus. Mit seinem Netzwerk in der industriellen Biotechnologie bringt er die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe quasi an das IGB zurück und erschließt u.a. mit den Ministerien BMELV und BMU für das IGB neue Zuwendungsgeber. Ergänzend gestaltet Prof. Hirth die Forschungspolitik mit und verankert die Themen Bioökonomie und Nachhaltigkeit am IGB und in der Fraunhofer-Gesellschaft.

Unter Prof. Hirths Leitung beschleunigt sich das Wachstum des Instituts, am Standort Stuttgart wie auch darüber hinaus. Als die Fraunhofer-Gesellschaft 2009 die Technologie-Entwicklungsgruppe (TEG) am Standort Stuttgart schließt, wird die Abteilung Physikalische Prozesstechnik unter Leitung des Verfahrenstechnikers Dipl.-Ing. Siegfried Egner in das IGB integriert. Mit neuen Synergien werden vor allem die Geschäftsfelder Umwelt und Energie gestärkt. Im Juli 2009 stimmt der Bund-Länder-Ausschuss

der Einrichtung eines Chemisch-Biotechnologischen Prozesszentrums in Leuna, Sachsen-Anhalt, zu. Am 1. August desselben Jahres nehmen die Projektgruppen BioCat (Prof. Dr. Volker Sieber) und Onkologie (Prof. Dr. Heike Wallles) ihre Arbeit in Straubing bzw. Würzburg auf. Seitdem wird in Stuttgart, Straubing und Leuna fleißig gebaut. Höhepunkt ist am 2. Oktober 2012 der Besuch von Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel zur Eröffnung des CBP in Leuna. Die Grenzflächen, um die es bei der industriellen Biotechnologie und der Nutzung nachwachsender Rohstoffe geht, und ihre Wechselwirkungen, werden durch Prof. Hirth weithin sichtbar.

2011 legt Prof. Trösch die Leitung der Abteilung in die Hände von Dr.-Ing. Ursula Schließmann, bis dato seine Stellvertreterin. Seitens der Universität, an der Prof. Hirths Engagement ebenfalls verstärkt gefragt ist, wird mit dem Jahreswechsel 2012/13 das Institut für Plasmaforschung in das IGVT integriert. Mit dem neuen Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie IGVP können die Plasmaaktivitäten in Stuttgart gebündelt und gleichzeitig die Wurzeln des IGB in der Grenzflächentechnik

gestärkt werden. Nachdem das Land Bayern den Aufbau eines Translationszentrums für Biomaterialien und regenerative Medizin bei der Projektgruppe Onkologie fördert, fokussiert sich Prof. Wallles ganz auf ihre gewachsenen Aufgaben in Würzburg. Dr. Petra Kluger und Prof. Dr. Katja Schenke-Layland übernehmen gemeinsam die Leitung der Abteilung Zellsysteme in Stuttgart.

**1** *Stroh muss erst aufgeschlossen werden, bevor Enzyme es in Zuckereinheiten spalten können.*



---

## PROF. DR. THOMAS HIRTH

Thomas Hirth wurde am 19. Februar 1962 im badischen Michelbach geboren. Von 1982–1988 studierte er Chemie an der Universität Karlsruhe. 1992 folgte eine Promotion in Physikalischer Chemie, nach der sich Hirth am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Pfinztal, der angewandten Forschung zuwandte. Bereits nach zweieinhalb Jahren übernahm er dort Anfang 1995 die Leitung des Produktbereichs Umwelt-Engineering, die er in den folgenden Jahren zu einer der größten und erfolgreichsten Abteilungen am Fraunhofer ICT ausbaute. Zuletzt war Hirth für 70 Mitarbeiter und ein Forschungsbudget von ca. 5 Mio Euro verantwortlich. Zugleich war Hirth von 1994 bis 2008 Lehrbeauftragter an verschiedenen Fachhochschulen, seit 2003 Honorarprofessor an der Fachhochschule Wiesbaden-Rüsselsheim. 2005 benannte ihn die Fraunhofer-Gesellschaft zum Koordinator des Fraunhofer-Innovationsthemas »Industrielle, weiße Biotechnologie«. In dieser Funktion war er maßgeblich an der Akquisition mehrerer großer von den Bundesministerien für Bildung und Forschung sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz geförderter Projekte zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe und industriellen Biotechnologie beteiligt, in denen er acht verschiedene Fraunhofer-Institute, darunter auch das IGB, erfolgreich koordinierte. Während dieser übergreifenden Tätigkeiten hat sich Hirth ein funktionierendes Netzwerk zu wichtigen Funktions-trägern und Entscheidern innerhalb und außerhalb der

Fraunhofer-Gesellschaft aufbauen können, so dass es ihm gelang, Zukunftsthemen zu besetzen und die Forschungs-politik mitzugestalten. Am 1. Dezember 2007 trat Prof. Hirth die Nachfolge von Prof. Brunner als Institutsleiter am Fraunhofer IGB an. Im April 2008 übernahm er auch die Leitung des Instituts für Grenzflächenverfahrenstechnik der Universität Stuttgart. Von 2009–2012 war er Mitglied im BioÖkonomieRat der Bundesregierung. Thomas Hirth ist unter anderem als Vorstandsmitglied von ProcessNet, als Mitglied im Koordinierungskreis von SusChem Deutschland und als Sprecher des Fraunhofer-Netzwerks Nachhaltigkeit aktiv. Seit Januar 2012 ist er zudem Prodekan der Fakultät 4 der Universität Stuttgart, Vorsitzender des Fraunhofer-Verbunds Life Sciences und Fachkollegiat der DFG.

1

1 Prof. Dr. Thomas Hirth.

## 2007

Das IGB entwickelt zusammen mit Industriepartnern fälschungssichere Etiketten.



## 2007

Prof. Dr. Thomas Hirth übernimmt die Leitung von Prof. Brunner.



## 2008

Bei der ersten Fraunhofer Talent School leiten Prof. Walles (Tissue Engineering) und Dr. Oehr (Nanotechnologie) Workshops.



## 2008

Im April findet ein Festkolloquium zur Amtseinführung von Prof. Hirth statt.

Einen neuen Ansatz für die Fälschungssicherheit bei Sicherheitsetiketten auf Verpackungen wird am IGB zusammen mit der zur november AG gehörenden identif GmbH aus Erlangen entwickelt. Kunststofffolien werden dabei mit Fluor-Kohlenstoff-Nanoschichten beschichtet, auf die dann eine den Farbeffekt erzeugende Metallschicht aufgebracht wird. Mithilfe solch nanostrukturierter Schichten kann auch die Reibung auf Wälzlagern reduziert und die Benetzbarkeit von Textilien eingestellt werden. Daran arbeitet das IGB im Forschungsprojekt Nanofunk und im Nachfolgeprojekt nanodyn®.

165 Mitarbeiter arbeiten am IGB, 35 am IGVT. Der Betriebshaushalt umfasst 11,9 Mio Euro.

Im Dezember 2007 übergibt Prof. Brunner, der in den Ruhestand verabschiedet wird, die Leitung des IGB an Prof. Hirth.

## 2008

Das IGB engagiert sich mit den Workshops Tissue Engineering (Prof. Walles) und Nanotechnologie (Dr. Oehr) bei der ersten Fraunhofer Talent School in München in der Förderung junger Nachwuchstalente.

Zum 1. April 2008 übernimmt Prof. Hirth von Prof. Brunner auch die Leitung des Instituts für Grenzflächenverfahrenstechnik IGVT an der Universität Stuttgart. Hier erweitert er die Forschungsbereiche des IGVT auf die fünf Gruppen Chemische, Physikalische, Biologische, Medizini-

sche und Umwelt-Grenzflächenverfahrenstechnik und verankert die industrielle Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der Lehre.

»Unsere Forschung in den Materialwissenschaften, Lebenswissenschaften und der Biotechnologie – in Kombination mit der Verfahrenstechnik – leistet Beiträge für die nachhaltige Gestaltung der Welt von morgen« sagt Prof. Hirth am 30. April 2008 beim Festkolloquium zu seiner Amtseinführung. Zu diesem Zeitpunkt hat Prof. Hirth bereits strukturelle und strategische Änderungen in die Wege geleitet. Die Forschung am IGB fokussiert er auf die Geschäftsfelder Medizin, Pharmazie, Chemie, Umwelt und Energie auf der Basis einer soliden und stabilen Finanzierung und einer nachhaltigen Personalentwicklung des Instituts.



## 2008

Ein Leitbild für das IGB wird formuliert.

## 2008

Die Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe TEG wird aufgelöst. Das IGB integriert die TEG-Abteilung »Umwelt- und Verfahrenstechnik«, die als Abteilung »Physikalische Prozesstechnik« weiterwirkt.

## 2008

Die Kernkompetenzen des IGB bilden fortan die Abteilungen Grenzflächentechnologie und Materialwissenschaften, Molekulare Biotechnologie, Physikalische Prozesstechnik, Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik sowie Zellsysteme.

## 2008

Ina Andrees verstärkt das internationale Business Development als Expertin für die Beantragung und Koordination von EU-Projekten.



Auf der Grundlage einer Mitarbeiterbefragung initiiert Prof. Hirth ein Leitbild für das IGB. In neun Leitsätzen formulieren die Mitarbeiter des IGB Ziele und Werte ihrer Unternehmenskultur und ihre Vision »Gemeinsam immer besser«. Die Arbeit wird zukünftig getragen von der Mission »Am Fraunhofer IGB forschen wir nach den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis auf der Basis unserer Kompetenzen und Leitsätze anwendungsorientiert in den Bereichen Medizin, Pharmazie, Chemie, Umwelt und Energie und tragen mit unseren Innovationen zur nachhaltigen Entwicklung von Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt bei«.

Am 15. Juli 2008 beschließt der Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft die Auflösung der Fraunhofer-Technologie-

Entwicklungsgruppe TEG als eigenständige Fraunhofer-Einrichtung. Die einzelnen Abteilungen der TEG, die 1980 aus dem Fraunhofer IPA ausgegründet wurde, um Forschungsergebnisse aus der Fraunhofer-Gesellschaft marktnah in Prototypen, Anlagen, Produkte und Prozesse umzusetzen, werden in fachlich geeignete Institute am Standort Stuttgart eingegliedert. Das IGB integriert die TEG-Abteilung »Umwelt- und Verfahrenstechnik«, die als Abteilung »Physikalische Prozesstechnik« die bislang primär bioverfahrenstechnisch geprägten Kompetenzen des Fraunhofer IGB in den Geschäftsfeldern Umwelt und Energie ergänzt.

Die Kernkompetenzen des Instituts bilden fortan die fünf Abteilungen Grenzflächentechnologie und Materialwissenschaften, Molekulare Biotechnologie, Physikalische

Prozesstechnik, Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik sowie Zellsysteme.

Mit Ina Andrees, die ebenfalls von der TEG an das IGB kommt, wird das internationale Business Development am IGB mit einer Expertin für die Beantragung und Koordination von EU-Projekten verstärkt.

Im Laufe der nächsten fünf Jahre wird die EU so zu einem wichtigen Fördergeber für das IGB. 10 Prozent der Erträge werden heute über Projekte der EU finanziert. Im 7. Forschungsrahmenprogramm, das in diesem Jahr 2013 durch »Horizon 2020« abgelöst wird, ist das Fraunhofer IGB inklusive der Projektgruppen CBP, BioCat und Onkologie gemeinsam mit seinen Projektpartnern in anderen euro-



### 2008

Die EU wird zu einem wichtigen Zuwendungsgeber.

### 2008

Das IGB wird Gast-Mitglied im Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS.



### 2009

Die Talent School findet erstmals am IGB statt.

### 2009

Der Aufbau des Chemisch-Biotechnologischen Prozesszentrums CBP in Leuna wird beschlossen.

päischen Ländern an über 50 Projekten beteiligt. Davon fallen etwa 20 Projekte in die Ausschreibung Technologien speziell für kleine und mittelständische Unternehmen.

Aufgrund seiner materialwissenschaftlichen Kompetenz erhält das IGB Gaststatus im Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS.

Ausgehend von aktuellen Makrotrends hat Fraunhofer sechs Zukunftsthemen identifiziert, um Herausforderungen wie Klimawandel, Ressourcenmangel und Gesundheitsvorsorge zu begegnen. Im Themenfeld Gesundheit wird das IGB-Thema Biofunktionale Oberflächen, im Themenfeld Umwelt das IGB-Thema Dezentrales integriertes

Wassermanagement als Fraunhofer-Zukunftsthema herausgestellt und gefördert.

### 2009

Die Fraunhofer Talent School findet erstmals am Institutstandort Stuttgart statt. Dr. Kai Sohn leitet den Workshop »Die phantastische Reise ins Genom«, der zu einem festen Bestandteil der nun jährlich ausgerichteten Stuttgarter Talent School wird.

Am 1. April 2009 kündigen die Minister für Finanzen sowie Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen-Anhalt, Jens Bullerjahn und Dr. Reiner Haseloff, sowie Prof. Dr. Marion Schick, Vorstand Personal und Recht der Fraunhofer-Gesellschaft, in der Lutherstadt Wittenberg den Auf-

bau des Chemisch-Biotechnologischen Prozesszentrums CBP an. Am Chemiestandort Leuna im mitteldeutschen Chemiedreieck sollen das CBP und eine Fraunhofer-Projektgruppe entstehen, um chemisch-biotechnologische Verfahren für die Nutzung von Biomasse vom Labor in die technische Anwendung zu bringen. Sachsen-Anhalt wird an der Gesamtinvestition von geplanten 50 Mio Euro einen Anteil von etwa 20 Mio Euro sowie die Anschubfinanzierung der Projektgruppe beitragen. Die restlichen Mittel sollen durch das Engagement der Industrie, mittels Bundeszuwendungen der Fraunhofer-Gesellschaft und im Rahmen mehrerer konkreter Forschungsprojekte mit Unterstützung unterschiedlicher Bundesministerien (BMBF, BMELV, BMU) aufgebracht werden.

# Fraunhofer IGB

## 2009

Die Fraunhofer-Gesellschaft wird 60 Jahre. Zu diesem Anlass wird das Corporate Design überarbeitet und das IGB bekommt ein neues Logo.

## 2009

Der Fraunhofer-Truck tour anlässlich des Jubiläums durch Deutschland. Das Hautmodell, DEUS 21 und Wasserproduktion in der Wüste sind mit an Bord.



## 2009

Am IGB nach der NANOCYTES®-Technologie hergestellte Adsorberpartikel binden selbst gering konzentrierte Pharmaka aus Abwässern effektiv.

## 2009

Christian Grumaz erhält den Hugo-Geiger-Preis für seine Diplomarbeit.



Da der Platz am IGB für die gewachsene Mitarbeiterzahl eng wird, werden verschiedene Baumaßnahmen eingeleitet. Sie beginnen mit der Aufstockung des Gebäudeteils B neu um zwei Labor- und Büroebenen mit Seminarräumen.

Zum 60-jährigen Jubiläum der Fraunhofer-Gesellschaft geht am 26. März 2009 der Fraunhofer-Truck auf Tour durch Deutschland. Das IGB-Hautmodell, das Projekt DEUS 21 und Wasserproduktion in der Wüste sind dabei.

Der erste Platz des Ferchau-Innovationspreises 2009 geht an die IGB-Forschergruppe um Prof. Trösch für die Entwicklung einer wirtschaftlichen Reaktorplattform, mit der Algen CO<sub>2</sub> aus Rauchgasanlagen verwerten können. Die

Auszeichnung unter dem Motto »Technik für die Umwelt« wird im April auf der Hannover-Messe verliehen.

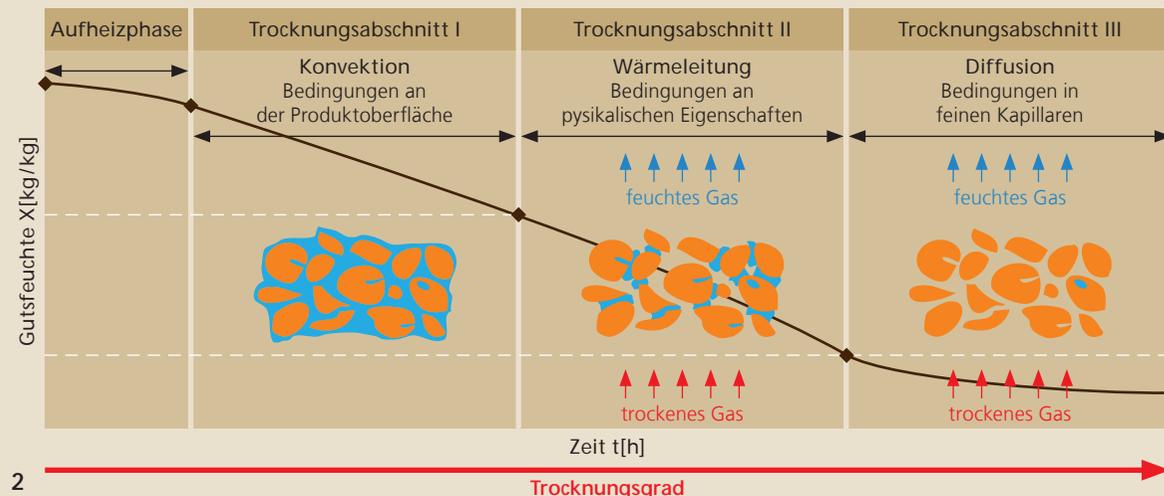
Die industrielle Trocknung mit Heißluft dauert lange und verbraucht viel Energie. Das IGB hat ein Trocknungsverfahren konzipiert und in Form einer Trocknungsanlage realisiert, das anstatt mit Luft mit überhitztem Wasserdampf arbeitet. Die Trocknungszeiten sind dabei gegenüber der Heißlufttrocknung um bis zu 80 Prozent verkürzt, der Energiebedarf reduziert.

Adsorberpartikel, die am Fraunhofer IGB nach der NANOCYTES®-Technologie hergestellt werden, binden selbst gering konzentrierte Pharmaka aus Abwässern effektiv. Das patentierte Verfahren kann ebenso zur Aufrei-

nigung von Wertstoffen eingesetzt werden, die von anderen Stoffen verunreinigt sind.

Eine am IGB entwickelte Kompositmembran lässt dank anorganischer Nanopartikel so gut wie kein Ethanol durch. Damit ist die Voraussetzung für eine leistungsfähige Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle ohne Verluste von Ethanol über die Membran geschaffen.

Auf der Fraunhofer-Jahrestagung am 23. Juni 2009 erhält Christian Grumaz den Hugo-Geiger-Preis 2009 für seine Diplomarbeit, in der er eine neue Methode zur Herstellung von cDNA-Fragmenten aus biologischem Probenmaterial vorstellt.



## TROCKNUNG MIT ÜBERHITZTEM WASSERDAMPF BEI ATMOSPHÄRENDRUCK

Die Trocknung ist ein häufig eingesetzter Prozess in der Industrie, um Lebens- und Futtermitteln oder Baustoffen Wasser zu entziehen. Dabei wird in der Regel ein erheblicher Teil der in der gesamten Produktionskette benötigten Energie allein für den Trocknungsschritt verbraucht. Herkömmliche Trocknungsprozesse arbeiten mit Luft. Eine energiesparende Alternative bietet die Trocknung mit überhitztem Wasserdampf. Das IGB hat hierzu eine kontinuierliche Anlagentechnologie entwickelt, die bei Atmosphärendruck arbeitet und somit ermöglicht, ohne Beschickungs- und Entnahmeschleusen zu arbeiten und die jeweils für das Produkt bestgeeignete Fördertechnik einzusetzen. Mit diesem Prozess kann der Energieverbrauch um bis zu 50 Prozent und die Trocknungszeit um bis zu 80 Prozent im Vergleich zu Trocknungsverfahren auf Luftbasis gesenkt werden. Im Innern der Trocknungsan-

lage wird das Trockengut überhitztem Wasserdampf mit einer Temperatur von 120°C bis 250°C ausgesetzt. Der Dampf durchdringt das Gut und erhitzt die Feuchtigkeit bis zur Verdampfung, sodass diese als Wasserdampf in der Dampfatmosfera des Trockners aufgenommen wird. Im überhitzten Zustand ist der Heißdampf trocken und kann große Mengen Wasserdampf aufnehmen. Die Dampfatmosfera wird umgewälzt und die verbrauchte Verdampfungswärme durch Überhitzen des Dampfes wieder zugeführt. Über 90 Prozent der zugeführten Energie kann so zurückgewonnen werden. Durch den fehlenden Luftsauerstoff ist die Dampfatmosfera inert, wodurch das häufige Risiko von Staubexplosionen vermieden wird. Zudem wird die qualitätsmindernde Oxidation sensibler Produkte vermieden. Vom IGB in Zusammenarbeit mit der Firma Heckmann konzipierte und realisierte Anlagen stehen nun

Industriekunden und Forschungspartnern in verschiedenen Ausführungen in Bezug auf Größe und Fördertechnik im Technikum unseres Partners Heckmann zur Verfügung. Hier kann die Trocknung verschiedenster Produkte mit diesem Prozess untersucht und charakterisiert werden.

- 1 *Getrocknete Lebensmittel.*
- 2 *Prinzip der industriellen Dampftrocknung.*

## 2009

Der Preis »Technik für den Menschen« geht an Prof. Walles (*rechts*) und Dr. Johanna Schanz (*links*).



## 2009

Die Projektgruppe BioCat in Straubing nimmt unter Leitung von Prof. Dr. Volker Sieber ihre Arbeit auf.



## 2009

Prof. Walles wird an den Lehrstuhl für Tissue Engineering und Regenerative Medizin der Universität Würzburg berufen.

## 2009

Prof. Dr. Katja Schenke-Layland kommt aus den USA ans IGB.



Dr. Johanna Schanz und Prof. Dr. Heike Walles werden am gleichen Tag mit dem Preis »Technik für den Menschen« geehrt. Schanz erarbeitete in ihrer Diplom- und Doktorarbeit unter Betreuung von Prof. Dr. Heike Walles Methoden zur Rebesiedlung der Blutgefäßstrukturen einer biologischen Trägerstruktur. Damit wird die Herstellung komplexer humaner Gewebe möglich, die von einem Blutgefäß-äquivalent durchzogen sind.

Im Juli 2009 stimmt der Bund-Länder-Ausschuss der Einrichtung des CBPs in Leuna zu.

Die Projektgruppe BioCat (»Katalytische Verfahren für eine nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung auf der Basis nachwachsender Rohstoffe«) nimmt zum 1. August ihre

Arbeit in Straubing auf. Leiter der Projektgruppe ist Prof. Dr. Volker Sieber.

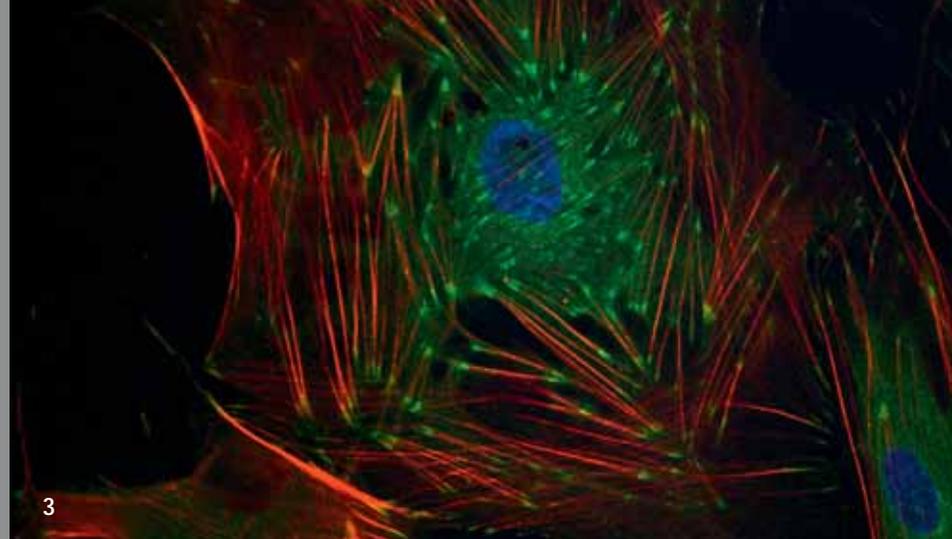
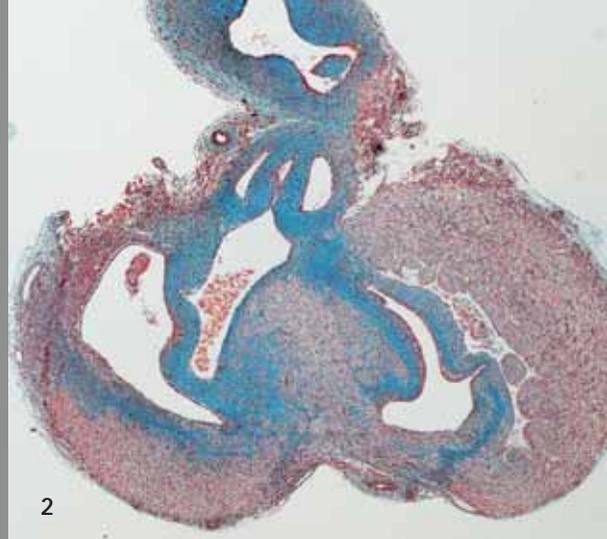
Ebenfalls am 1. August nimmt die Projektgruppe Onkologie (»Regenerative Technologien für die Onkologie«) unter Leitung Prof. Dr. Heike Walles ihre Arbeit in Würzburg auf. Zeitgleich wird Prof. Walles an den Lehrstuhl für Tissue Engineering und Regenerative Medizin der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg berufen.

Das vom BMBF geförderte Projekt EtaMax wird bewilligt. In diesem Projekt sollen erstmals bei der Produktion von Biogas aus Abfällen entstehende Filtratwässer mit einer Mikroalgenproduktion gekoppelt werden, um die anorganischen Nährstoffe der Gärwässer zu verwerten. Es stellt

somit einen ersten Ansatz zur Umsetzung eines Bioraffineriekonzeptes dar.

Die bei der Fraunhofer-Gesellschaft über das Attract-Programm beantragte Gruppe »Kardiovaskuläres Tissue Engineering« wird für fünf Jahre bewilligt und Prof. Dr. Katja Schenke-Layland kommt aus den USA an das IGB.

Das IGB zeigt in einer Studie, dass sich das Verfahren der Hochlastfaulung mit Mikrofiltration auch für kleine Anlagen rechnet. Anfallender Schlamm wird effektiv abgebaut und muss nicht teuer entsorgt werden und gleichzeitig wird Biogas als Energieträger produziert. So lohnt sich der Umstieg von der aeroben Schlammstabilisierung, auch wenn in eine Schlammfaulung investiert werden muss.



## KARDIOVASKULÄRES TISSUE ENGINEERING

Seit Anfang 2010 erforscht die Biologin Prof. Dr. Katja Schenke-Layland am IGB zelluläre und extrazelluläre Bestandteile sich entwickelnder humaner Herzen, um neue kardiovaskuläre Therapiestrategien für defekte Herzklappen, Herzmuskelgewebe und Blutgefäße zu entwickeln. Schenke-Layland wird mit ihrer Arbeitsgruppe »Kardiovaskuläres Tissue Engineering« über das Attract-Programm gefördert, mit dem Fraunhofer Wissenschaftler aus dem Ausland nach Deutschland zurückholt, damit sie ihre Ideen bei Fraunhofer anwendungsorientiert weiterentwickeln können.

Zwar ist die Transplantation von Spenderherzklappen oder der Einsatz künstlicher Herzklappenprothesen bereits klinischer Alltag, doch keines der zurzeit verfügbaren Herzklappenmodelle verfügt über eine langfristige

Biokompatibilität, ein Potenzial zum Wachstum oder zur Selbstreparatur. Eine Lösung verspricht das Herzklappen-Tissue-Engineering, bei dem biokompatible Trägersubstrate mit körpereigenen (autologen) Zellen besiedelt werden.

Das IGB konzentriert sich hier zunächst darauf, die entwicklungsbiologischen Prozesse, Zellphänotypen und Matrixproteine, welche die Herzentwicklung steuern, zu identifizieren. So konnte erstmals gezeigt werden, dass Elastin und elastische Fasern eine essenzielle Bedeutung direkt mit Beginn der menschlichen Herzklappenentwicklung einnehmen. Des Weiteren wurden erstmals Oberflächenmarker gefunden, mit denen sich lebende, funktionale kardiovaskuläre Vorläuferzellen (CPCs) identifizieren und isolieren lassen. Zugleich gelang der Nachweis, dass die CPCs, aus denen sich alle im Herz vorkommenden Zellen

entwickeln, aus induziert-pluripotenten Stammzellen (iPS-Zellen) gewonnen werden können und im Mausmodell in das Herz integrieren.

Auch in Bezug auf die Etablierung einer Plattform zur Herstellung geeigneter biologisierter Trägersubstrate konnten Erfolge erzielt werden. Faserhaltige Trägersubstrate, die sich zur Etablierung dreidimensionaler (3D) In-vitro-Testsysteme sowie zur Herstellung von Implantaten eignen, wurden unter Verwendung des anti-inflammatorischen und anti-apoptotischen Proteoglykans Decorin biofunktionalisiert.

- 1 *Fetales humanes Herz, 15. Entwicklungswoche,*
- 2 *Herzklappen (blau) in einem sich entwickelnden menschlichen Herzen.*
- 3 *Primäre humane Fibroblasten.*



### 2009

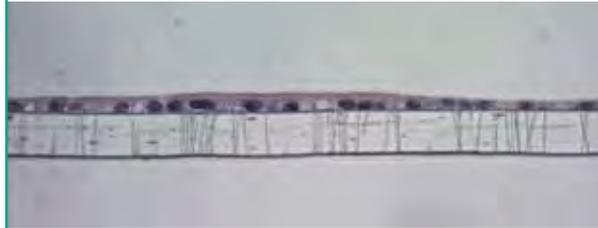
Der Fraunhofer-Arbeitskreis »Nachhaltigkeit und Forschung« formiert sich zu einem Netzwerk.

Für ihre Doktorarbeit wird Dr. Johanna Schanz am 26. Oktober 2009 in Berlin zudem mit dem Forschungspreis zur Förderung methodischer Arbeiten mit dem Ziel der Einschränkung und des Ersatzes von Tierversuchen des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz ausgezeichnet.

Der Fraunhofer-Arbeitskreis »Nachhaltigkeit und Forschung« formiert sich zu einem offiziellen Fraunhofer-Netzwerk um. Prof. Hirth wird Sprecher des Netzwerks Nachhaltigkeit, in dem 17 Fraunhofer-Institute Forschung für die Nachhaltigkeit, die Nachhaltigkeit der Forschung und die Etablierung nachhaltiger Geschäftsprozesse zum Ziel haben.

### 2009

Das zweidimensionale Caco-2-Darmmodell wird in den akkreditierten Prüfbericht aufgenommen.



Das zweidimensionale Darmmodell Caco-2 wird in den akkreditierten Prüfbericht aufgenommen. Mit dem Modell können Transportvorgänge an der intestinalen Barriere untersucht werden.

Die am IGVT in Kooperation mit dem Fraunhofer IGB angefertigte Diplomarbeit von Marc Panas »Herstellung und Charakterisierung von nano- oder mikrostrukturierten, funktionalisierten Glasoberflächen sowie die Untersuchung der Interaktion mit humanen Keratinozyten« wird 2009 durch die »Vereinigung von Freunden der Universität Stuttgart e. V.« 2009 als herausragende wissenschaftliche Arbeit der Fakultät 4 »Energie-, Verfahrens- und Biotechnik« ausgezeichnet.

### 2009

Das Projekt »BioCapabili« zwischen dem IGB und dem Carnot Institut CIRIMAT startet.

Im Rahmen der vom BMBF und der Agence Nationale de la Recherche geförderten deutsch-französischen Zusammenarbeit beginnt das Projekt »BioCapabili – Investigation of new anti-bacterial biomaterials based on biomimetic calcium phosphates to prevent bone infections« zwischen dem IGB und dem Carnot Institut CIRIMAT.

Im Laufe des Jahres haben 17 Schülerinnen und Schüler ein BOGY-Praktikum (Berufs- und Studienorientierung an Gymnasien) am IGB absolviert und Einblicke in die Arbeit von Wissenschaftlern, Technischen Assistenten und Labo- ranten erhalten.



### 2009

17 Schülerinnen und Schüler haben im Rahmen eines BOGY-Praktikums einen Einblick in die Arbeit des IGB bekommen.



1



2



3

## PROJEKTGRUPPE BIOCAT

Die Projektgruppe BioCat entwickelt »Katalytische Verfahren für eine nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung auf der Basis nachwachsender Rohstoffe«. Dabei stehen die Entwicklung neuer Bio- und chemischer Katalysatoren und deren Anwendung in technischen Verfahren im Fokus der Arbeiten.

Ausgehend von Substraten wie Biomasse, CO<sub>2</sub> und organischen Reststoff- oder Abfallströmen wird das komplette Spektrum der Katalyse betrachtet, zusammengesetzt aus homogener und heterogener chemischer Katalyse, enzymatischer und Ganzzellkatalyse sowie Kombinationen daraus, um aus den genannten Substraten neue Produkte herzustellen. Diese Produkte bzw. die entsprechenden Verfahren werden zum einen Unternehmen zur Herstellung von Bulk- und Feinchemikalien, beispielsweise von

Monomeren für die Polymerproduktion, bereitgestellt. Zum anderen können sie zur Speicherung von regenerativer Energie in chemischen Energieträgern, beispielsweise in Form längerkettiger Kohlenwasserstoffe, dienen. Dabei ist angestrebt, eine bestmögliche Wertschöpfung vom Rohstoff zum biobasierten Endprodukt zu erreichen.

### Forschungsschwerpunkte

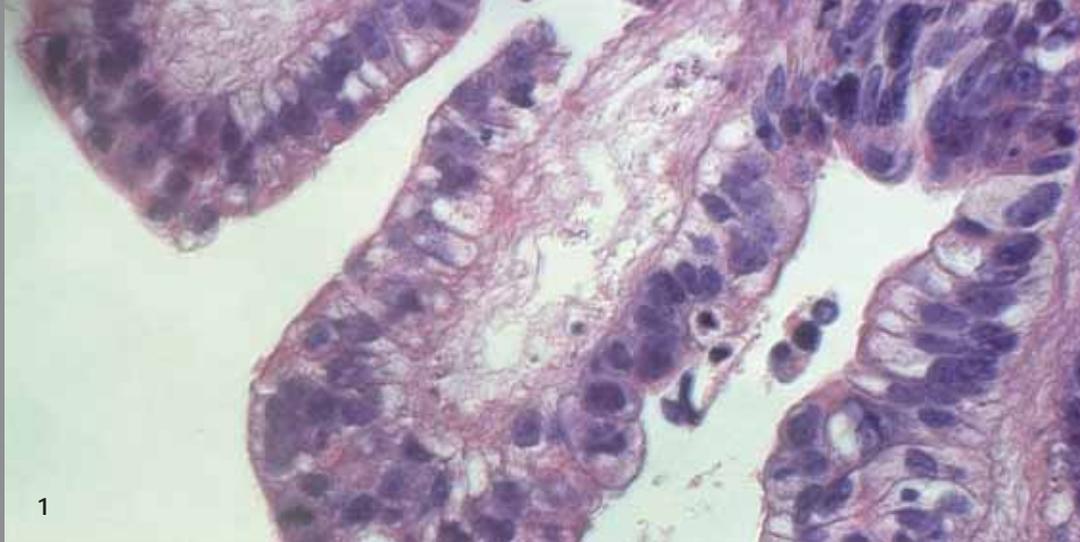
- Umwandlung von Terpenen aus Pflanzen und Reststoffen der Holzverarbeitung in Epoxide und Monomere für die Polymerindustrie
- Monomere für leitfähige Polymere aus Lignin
- Kombination von chemischem und enzymatischem Abbau von Lignin
- Schmiermittel und biobasierte Tenside aus pflanzlichen Ölen und Fettsäuren

- Spezial- und Feinchemikalien aus chitinhaltigen Fischereiabfällen
- Entwicklung von Verfahren zur Integration nachwachsender Rohstoffe in bereits bestehende Prozesse
- Herstellung von mittel- bis langkettigen Kohlenwasserstoffen aus Methan und/oder CO<sub>2</sub>

1 *Ansicht im Labor.*

2 *Aus Stroh werden Polymere.*

3 *Das BioCat-Laborgebäude in Straubing.*



## PROJEKTGRUPPE ONKOLOGIE

Die Projektgruppe »Regenerative Technologien für die Onkologie« entwickelt gewebespezifische, vaskularisierte In-vitro-Tumormodelle als Testsysteme. Wird das artifizielle Tumorgewebe in einem Bioreaktorsystem versorgt, können molekulare Mechanismen zur Ausbildung neuer Blutgefäße in vitro untersucht werden. Ebenso können zentrale Mechanismen der Metastasierung wie EMT (epitheliale mesenchymale Transition) oder MET (mesenchymale epitheliale Transition) in vitro simuliert werden, um zu untersuchen, ob Wirkstoffe an ihren Zielort gelangen, ohne unspezifische gesunde Zellen zu schädigen (Drug Targeting).

### Forschungsschwerpunkte

- Entwicklung humaner vaskularisierter Tumormodelle (Melanom, Dickdarmkarzinom, Lungenkarzinom, Nervenscheidentumore)
- Untersuchung von Stroma-Tumor-Interaktionen
- Entwicklung von 3D-In-vitro-Tumorstammzellnischen für das Screening von Therapeutika gegen Tumorstammzellen
- Untersuchung der molekularen Prozesse bei der Metastasierung
- Untersuchung des Wirkprinzips und der Nebenwirkungen von Wirkstoffkandidaten mittels der Tumortestsysteme
- Einsatz des Tumormodells bei der Verfahrensentwicklung zur Optimierung von Wirkstoffen oder Diagnostik

- 1 *BioVaSc besiedelt unter dynamischen Bedingungen mit der Zelllinie Capo-2, zur Herstellung eines Darmtestsystems.*
- 2 *Melanom-Tumor-Testsystem.*

## 2010

Der Regierungspräsident des Landes Niederbayern Heinz Grunwald übergibt einen Zuwendungsbescheid über 5 Mio Euro an Fraunhofer-Forschungsvorstand Prof. Dr. Buller für den Aufbau der Fraunhofer-Projektgruppe BioCat.

## 2010

Prof. Schenke-Layland wird mit dem anerkannten Morphological Sciences Award der American Association of Anatomists (AAA) ausgezeichnet.



## 2010

Die Erprobungsphase von DEUS 21 wird erfolgreich abgeschlossen.

## 2010

Das Projektkonsortium des CBP Leuna erhält 945 000 Euro als Anschubfinanzierung.

## 2010

Am 2. Februar 2010 übergibt der Regierungspräsident des Landes Niederbayern Heinz Grunwald einen Zuwendungsbescheid über 5 Mio Euro an Prof. Dr. Buller, Mitglied des Vorstands der Fraunhofer-Gesellschaft, für den Aufbau der Fraunhofer-Projektgruppe BioCat am Wissenschaftszentrum in Straubing. Die Mittel stammen aus dem Programm »BayernFit – Forschung, Innovation, Technologie«.

Im April 2010 wird Prof. Dr. Katja Schenke-Layland mit dem anerkannten Morphological Sciences Award der American Association of Anatomists (AAA) ausgezeichnet. Sie erhält diesen Preis für ihre Leistungen auf dem Gebiet der minimal-invasiven Mikroskopie extrazellulärer Matrixstrukturen innerhalb von Blutgefäßen und dem

Herzen. Ihre wissenschaftlichen Arbeiten erschließen ein wichtiges neues Forschungsfeld, welches Anatomie, Stammzellbiologie und Tissue-Engineering-Technologien vereint.

Am 18. Mai 2010 endet mit einer feierlichen Finissage die erfolgreiche Erprobungsphase des semidezentralen Konzepts zur Wasserversorgung und Abwasserreinigung DEUS 21, die fünf Jahre vom BMBF gefördert wurde. Nach Optimierungen der Verfahrenstechnik wird am Demonstrationsstandort im Neubaugebiet »Am Römerweg« in Knittlingen bei Pforzheim das Abwasser von 175 Anwohnern in 60 Häusern anaerob gereinigt und dabei, neben anderen Wertstoffen, bis zu 7000 Liter Biogas pro Tag gewonnen.

Am 1. Juni gibt Bundeslandwirtschaftsministerin Ilse Aigner in Berlin den Startschuss für die Pilotphase der weltweit ersten neuen Lignocellulose-Bioraffinerie und überreicht einen Förderbescheid über knapp 8,5 Mio Euro aus dem Förderprogramm »Nachwachsende Rohstoffe« des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) an den zuständigen Forschungsverbund, an dem auch CBP und IGB beteiligt sind.

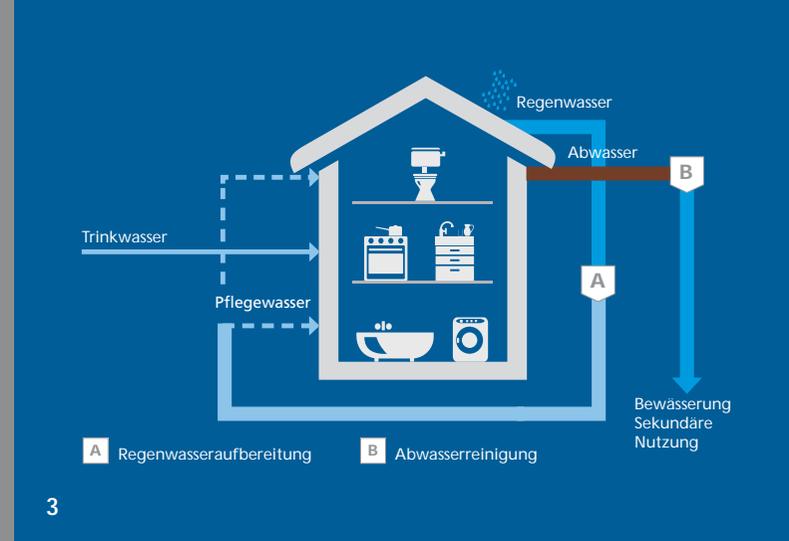
Am 30. Juni 2010 nimmt Prof. Hirth als Vertreter des Projektkonsortiums des Chemisch-Biotechnologischen Prozesszentrums CBP Leuna bei der Sitzung des Innovations- und Technikbeirats des Landes Sachsen-Anhalt in Magdeburg einen Fördermittelbescheid für die Anschubfinanzierung in Höhe von 945 000 Euro entgegen.



1



2



3

## DEZENTRALES URBANES WASSER- INFRASTRUKTURSISTEM DEUS 21

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ISI hat das IGB ein neuartiges Wasserinfrastruktursystem konzipiert, das eine qualitätsgesicherte Regenwassernutzung, eine neue Form des Abwassertransports (Vakuumkanalisation) und eine semidezentrale anaerobe Abwasserreinigung umfasst, mit der Energie in Form von Biogas erzeugt wird. Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts DEUS 21 wurde das Konzept zwischen 2006 und 2010 im Neubaugebiet »Am Römerweg« in Knittlingen, einem Ort in der Nähe von Pforzheim, weiterentwickelt und erprobt. Eine Vakuumstation sammelt zuverlässig das Abwasser aus den Häusern des Neubaugebiets und leitet es zur anaeroben Abwasserreinigung. Eine von der Größe an die zunächst noch geringe Anzahl an Bewohnern angepasste Pilotanlage wurde seit 2006 zur Ermittlung exakter Auslegungsdaten für die technische Anlage im Wasserhaus betrieben. Im Jahr

2008 wurde eine technisch optimierte Anlage, welche das Abwasser von ca. 175 Anwohnern reinigt und einfach erweitert werden kann, in Betrieb genommen. Parallel zur Entwicklung der anaeroben Abwassertechnik wurden Technologien zur Rückgewinnung des Phosphors und des Stickstoffs aus dem Ablauf der Anlage untersucht und als technische Einheiten in die Prozesslinie im »Wasserhaus«, in welchem die gesamte Technik für die Realisierung von DEUS 21 untergebracht ist, integriert. Das Regenwasser wird während der Erprobungsphase separat gesammelt, in unterirdischen Zisternen gespeichert und im Wasserhaus aufbereitet. Ziel ist es, das Regenwasser zu Trinkwasserqualität aufzubereiten, um es in einem separaten Netz an die Bewohner des Wohngebiets für die Toilettenspülung und Gartenbewässerung, aber auch für Wasch- und Spülmaschine sowie zum Waschen und Duschen zu verteilen

und damit Trinkwasser einzusparen. Obwohl die Qualität des gesammelten Regenwassers schlechter als erwartet war, konnten wir zeigen, dass auch dieses Wasser zu »Pflegewasser« mit hygienisch einwandfreier Trinkwasserqualität aufbereitet werden kann. Für Regionen mit Mangel an Rohwasser in guter Qualität stellt die Regenwassernutzung so eine wichtige Option dar. Das Konzept DEUS 21 eignet sich für Einheiten ab etwa 2000 Einwohnern, sowohl in Industrieländern als auch in Megastädten ohne Abwasserinfrastruktur und für peri-urbane Gebiete in Entwicklungs- und Schwellenländern. Derzeit wird die Technologie an chinesische Rahmenbedingungen angepasst und DEUS 21 im Industriepark KINTE der Stadt Guangzhou, Provinz Guangdong, aufgebaut.

- 1 *Das Wasserhaus in Knittlingen.*
- 2 *Blick ins Wasserhaus.*
- 3 *Kreislauf bei DEUS 21.*



### 2010

Der von MiNeMint e. V. initiierte Thementag bringt Schülerinnen und Schülern die verfahrenstechnischen Prozessschritte näher.



### 2010

Ministerpräsident Horst Seehofer beim Spatenstich in Straubing.

### 2010

Next Generation Sequencing identifiziert Gene, die am Ausbruch einer Infektion mit *Candida albicans* beteiligt sind.



### 2010

Spatenstich für das Fraunhofer CBP in Leuna.



In Stuttgart findet derweil der von MiNeMINT e. V., einem Netzwerk der Region Mittlerer Neckar zur Förderung der MINT-Fächer, initiierte Thementag Bioverfahrenstechnik statt, bei dem das Kompetenznetz Verfahrenstechnik Pro3, das Institut für Bioverfahrenstechnik der Universität, das Fraunhofer IGB und die Firmen LEWA und Visenso interessierten Schülern die verfahrenstechnischen Prozessschritte näher bringen, durch die unter Nutzung biologischer Vorgänge aus einem Rohstoff neue Produkte hergestellt werden.

Am 22. Juli greift Ministerpräsident Horst Seehofer beim Spatenstich zum Neubau des Laborgebäudes der Projektgruppe BioCat in Straubing zum Spaten.

Neue Büros und Labore in den Ebenen 3–6 schaffen Platz für die gewachsene Mannschaft.

Forscher des IGB nutzen Methoden des Next Generation Sequencing, um herauszufinden, welche Gene am Ausbruch einer Infektion mit dem Pilz *Candida albicans* beteiligt sind. Mit der Methode lassen sich im Hochdurchsatz bis zu 100 Mio DNA-Fragmente mit einer Leselänge von bis zu 500 Basen parallel sequenzieren und erstmals gleichzeitig hochsensitive Transkriptionsprofile von humanpathogenen Pilzen und den infizierten Wirtszellen simultan erhalten.

Beim Innovationswettbewerb Medizintechnik des BMBF wird ein Projekt ausgezeichnet, in dem Fraunhofer IGB

und IGVT mit Industriepartnern ein Lab-on-a-chip zur schnellen Diagnose gefährlicher Krankheitserreger entwickeln.

Mit dem Spatenstich am 8. Dezember 2010 werden die Bauarbeiten für das Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP am Chemiestandort Leuna eingeleitet. Jens Bullerjahn, Finanzminister und Stellv. Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt, und Dr. Reiner Haseloff, Wirtschaftsminister in Sachsen-Anhalt, freuen sich auf die Schubkraft für das Land.

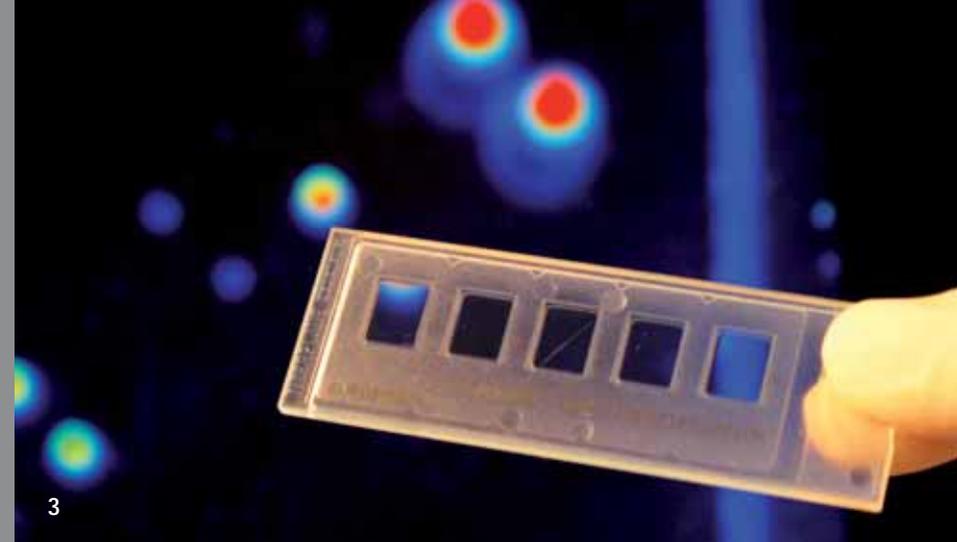
Die Mitarbeiterzahl ist auf 268 gewachsen.



1



2



3

## LAB-ON-A-CHIP FÜR DIE DIAGNOSTIK VON PILZINFEKTIONEN

- 1 *Rhizopus stolonifer*, ein gefährlicher Erreger für immunsupprimierte Patienten.
- 2 Falschfarbenbild eines DNA-Microarrays.
- 3 DNA-Microarray für die Routinediagnostik.

Infektionen mit Hefepilzen können für Patienten, deren Immunabwehr durch Krankheit oder Medikamente geschwächt ist, lebensbedrohlich sein und müssen schnellstmöglich behandelt werden. Für ein schnelles und zuverlässiges Nachweisverfahren, das alle relevanten Pilz-Erreger und deren eventuell vorhandene Medikamenten-Resistenzen gleichzeitig erfasst, entwickeln Fraunhofer IGB und IGVT in einem vom BMBF geförderten Projekt mit Partnern aus Klinik (Herz- und Diabeteszentrums Nordrhein-Westfalen) und Industrie (Euroimmun, Lübeck; Multi Channel Systems MCS, Reutlingen; Bosch, Gerlingen) ein vollintegriertes Lab-on-a-Chip-System, das alle funktionalen Komponenten wie Probenvorbereitung, Mikrofluidik und die Detektion der Erreger-DNA vereint. Durch die rasche und exakte Diagnose mit dem nur 2,5 mal 7,5 cm großen Minilabor profitiert der Patient von einer frühzei-

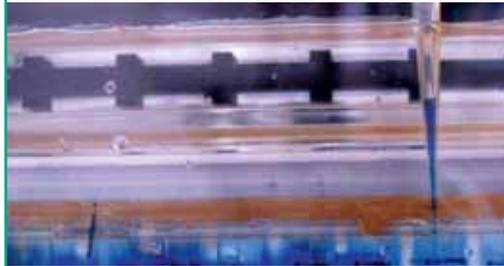
tigen und gezielten Therapie, das Gesundheitssystem von reduzierten Behandlungskosten. Dieses Lab-on-a-Chip-System wird von den industriellen Projektpartnern auf den Markt gebracht.

**2011**

Das Projekt Strategie Nachhaltigkeit wird vom Fraunhofer-Vorstand genehmigt, Koordinator ist Prof. Hirth.

**2011**

Mit der Illumina HiSeq 2000 können bis zu  $10^9$  DNA-Sequenzfragmente parallel detektiert werden.



**2011**

Prof. Trösch wird mit Überreichung der Fraunhofer-Medaille in den Ruhestand verabschiedet.



**2011**

BioCat koordiniert das EU-Projekt ChiBio.

**2011**

Das Projekt Strategie Nachhaltigkeit wird vom Fraunhofer-Vorstand genehmigt. Koordinator ist Prof. Hirth. Im Netzwerk Nachhaltigkeit engagierte Fraunhofer-Institute erarbeiten, wie das Prinzip Nachhaltigkeit bei Fraunhofer umgesetzt werden kann.

Das von der Fraunhofer-Zukunftsstiftung geförderte Projekt RIBOLUTION startet. Forscher aus IZI, IGB, IPA, ITEM und FIT entwickeln mit Partnern aus Klinik und Pharmazie eine Plattform zur Identifizierung RNA-basierter Diagnostika für die personalisierte Medizin. Dabei erfasst RIBOLUTION sogenannte nichtkodierende RNAs (ncRNAs), die (anders als lange gedacht) eine zentrale Rolle bei der zellulären Steuerung – und insofern auch bei Krankheiten – spielen.

Fraunhofer will mit dem Systemforschungsprojekt »Zellfreie Biotechnologie« Proteine im industriellen Maßstab ohne lebende Zellen und Mikroorganismen herstellen. Innerhalb eines Konsortiums von insgesamt acht Fraunhofer Instituten untersucht das IGB abteilungsübergreifend, wie die Energieversorgung der zellfreien Kompartimente mittels einer ATP-Synthase, einem membranständigen Protein, sichergestellt werden kann.

Im Mai 2011 wird der Stellvertretende Institutsleiter und langjährige Abteilungsleiter Prof. Trösch mit Überreichung der Fraunhofer-Medaille verabschiedet. Frau Dr.-Ing. Ursula Schließmann übernimmt die Leitung der Abteilung Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik.

Mit dem Forschungsprogramm »Märkte von Übermorgen« orientiert sich die Fraunhofer-Gesellschaft am Bedarf zukünftiger Märkte. Gleich an zwei der fünf Projekte, »Molecular Sorting« und »SkinHeal«, ist auch das IGB beteiligt.

Das EU-Projekt ChiBio wird von der Projektgruppe BioCat in Straubing koordiniert. Chitinhaltige Fischereiabfälle sollen nach Art einer Bioraffinerie vollständig verwertet und stoffliche sowie energetische Nutzungswege aufgezeigt werden.



1

C A T C A T T A T T A G A A G A G A T T A C T T G C A T T A C G  
 A A G C A A C A A G G T A T T G A A A G G A C A G A A T C T T  
 T T G G T C T T C C A T G G T G G T T C T G G T T C T A C T C A  
 T T T T T T T T T T T T T T T C C T T A T T T A A T T T T T T T  
 C A C C A T T T T T A A A T C T G T T G G T T T A A A T G A T T  
 T T G G T C T T C C A T G G T G G T T C T G G T T C T A C T C A  
 C T T C T T T G G C A C C A G G A C C A A T T A A T G A G G C A  
 T T T T T T T T T T T T T T T C T A T T T T T T T T T C A A T T A A  
 2  
 A A A A A A T A A C A T T G G T C G A A T T A A T A C T A C C A

## RIBOLUTION

In dem von der Fraunhofer-Zukunftsstiftung geförderten Projekt RIBOLUTION entwickeln die Institute IZI, IGB, IPA, ITEM und FIT mit Partnern aus Klinik und Pharmazie eine Plattform zur Identifizierung RNA-basierter Diagnostika für die personalisierte Medizin. Denn anders als lange gedacht, spielen nichtkodierende RNAs (ncRNAs) eine zentrale Rolle bei der zellulären Steuerung – und insofern auch bei Krankheiten.

In einer ersten genomweiten Identifizierungsphase werden diagnostisch verwertbare RNA-basierte Biomarker mithilfe der Hochdurchsatz-Sequenzier Technologie (Next-Generation Sequencing) gesucht. Mit dieser Technologie, für die am IGB eine Illumina HiSeq 2000 zur Verfügung steht, können bis zu  $10^9$  DNA-Sequenzfragmente parallel

detektiert werden, so dass in ausgewählten Patientenproben entsprechender klinischer Studien signifikant auftretende ncRNAs als Biomarker für die gewählte Indikation identifiziert werden können. Zunächst werden geeignete Verfahren zur RNA-Aufbereitung und zur Probenvorbereitung für die Sequenzierung in einer GLP-ähnlichen Umgebung erarbeitet. In folgenden Phasen des Screening-Prozesses sollen die im ersten Screening gefundenen ncRNAs mithilfe spezifischer Sonden über entsprechende DNA-Microarrays an einem größeren Patientenpool fokussiert und anschließend mittels quantitativer Echtzeit-PCR an bis zu 2000 Patientenproben validiert werden.

- 1 *Beladung der Illumina Hochdurchsatz-Sequenzierplattform für die Sequenzierung.*
- 2 *DNA-Sequenzen.*

## 2011

Das Projekt BioConSepT untersucht die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen der zweiten Generation.



Bei BioConSepT, ebenfalls von der EU gefördert, geht es um die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen der zweiten Generation – Lignocellulose oder Öle und Fette, die nicht zur Nahrungsmittelproduktion eingesetzt werden können. Mit enzymatischen, mikrobiellen und chemischen Verfahren werden Herstellungs- und Aufarbeitungswege für biobasierte Polymere etabliert.

Das Fraunhofer IGB koordiniert ein ERA-IB-Projekt zur Herstellung von Biotensiden, Biosurf, mit mikrobiologischen und enzymatischen Methoden. Industriepartner testen die Ergebnisse direkt im Rahmen des Projekts für die Verwendung im Bereich Reinigungsmittel.

## 2011

Im EU-Projekt O4S nutzen Forscher Agrarabfälle zur Herstellung von Biotensiden für Naturkosmetika.

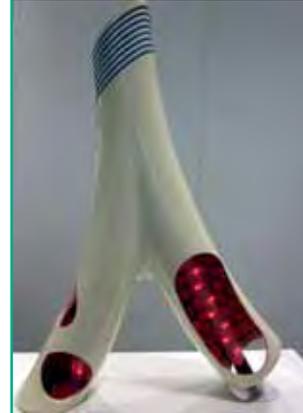


Im EU-Projekt O4S nutzen Forscher Agrarabfälle wie Pflanzenhalme, Schalen, Spelzen und Hülsen aus der ökologischen Landwirtschaft zur Herstellung von Biotensiden für Naturkosmetika.

Im Fraunhofer-Projekt BioRap® untersuchen IGB, ILT, IPA und IWM wie sich künstliche elastische Blutgefäße aus biokompatiblen Polymeren mittels 3D-Druck herstellen lassen, um die Versorgung artifizierender Organe im Tissue Engineering zu gewährleisten. Auf der Biotechnica vom 11. bis 13. Oktober in Hannover stellen sie ihre Ergebnisse vor. Mit diesem Projekt wird das Bioprinting als Technologie am IGB aufgebaut.

## 2011

Das Fraunhofer-Projekt BioRap® wird auf der der Biotechnica in Hannover vorgestellt.



## 2011

Die »Produktionsanlage für menschliche Haut« wird als »Ausgewählter Ort im Land der Ideen 2011« ausgezeichnet.

Die »Produktionsanlage für menschliche Haut«, die unter Leitung von Prof. Dr. Heike Walles am Fraunhofer IGB gemeinsam mit den Fraunhofer-Instituten für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Produktionstechnologie IPT sowie Zelltherapie und Immunologie IZI entwickelt wurde, wird am 26. Oktober 2011 als »Ausgewählter Ort im Land der Ideen 2011« im bundesweiten Innovationswettbewerb ausgezeichnet.



## HAUT AUS DER FABRIK

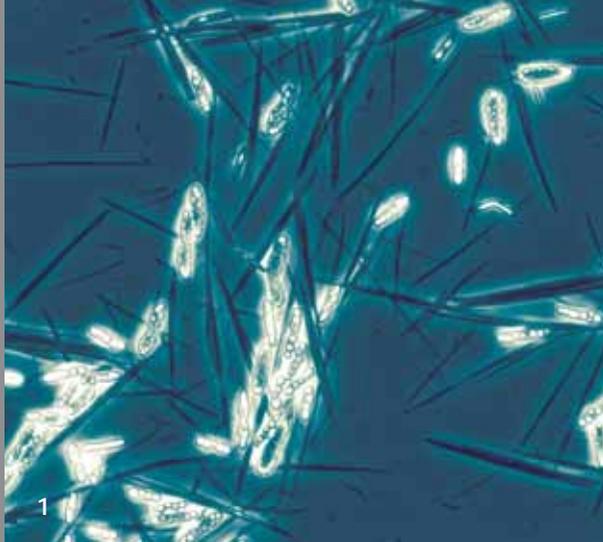
Die Haut ist das erste Organ, das erfolgreich mit Methoden des Tissue Engineerings im Labor gezüchtet wurde. Neuerdings kann sie in einem vollautomatischen Prozess hergestellt werden, der von vier Fraunhofer-Instituten unter Koordination des Fraunhofer IGB in einem von der Fraunhofer-Zukunftsstiftung geförderten Projekt entwickelt wurde. In einem mehrstufigen Prozess, der in einer einzigen, modular aufgebauten Anlage realisiert ist, werden die Hautproben auf Sterilität geprüft, per Roboter in die Anlage transportiert, zerkleinert, isoliert, dermale und epidermale Zellen zusammengefügt und expandiert. Nach drei Wochen Kultivierung im Inkubator ist die künstliche Haut fertig.

Damit ein In-vitro-Testsystem als Ersatz zum Tierversuch von der zuständigen Behörde, dem European Centre for

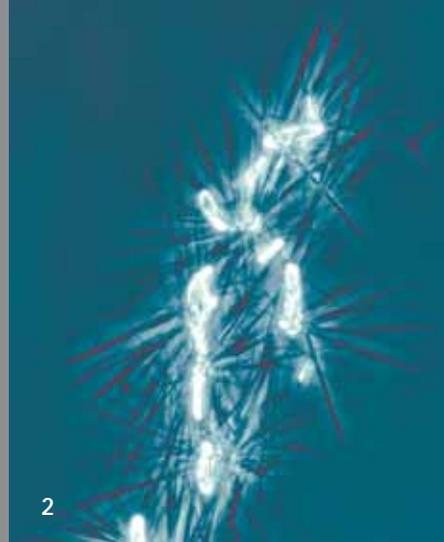
the Validation of Alternative Methods (ECVAM), akzeptiert wird, muss nachgewiesen werden, dass die toxikologischen Eigenschaften der Substanz mit dem Testverfahren ausreichend sensitiv, spezifisch und reproduzierbar untersucht werden können. Für diese Validierung wurde zunächst ein humanes Epidermismodell ausgewählt, für das bereits Daten aus vorhergehenden Validierungsstudien vorlagen. Innerhalb nur weniger Monate konnte das Fraunhofer-Projektkonsortium den automatisierten Herstellungsprozess für das Epidermismodell etablieren. Hierbei werden epidermale Zellen (Keratinocyten) isoliert, vermehrt und dann in eigens dafür entwickelte und patentierte Kulturgefäße zum Aufbau einer korrekt strukturierten Epidermis verwendet. So können reproduzierbar und in großer Stückzahl hochqualitative Epidermismodelle hergestellt werden, die sich morphologisch nicht von manuell

hergestellten unterscheiden lassen. Nach der erfolgreichen Validierung des Epidermismodells soll die Hautfabrik monatlich etwa 5000 Stück produzieren und über eine Ausgründung kommerziell verfügbar machen.

- 1 Rückseitiger Zugang zur Anlage.
- 2 Zerkleinern der Gewebeprobe.
- 3 Modulare Anlage zur automatisierten Herstellung von Hautmodellen.



1



2



3

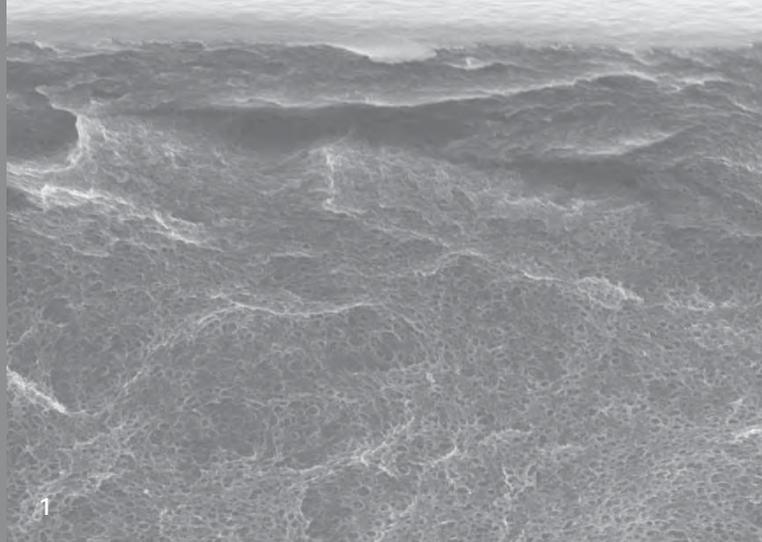
## BIOTENSIDE AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN

Oberflächenaktive Substanzen werden zumeist chemisch aus Erdöl hergestellt. Biotenside, die von Mikroorganismen in struktureller Vielfalt produziert werden, zeigen oft hervorragende Reinigungseigenschaften und sind biologisch abbaubar.

Das IGB konzentriert sich hier auf die Optimierung der Herstellung von Cellobioselipiden und Mannosylerythritolipiden mithilfe von Brandpilzen der Gattungen *Ustilago* oder *Pseudozyma*. Durch Prozessoptimierung des Herstellungsverfahrens erreichen wir gegenwärtig Produktkonzentrationen von über 30 g/l für Cellobioselipide und über 100 g/l für Mannosylerythritolipide. An einer weiteren Steigerung der Produktmenge wird gearbeitet.

Die Biotenside werden parallel am IGB und von Kooperationspartnern charakterisiert und auf Einsatzmöglichkeiten in Reinigungsmitteln, Kosmetika oder Spezialanwendungen untersucht. Die Tensidstruktur und damit die Tensideigenschaften werden dann mit gentechnischen, enzymatischen oder bioprozesstechnischen Methoden für die jeweilige Anwendung optimiert. Auch aus Reststoffen wie Stroh wurden inzwischen Biotenside hergestellt. Eine Umsetzung am Markt wird auch als ökologisch zertifiziertes Material vorbereitet.

- 1 *Zellen des Brandpilzes Ustilago maydis.*
- 2 *Cellobioselipide als nadelförmige Kristalle.*
- 3 *Produzierte Biotenside zeigen hervorragende Reinigungseigenschaften und sind biologisch abbaubar.*



## NEUE MEMBRANEN FÜR OSMOSEKRAFTWERKE

In einem Osmosekraftwerk werden zwei Wasserströme mit unterschiedlichem Salzgehalt über eine semipermeable Membran in Kontakt gebracht, so dass Wasser in den Wasserstrom mit höherem Salzgehalt übertritt und der hydrostatische Druck auf der Salzwasserseite ansteigt. Wird das Wasser über eine Turbine entspannt, kann die im Wasser gespeicherte Energie in elektrische Energie umgewandelt werden. Eine wirtschaftliche Nutzung ist momentan mangels ausreichend effizienter Membranen nicht möglich. Unter anderem aus Gründen des Klimaschutzes ist eine solche emissionsfreie Energiewandlung wieder hochaktuell. Daher entwickelt das IGB eine neuartige Membran für die Vorwärtsosmose (pressure retarded osmosis, PRO), die großtechnisch in Osmosekraftwerken eingesetzt werden kann, unter anderem gefördert durch das Umweltministerium Baden-Württemberg. Kommerziell verfügbare

Membranen für die Umkehrosmose, wie sie beispielsweise zur Trinkwassergewinnung aus Meerwasser eingesetzt werden, sind für Osmosekraftwerke nicht geeignet. Aufgrund ihrer hohen Konzentrationspolarisation in der Stützstruktur setzen sie die effektiv genutzte Konzentrationsdifferenz erheblich herab, so dass die maximale Leistungsdichte der Membranen in der Größenordnung von  $1,3 \text{ W/m}^2$  liegt. Nachdem mittels Simulationen Celluloseacetat als geeignetes Material identifiziert wurde, konnten am Fraunhofer IGB leistungsfähige PRO-Membranen aus Celluloseacetat mit einer Leistungsdichte von  $2,5 \text{ W/m}^2$  entwickelt werden (gemessen bei einer NaCl-Konzentration  $32 \text{ g/l}$  und einer Überströmungsgeschwindigkeit  $0,017 \text{ cm/s}$ ). Wird die Überströmungsgeschwindigkeit auf  $0,05 \text{ m/s}$  gesteigert, können Leistungsdichten von  $4,5 \text{ W/m}^2$  erreicht werden. Durch Erhöhung der Salzkonzentration

kann die Leistungsdichte ebenfalls verbessert werden. Im Vergleich zu einer kommerziellen PRO-Membran (HTI X-Pack) ist das Porengerüst in der Unterstruktur verbessert und die Konzentrationspolarisation folglich verringert. Um den Verlust der Triebkraft durch Konzentrationspolarisation weiter zu vermindern, soll die Membranstruktur durch eine optimierte Polymerlösungszusammensetzung, Zugabe von porenbildenden Additiven, Plasmamodifizierung der Membranoberfläche und Verwendung effizienterer Stützgewebe weiter verbessert werden. Für eine wirtschaftliche Umsetzung sind Werte von ca.  $5 \text{ W/m}^2$  angestrebt.

- 1 Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer kommerziellen Umkehrosmosemembran.
- 2 Osmosemembran.

## 2011

In einem Kooperationsprojekt mit den Max-Planck-Instituten für Intelligente Systeme (Stuttgart) und Polymerforschung (Mainz) sowie der Universität Stuttgart zeigt das IGB, wie Materialien für eine neue Generation von Implantaten beschaffen sein müssen.



## 2012

Bundesforschungsministerin Schavan gratuliert dem Cluster »BioEconomy«.

Fraunhofer

NACHHALTIGKEITSBERICHT 2011



## 2012

Der erste institutsübergreifende Nachhaltigkeitsbericht erscheint.

## 2012

Auf der Hannover Messe werden im Fraunhofer-Haus der Nachhaltigkeit auch Projekte des IGB gezeigt.



Das Fraunhofer IGB zeigt in einem Kooperationsprojekt mit den Max-Planck-Instituten für Intelligente Systeme (Stuttgart) und Polymerforschung (Mainz) sowie der Universität Stuttgart, wie Materialien für eine neue Generation von Implantaten beschaffen sein müssen. Mit biomimetischen Gerüststrukturen, welche die natürliche Umgebung des Körpers nachahmen, differenzieren sich Stammzellen zu Knochen- und Knorpelzellen. Die Zusammenarbeit ist eines von 19 Kooperationsprojekten, die von Max-Planck- und Fraunhofer-Gesellschaft initiiert wurden, um Erkenntnisse der Grundlagenforschung in die Anwendung zu bringen.

Frau Prof. Dr. Katja Schenke-Layland nimmt einen Ruf an das Universitätsklinikum Tübingen an und leitet hier die

Arbeitsgruppe »Biomaterialien in der kardiovaskulären regenerativen Medizin«.

Am 6. November 2011 wird in Leuna Richtfest für das Fraunhofer CBP gefeiert.

## 2012

Der Cluster »BioEconomy«, den Prof. Hirth wissenschaftlich koordiniert, geht im Januar als einer von fünf Siegern in der dritten Runde des Spitzencluster-Wettbewerbs des BMBF hervor. Auf der Clusterkonferenz vom 23. bis 24. Februar in Berlin, bei der Staatssekretärin Cornelia Quenert-Thielen den Spitzencluster prämiiert, gehört Bundesforschungsministerin Annette Schavan zu den ersten Gratulanten.

Im Jahr 2012, das unter dem Leitmotiv der Nachhaltigkeit steht, erscheint am Institutszentrum Stuttgart der erste institutsübergreifende Nachhaltigkeitsbericht der Fraunhofer-Gesellschaft unter der Koordination des IGB. Neben der Strategie und dem Leitbild, dem Weg zu nachhaltigen Geschäftsprozessen und ausgewählten Forschungsprojekten dokumentiert der Bericht Initiativen der Mitarbeiter. Gemeinsame Aktionen, wie der erste Aktionstag Nachhaltigkeit am 29. Juni 2012 am IZS, fördern dieses Engagement weiter.

Das Fraunhofer-Haus der Nachhaltigkeit am Fraunhofer-Hauptstand zeigt auf der Hannover Messe im April nachhaltige Forschung, auch aus dem IGB, darunter Anti-Eis-Folien für Windkraftwerke.

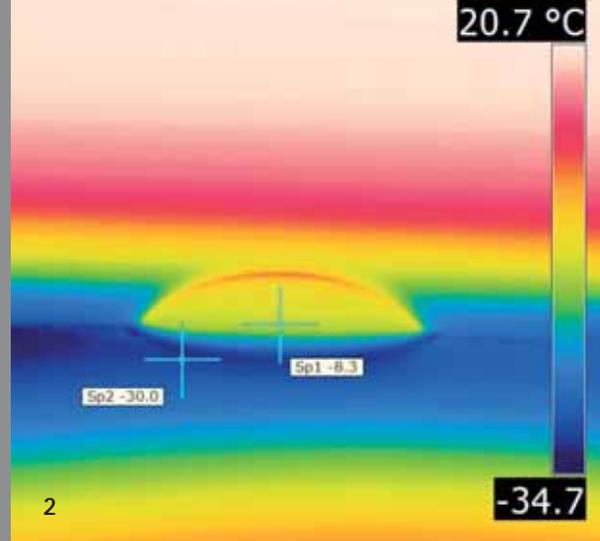


## BIOÖKONOMIE-STRATEGIE UND SPITZENCLUSTER BIOECONOMY

Zentrale Themen der Bioökonomie-Strategie der Bundesregierung sind die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen und die Entwicklung effizienter Wertschöpfungsketten, Verfahren und Produkte. Mit eigenen Arbeiten zur stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe kann das IGB einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung neuer biobasierter Produkte und Prozesse leisten und durch die Mitarbeit im BioÖkonomieRat und europäischen Gremien auch die nationalen und europäischen Forschungsstrategien fortentwickeln.

In diesem Zusammenhang ist die Prämierung des Clusters BioEconomy zum Spitzencluster im BMBF-Wettbewerb ein besonderes Highlight. Gemeinsames Ziel des mitteldeutschen Clusters um das Fraunhofer CBP in Leuna mit Unternehmen aus Bereichen der Chemieproduktion, Mi-

neralölindustrie, Energiewirtschaft, Holzindustrie und Anlagenbau sowie einer Reihe von Forschungseinrichtungen ist die nachhaltige, das heißt integrierte stoffliche und energetische Wertschöpfung aus Biomasse, die nicht für die Nahrungsmittelproduktion genutzt wird, um Werkstoffe, Chemikalien, Produkte aus neuen Materialien und Energieträger zu erzeugen.



## ANTI-EIS-BESCHICHTUNGEN

Die Vereisung von Oberflächen ist für die Tragflächen von Flugzeugen, die Rotorblätter von Windrädern oder auch Stromleitungen ein Problem. In dem vom BMBF geförderten Verbundprojekt nanodyn® hat das Fraunhofer IGB zusammen mit Projektpartnern eine effektive passive Anti-Eis-Ausrüstung für Kunststoffoberflächen entwickelt. Hierzu werden wasserabweisende mikro- und nanostrukturierte Schichten mittels Plasmatechnologie auf Kunststofffolien, beispielsweise aus Polyurethan (PU), abgeschieden. Mittels der Plasmatechnologie können die chemische Zusammensetzung und die Topographie der Oberflächen gezielt auf Anwendungen eingestellt werden.

Wird nach der Behandlung Wasser auf die modifizierte Oberfläche aufgebracht, zieht es sich zu einem kugelför-

migen Tropfen zusammen, der aufgrund der minimierten Wechselwirkung mit der Oberfläche abperlt: die Oberfläche wird hydrophob und oleophob zugleich. Auch bei Temperaturen unter Null Grad gefriert das Wasser auf den beschichteten Oberflächen kaum, da es aufgrund der molekularen Struktur der Beschichtung in einem »stark unterkühlten« (engl. supercooled) Zustand verbleibt. Die Anti-Eis-Ausrüstung wurde bereits erfolgreich auf einer selbstklebenden schlag- und stoßfesten PU-Folie erprobt. Die Beschichtung reduziert die Eishaftung um mehr als 90 Prozent im Vergleich zu einer unbeschichteten PU-Oberfläche. Werden vor der passiven Beschichtung zusätzlich flächige Mikrostrukturen mittels Prägeverfahren erzeugt, kann die Eishaftung weiter vermindert werden. Die modifizierte Anti-Eis-Folie kann einfach auf die zu schüt-

zenden Objekte, beispielsweise Rotorblätter, Tragflächen, Solarpaneele, Freileitungen und Gebäudeteile aufgeklebt werden, ohne das Bauteil direkt beschichten zu müssen.

- 1 *Tragfläche mit Eisschicht.*
- 2 *Thermographisches Bild eines stark unterkühlten, noch flüssigen Wassertropfens auf einer plasmafunktionalisierten, nanostrukturierten Folie.*
- 3 *Kleinwindkraftanlage der Firma UrbanFutureTec für urbane Gebiete.*

## 2012

Gemeinsam mit der Universität West-Ungarn hat das IGB im Auftrag verschiedener Ökolandbau-Verbände im EU-Projekt EcoBug ökologische Düngepellets entwickelt.



## 2012

Die Hochlastfaulungsanlage in Bad Dürrenberg wird in Betrieb genommen.



## 2012

Im Juni findet der erste Aktionstag Nachhaltigkeit am IZS statt. Hier die Aktionsgruppe auf der Schmetterlingswiese.

## 2012

Prof. Dr. Reimund Neugebauer wird neuer Fraunhofer-Präsident.



Gemeinsam mit der Universität West-Ungarn in Mosonmagyaróvár/Ungarn hat das IGB im Auftrag verschiedener Ökolandbau-Verbände im EU-Projekt EcoBug Düngepellets entwickelt, die auf ökologisch verträgliche Weise Kohlfiegen vertreiben. Dazu werden nährstoffreiche Gärreste mit aufbereiteter Algenbiomasse von Cyanobakterien, deren volatile Bestandteile als Repellent gegen die Kohlflyge wirken, vermischt.

Im deutschen Wissenschaftsjahr unter dem Motto »Zukunftsjahr Erde« geht am 30. Mai auch die MS Wissenschaft mit nachhaltigen Forschungsthemen auf Tour durch 36 Städte in Deutschland und Österreich. 480 Schulklassen besuchen die Ausstellung nach dem Bild einer Stadt, bei der im Wohnhaus Biotenside aus nachwachsenden

Rohstoffen zeigen, wie man nachhaltig putzen und waschen kann.

Das Projekt »Leitfaden Nachhaltigkeitsberichterstattung« startet unter Federführung der Zentrale und von Fraunhofer UMSICHT mit Beteiligung des IGB.

Auf der AICHEMA präsentiert das IGB unter anderem eine adsorptive Wärmespeichertechnologie mit Zeolithen. Sie ermöglicht es, Wärme, beispielsweise Abwärme aus industriellen Prozessen, auf kleinstem Raum und über längere Zeiträume hinweg verlustfrei zu speichern und bei Bedarf zu nutzen.

Mit der Hochlastfaulung in Bad Dürrenberg wird die sechste Anlage nach dem am IGB entwickelten Schwarzing-Uhde-Verfahren in Betrieb genommen.

Prof. Hirth übernimmt die kommissarische Leitung des Instituts für Plasmaforschung IPF der Universität Stuttgart.

Im September 2012 werden weitere Büros (Büroaufstockung Ost, Ebene 6) fertiggestellt. Sie bieten u.a. Platz für Mitarbeiter aus dem Technikum, welches nun abgerissen wird. An seiner Stelle baut das IGB gemeinsam mit dem IPA ein neues Technikumsgebäude.

Prof. Dr. Reimund Neugebauer tritt sein neues Amt als Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft an.



1



2



3

## SORPTIVE WÄRMESPEICHER

Rund 50 Prozent der in Europa eingesetzten Primärenergie wird in Form von Wärme verbraucht. Gleichzeitig fallen bei der Stromerzeugung sowie bei vielen Industrieprozessen große Mengen Abwärme an, die häufig ungenutzt verloren gehen. Ein wichtiger Beitrag, die Klimaschutzziele zu erreichen und die angestrebte Energiewende zu vollziehen ist, den Nutzungsgrad für regenerative wie fossile Energie durch Wärmerückgewinnung und Energieeffizienzsteigerung zu erhöhen. Für die effiziente Nutzung von Wärme sind kompakte und flexible Speichersysteme notwendig, die das Angebot und den Bedarf an Wärme entkoppeln und ausgleichen.

Einen solchen Ansatz verfolgt das Fraunhofer IGB mit der Entwicklung von sorptiven Wärmespeichersystemen, sowohl nach dem adsorptiven als auch dem absorptiven

Wirkprinzip, und ihrer Umsetzung in industrielle Anwendungen. Bei solch sorptiven Systemen, beispielsweise mit Zeolithen als Adsorbens, ist die Wärme physikalisch-chemisch gebunden. Thermische Verluste aufgrund eines Temperaturgradienten zwischen Speichermedium und Umgebung entfallen somit. Als Adsorptiv kommt Wasserdampf zum Einsatz, der von den hochporösen Zeolithkugeln an ihrer großen inneren Mikroporenoberfläche adsorbiert wird. Hierbei wird Wärme frei. Wenn dem Zeolithspeicher Wärmeenergie zugeführt wird, werden die Wassermoleküle wieder abgetrennt und in einem separaten Reservoir aufgefangen. Solange eine Reaktion zwischen Zeolith und Wasser verhindert wird, kann die in Form eines Sorptionspotentials gespeicherte Wärme nicht freigesetzt werden. Der Prozess ist vollständig reversibel, so dass Wärme verlustfrei auch über längere Zeiträume

gespeichert werden kann. Von Vorteil ist zudem, dass sehr hohe spezifische Speicherdichten erreicht und ein breites Temperaturspektrum abgedeckt werden können. Am IGB werden bereits Testspeicher und Prototypen in verschiedenen Größen bis 750 Liter umgesetzt und erprobt. Die erreichten spezifischen Energiespeicherdichten liegen bei 150 bis 240 Wh je kg Speichermedium. Im Vergleich zu Wasserspeichern (mit einer Temperaturspreizung von 60 Kelvin) entspricht dies einer Steigerung um den Faktor 2 bis 3,5. In laufenden FuE-Vorhaben soll dieser Wert noch weiter gesteigert werden.

- 1 *Zeolithspeicher.*
- 2 *Testreaktor.*
- 3 *Zeolithkugeln im Testreaktor.*

## 2012

Der Neubau des CBP in Leuna wird feierlich eröffnet. Unter den 350 geladenen Gästen ist auch Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel.



Eine nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung auf der Basis nachwachsender Rohstoffe wird entscheidend von der schnellen Überführung innovativer Prozesse aus der Forschung in den industriellen Maßstab bestimmt. Mit der feierlichen Eröffnung des Neubaus für das Fraunhofer CBP am 2. Oktober 2012, in Gegenwart von Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel und 350 geladenen Gästen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, wird diese Lücke zwischen Labor und Umsetzung geschlossen.

Ein wichtiges Fachgebiet innerhalb der Bioökonomie ist die Bio- und Chemokatalyse. Eine Woche später, am 11. Oktober 2012, wird mit 200 geladenen Gästen der BioCat-Neubau in Straubing eingeweiht.



## 2012

Priv.-Doz. Dr. Tovar wird zum apl. Professor an der Universität Stuttgart ernannt.

Priv.-Doz. Dr. Tovar, Stellvertretender Leiter des IGVT, wird zum außerplanmäßigen Professor an der Universität Stuttgart ernannt.

Baden-Württembergs Umweltminister Franz Untersteller kommt zur Einweihung der EtaMax-Demonstrationsanlage in Stuttgart-Gaisburg. Hier werden Marktabfälle vom Stuttgarter Großmarkt gegenüber zu Biogas vergoren, welches wiederum von Kohlenstoffdioxid befreit zu Kraftstoff aufgearbeitet wird.

Ein Forscherteam um Prof. Schenke-Layland hat erstmals Oberflächenmarker gefunden, mit denen sich lebende, funktionale kardiovaskuläre Vorläuferzellen der Maus identifizieren und isolieren lassen. Zugleich gelingt es dem

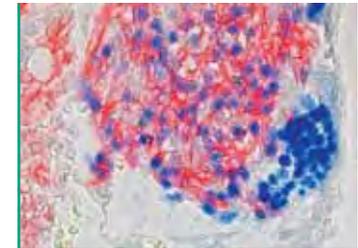
## 2012

Baden-Württembergs Umweltminister Franz Untersteller ist Gast bei der EtaMax-Einweihung in Stuttgart-Gaisburg.



Team, dass sich diese kardiovaskulären Vorläuferzellen (CPCs) aus induziert-pluripotenten Stammzellen (iPS-Zellen) bilden. Aus diesen CPCs entwickeln sich alle im Herz vorkommenden Zellen. In der Maus integrieren sie sich in das Herz.

Das Fraunhofer IGB stellt sich mit seiner in den letzten zwei Jahren erarbeiteten Strategie einem Technologieaudit durch externe Gutachter, die die erfolgreiche Arbeit des Instituts und die Ausrichtung auf die »Märkte von Übermorgen« haben die Gutachter überzeugt. Dieses Ergebnis ist Ansporn und Verpflichtung zugleich.



## 2012

Ein Forscherteam um Prof. Schenke-Layland hat erstmals Oberflächenmarker gefunden, mit denen sich lebende, funktionale kardiovaskuläre Vorläuferzellen der Maus identifizieren und isolieren lassen.



1



2



3

## FRAUNHOFER-ZENTRUM FÜR CHEMISCH-BIOTECHNOLOGISCHE PROZESSE CBP

Das Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP in Leuna schließt die Lücke zwischen Labor und industrieller Umsetzung: Durch die Bereitstellung von Infrastruktur und Technikums-/Miniplant-Anlagen ermöglicht das Fraunhofer CBP Kooperationspartnern aus Forschung und Industrie die Entwicklung und Skalierung von biotechnologischen und chemischen Prozessen zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe bis zum industriellen Maßstab.

Das Zentrum stellt modular einsetzbare Prozesskapazitäten bis 10 m<sup>3</sup> für biotechnologische und chemische Umsetzungen sowie verschiedenste Aufbereitungs- und Aufarbeitungstechniken bereit. Mit diesem flexibel einsetzbaren Bioraffineriekonzept können Rohstoffe wie pflanzliche

Öle, Cellulose, Stärke oder Zucker aufbereitet und zu chemischen Produkten umgesetzt werden.

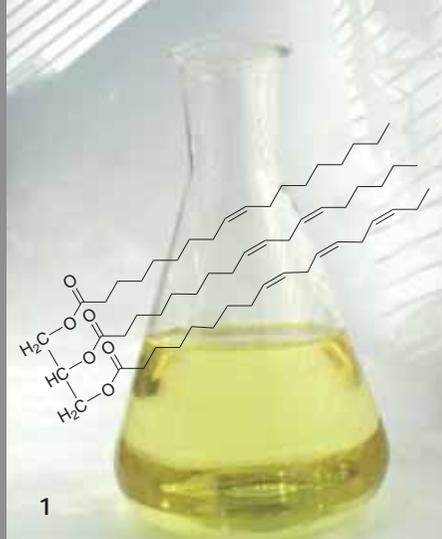
### Forschungsschwerpunkte

- Funktionalisierung pflanzlicher Öle – Epoxidierung und  $\omega$ -Funktionalisierung
- Aufschluss von Lignocellulose und Trennung der Komponenten
- Herstellung biobasierter Alkohole und Olefine
- Entwicklung neuer technischer Enzyme
- Extraktion von Wertstoffen aus Rest- und Abfallströmen
- Funktionale Inhaltsstoffe und Energieträger aus Mikroalgen

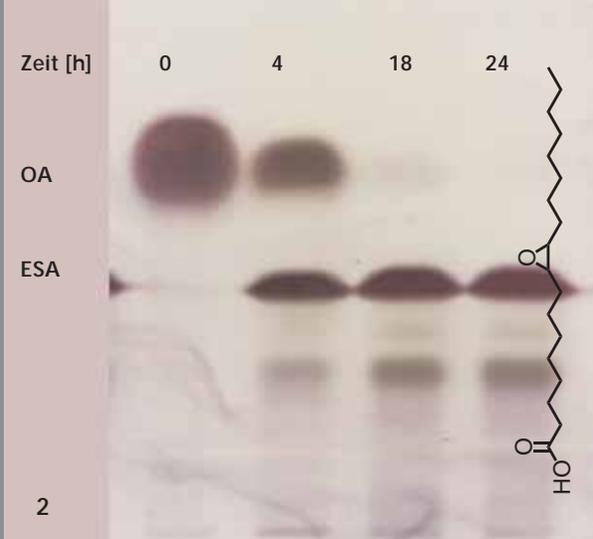
1 Außenansicht des CBP.

2 + 3 Innenansichten.

Die Anlage dient der Aufbereitung und Aufarbeitung von pflanzlichen Rohstoffen.



1



2



3

## INTEGRIERTE BIOPRODUKTION – CHEMIEGRUNDSTOFFE AUS PFLANZLICHEN ÖLEN

Für die Erzeugung chemischer Grundstoffe und Produkte stellen biogene Roh- und Reststoffe eine nachhaltige Alternative zu fossilen Rohstoffen dar. Ein Beispiel ist die Produktion von langkettigen Dicarbonsäuren ( $C > 12$ ), die chemisch aufwendig zu synthetisieren, jedoch interessante Zwischenprodukte für die Synthese von Kunststoffen wie Polyamiden und Polyestern sind. Im Rahmen der Projekte »Integrierte Bioproduktion« (BMELV) und BioConSept (EU) werden verschiedene Ansätze zur fermentativen Herstellung von Dicarbonsäuren aus pflanzlichen Ölen untersucht. Durch die Entwicklung unterschiedlicher Fed-Batch-Verfahren mit Organismen der Gattung *Candida* können wir Dicarbonsäurekonzentrationen von bis zu 100 g/l aus Ölsäure erreichen. Zudem werden ausgewählte Stämme gentechnisch modifiziert und auf ihre Eignung als Produktionsstämme untersucht.

Ein zweites Beispiel sind Epoxide, die als PVC-Stabilisatoren, Weichmacher, Quervernetzer in Pulverbeschichtungen oder als Zusätze in Schmierölen und Epoxidharzen eingesetzt werden. Bisher werden Epoxide aus petrochemischen Rohstoffen, neuerdings auch aus Soja- oder Leinöl, hergestellt. In beiden Fällen erfolgt die Epoxidierung auf chemischen Weg mittels Persäuren sowie starken Mineralsäuren oder Ionenaustauschharzen als Katalysator. Im Projekt »Integrierte Bioproduktion« hat das IGB eine chemo-enzymatische Epoxidierung pflanzlicher Öle untersucht, bei der Lipasen die Persäurebildung aus der Fettsäure und Wasserstoffperoxid katalysieren. Vorteile sind mildere Prozessbedingungen und eine höhere Selektivität der Umsetzung. Als Rohstoff kommt das nicht als Lebensmittel verwendete Öl des einjährigen, krautigen Iberischen Drachenkopfs zum Einsatz. Zudem werden in einem

Screening neue, nicht kommerziell erhältliche Enzyme identifiziert, die eine Persäurebildung und somit in einem Folgeschritt die Epoxidierung ungesättigter Fettsäuren katalysieren. Die Enzyme werden derzeit charakterisiert und auf einen technischen Einsatz untersucht, um das Verfahren am Fraunhofer CBP im technischen Maßstab umzusetzen.

- 1 Pflanzliche Öle als nachwachsende Rohstoffe zur Herstellung von Epoxiden.
- 2 Dünnschichtchromatographische Analyse der Lipase-katalysierten Umsetzung von Ölsäure (OA) zu Epoxystearinsäure (ESA).
- 3 Drachenkopf und dessen Öl als Alternative zu Speiseölen.



1



2



3

## ETAMAX – KRAFTSTOFF AUS BIOABFÄLLEN

Im Verbundprojekt EtaMax, das über fünf Jahre vom BMBF gefördert wird, untersucht das IGB mit Partnern aus Forschung, Energiewirtschaft und Industrie, wie dezentral anfallende, lignocellulosearme und daher leicht vergärbare Biomasse mit einem kombinierten Verfahren unter maximaler Energiegewinnung vollständig zu Biogas vergoren und dieses als Kraftstoff aufbereitet werden kann. Als Biomassesubstrate für die Hochlastvergärung werden im Stuttgarter Großmarkt anfallende Bioabfälle sowie Algenrestbiomasse eingesetzt. Durch die Integration einer Algenkultivierung können alle anfallenden Stoffströme verwendet und die Anlage quasi abwasserfrei betrieben werden.

In der im Oktober 2012 auf dem Gelände des EnBW-Heizkraftwerks in Stuttgart-Gaisburg in Betrieb genommenen

zweistufigen Multisubstrat-Demonstrationsanlage mit zwei 3500-Liter-Bioreaktoren werden pro Jahr 160 Tonnen Rohbioabfälle des Stuttgarter Großmarkts vergoren. Hierzu werden die Marktabfälle zunächst, unter Verbrauch von möglichst wenig Energie, für die Vergärung zerkleinert. Die zerkleinerten Abfälle lagern in verschiedenen Vorratsbehältern, in denen automatisiert Parameter wie der pH-Wert bestimmt werden. Anhand dieser Daten errechnet ein Steuerungssystem, wie viele Liter des Abfalls aus welchen Behältern gemischt und – für eine optimierte Vergärung mit maximalem Wirkungsgrad – in die Bioreaktoren gegeben werden. Hier bauen Mikroorganismen bis zu 90 Prozent der Abfälle ab und produzieren innerhalb nur weniger Tage 20 bis 25 Kubikmeter Biogas pro Tag, das in einem Gasspeicher gesammelt wird. Mittels Membrantechnik wird Kohlenstoffdioxid aus dem Biogas

abgetrennt und die Methankonzentration auf 80–95 Volumenprozent erhöht. Das aufbereitete Biogas wird unter Hochdruck verdichtet und über eine Gastankstelle als Kraftstoff für Erdgasfahrzeuge zur Verfügung gestellt. Das Kohlenstoffdioxid, das bei der Vergärung entsteht, wird als Kohlenstoffquelle für die Algenkultivierung wieder verbraucht. Als Nährmedium für die Algen dient das Filtratwasser aus der Biogasanlage, das genügend Stickstoff und Phosphor enthält. So wird alles verwertet, vom Biogas über das flüssige Filtrat bis zum nicht weiter vergärbaren schlammartigen Rest. Dieser wird mittels katalysatorgestützter hydrothormaler Vergasung ebenfalls in Methan umgewandelt.

- 1 *Biologische Marktabfälle.*
- 2 *Einweihung der Anlage 2012.*
- 3 *Innenansicht.*



### 2012

Das IGB kooperiert mit der Hebrew University auf dem Gebiet der Life Sciences.

Eine Kooperation der Fraunhofer-Gesellschaft mit der Hebrew University auf dem Gebiet der Life Sciences beginnt. Für das Fraunhofer IGB werden zwei Projekte bewilligt, bei denen Kompetenzen in der experimentellen Validierung von Wirkstoffen über einfach handzuhabende Modellsysteme gefragt sind. Im Rahmen eines der Projekte werden RNA-Nano-Carrier-Systeme entwickelt, um RNA-basierte Wirkstoffe bei Infektionen mit dem Herpes-simplex-Virus in stabilen Nanopartikeln gezielt freizusetzen (targeted drug delivery). Im zweiten Projekt werden mit bioinformatischen Methoden Substanzen mit immunmodulatorischer Wirkung auf Immunrezeptoren mit dem am IGB entwickelten und patentierten zellbasierten Assay gesucht.

### 2012

Das Bayerische Wirtschaftsministerium bewilligt die Förderung eines Translationszentrums für Medizinprodukte und zellbasierte regenerative Therapien in Würzburg.

Das Bayerische Wirtschaftsministerium bewilligt die Förderung eines Translationszentrums für Medizinprodukte und zellbasierte regenerative Therapien in Würzburg unter Leitung von Frau Prof. Dr. Heike Walles. Unter Federführung der Projektgruppe Onkologie soll dieses Zentrum in den nächsten fünf Jahren aufgebaut werden und Ergebnisse aus der Materialforschung und regenerativen Medizin schneller in die klinische Anwendung bringen.

Im Rahmen der VDI-Vorstandsversammlung am 21. November 2012 erhält Dr. Petra Kluger den Ehrenring des VDI für ihre interdisziplinäre Forschung auf dem Gebiet der Biomaterialentwicklung für die Regenerative Medizin.



### 2012

Dr. Petra Kluger erhält den Ehrenring des VDI.

Am IGB in Stuttgart und seinen Projektgruppen in Straubing und Würzburg arbeiten 292 Mitarbeiter. 21 Mitarbeiter sind am Fraunhofer CBP in Leuna beschäftigt.

### 2013

Nach Zustimmung der Gremien der Universität wird das Institut für Plasmaforschung IPF in das IGVT integriert und die Basis in der Grundlagenforschung signifikant erweitert. Die plasmaphysikalischen Grundlagen werden komplettiert und mit der Plasmachemie und Plasmaverfahrenstechnik vereint. Das neue Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie IGVP zählt 84 Mitarbeiter und ist damit eines der größten Institute an der Universität Stuttgart.



### Universität Stuttgart

Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie

### 2013

Das Institut für Plasmaforschung IPF wird in das IGVT integriert, das neue Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie IGVP zählt 84 Mitarbeiter.

### 2013

Im Projekt BioEcoSim wird Gülle zu organischen Bodenverbesserern und mineralischen Düngesalzen aufgearbeitet.



### 2013

Dr. Kluger (*links*) und Prof. Schenke-Layland (*rechts*) übernehmen die Leitung der Abteilung Zellsysteme von Prof. Walles.



### 2013

Yannik Bantel (*zweiter von links*) wird mit dem Hugo-Geiger-Preis ausgezeichnet.



60 JAHRE  
Fraunhofer IGB

### 2013

Das IGB feiert 60-jähriges Jubiläum.

Zum Jahresbeginn 2013 wird das IGB Mitglied in der Fraunhofer-Allianz Food Chain Management. Damit ist das Institut in acht Fraunhofer-Allianzen aktiv.

In dem von der EU geförderten Projekt BioEcoSIM wollen 15 Partner aus fünf Ländern unter Leitung des IGB Gülle zu organischen Bodenverbesserern und mineralischen Düngesalzen aufarbeiten. Der Gesamtprozess nutzt energieeffiziente Technologien und arbeitet nach dem Prinzip der Kreislaufwirtschaft.

Eine mobile Pilotanlage, mit der Phosphor und Stickstoff aus Abwasser mit einem elektrochemischen Verfahren – chemikalienfrei und umweltschonend – als Düngesalz

zurückgewonnen werden kann, wird auf der Kläranlage Kupferzell in Betrieb genommen.

Prof. Walles übergibt die Leitung der Abteilung Zellsysteme an ihre Mitarbeiterinnen Prof. Schenke-Layland und Dr. Kluger.

Auf der Berliner Messe Wasser im April präsentieren drei Abteilungen des IGB übergreifend den IGB-Themen-schwerpunkt Abwasserreinigung und Wasseraufarbeitung. Gezeigt werden neue oxidative Verfahren, um schwer abbaubare Schadstoffe im Abwasser oder in Deponiesickerwasser effizient abzubauen, sowie polymere Adsorberpartikel, die selektiv auch gering konzentriert vorliegende Schadstoffe entfernen.

Ein Hugo-Geiger-Preis geht an Yannik Bantel für den Nachweis von bislang unbekanntem Protein-Protein-Interaktionen am Beispiel des Pilzerregers *Candida albicans*. Dazu verwendet Bantel das Verfahren des erweiterten genetischen Codes, mit dem sich neuartige Aminosäuren mit einzigartigen chemischen Eigenschaften maßgeschneidert in Proteine einbauen lassen, wie sie in der Natur nicht vorkommen.

Der IZS-Arbeitskreis Nachhaltigkeit organisiert eine Aktionswoche für die Stuttgarter Mitarbeiter.

Das Fraunhofer IGB feiert sein Jubiläum.



### 2013

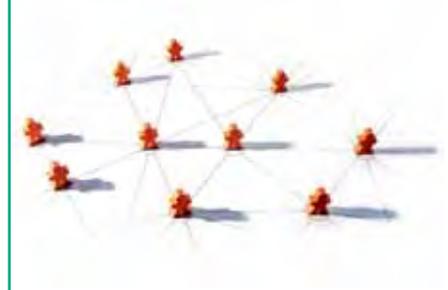
Das IGB hat sich zu einer innovativen Forschungseinrichtung entwickelt, die die Forschung an Grenzflächenphänomenen entscheidend mitbestimmt.

### 2013

Heute bedient das IGB mit seinen Kernkompetenzen in den Bereichen Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik die fünf Geschäftsfelder Medizin, Pharmazie, Chemie, Umwelt und Energie.

### 2013

Das IGB ist innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft und mit Universitäten gut vernetzt.



In den vergangenen 60 Jahren hat sich das IGB zu einer innovativen Forschungseinrichtung entwickelt, die, geprägt durch die jeweiligen Institutsleiter, die Forschung an Grenzflächenphänomenen entscheidend mitbestimmt hat.

Heute bedient das Institut mit seinen Kernkompetenzen in den Bereichen Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik die fünf Geschäftsfelder Medizin, Pharmazie, Chemie, Umwelt und Energie. Mehr als 400 Mitarbeiter arbeiten am IGB, seinen Projektgruppen Leuna, Straubing und Würzburg sowie dem verbundenen Uni-Institut IGVP in Stuttgart an Grenzflächen zu Materialien, (Bio-)Molekülen, Mikroorganismen und Algen sowie zu humanen Zel-

len. Und geben dank einer einzigartigen Kombination an Wechselwirkungen, den zahlreichen Nahtstellen und Verbindungen der einzelnen Disziplinen unter- und miteinander, Antworten auf drängende Fragen des Jahrtausends – Klimawandel, Ressourcenknappheit, Krebs- und Infektionskrankheiten.

Durch die Mitgliedschaft in den Fraunhofer-Verbänden Life Sciences und MATERIALS sowie nun acht Fraunhofer-Allianzen ist das Fraunhofer IGB bestens in der Fraunhofer-Gesellschaft verankert. Darüber hinaus profitiert das Institut durch die enge Verbindung mit den Universitäten Stuttgart, Tübingen, Hohenheim, Würzburg, München

und Halle-Wittenberg von den Impulsen der Grundlagenforschung, wenn es darum geht, Ergebnisse der angewandten Forschung in die industrielle Umsetzung zu überführen.



1



2

## DÜNGEMITTEL AUS ABWÄSSERN

Abwässer enthalten neben der organischen Fracht auch größere Mengen an Nährstoffen wie Stickstoff, Phosphor, Magnesium oder Kalium. Sie werden mit großem Aufwand und teilweise enormem Energieverbrauch durch Nitrifikation, Denitrifikation und biologische Phosphorelimination aus Abwässern entfernt, damit sie nicht in die Oberflächengewässer gelangen und hier zur Eutrophierung führen. Gleichzeitig ist der Bedarf an Nährstoffen weltweit gestiegen.

Forschungsarbeiten am IGB zielen daher darauf, auch anorganische Nährstoffe aus kommunalen, industriellen und landwirtschaftlichen Abwässern wiederzugewinnen. Hierzu hat das IGB einen elektrochemischen Prozess entwickelt und patentieren lassen, mit dem Stickstoff und Phos-

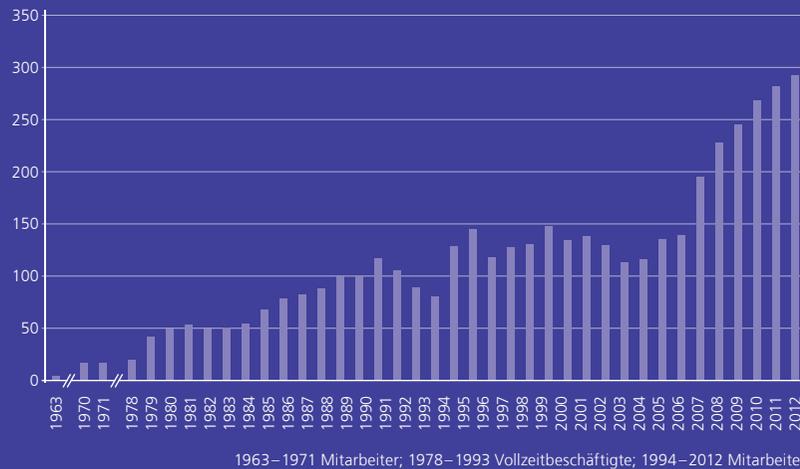
phor – ohne Zugabe von Salzen oder Laugen – mit einer Magnesium-Elektrode als Magnesiumammoniumphosphat (Struvit) ausgefällt werden. Die Phosphorkonzentrationen im Ablauf eines Versuchsreaktors konnten mit dem Verfahren um 99,7 Prozent auf unter 2 mg/l gesenkt und somit der Grenzwert der Abwasserverordnung für Anlagen bis 100 000 Einwohnerequivalente (2 mg/l) gesichert unterschritten werden. Eine mobile Anlage mit einem Durchflussvolumen von 1 m<sup>3</sup>/h Abwasser wird derzeit auf einer Kläranlage erprobt. Das Produkt Struvit ist in der Landwirtschaft direkt als hochwertiger, langsam Nährstoffe freisetzendes Düngemittel einsetzbar und somit eine Alternative zu Mineraldüngern aus dem energieintensiven Haber-Bosch-Verfahren und zu Phosphat aus Erzen, deren Kapazität in wenigen Jahrzehnten erschöpft sein wird.

In Zusammenarbeit mit einem Konsortium aus Industriepartnern soll im Anschluss eine Anlage für die Serienproduktion konzipiert werden. Kläranlagenbetreiber wären dann in der Lage, die Abwasserreinigung mit der wertschöpfenden Düngemittelproduktion zu verbinden.

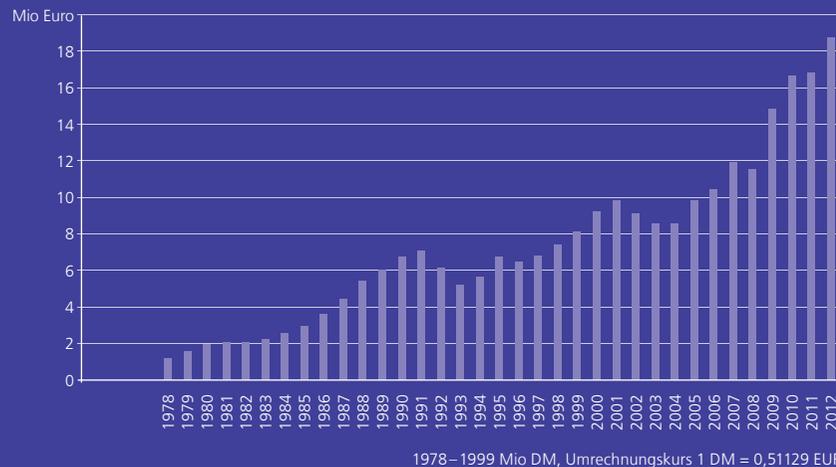
- 1 *Aus Abwasser zurückgewonnenes Struvit.*
- 2 *Gefällte Struvitkristalle, REM-Aufnahme.*

# MITARBEITER UND HAUSHALT

## Entwicklung der Mitarbeiterzahlen



## Entwicklung des Betriebshaushaltes



# KURATORIUM

Zahlreiche Kuratoren haben in den vielen Jahren seiner Geschichte dem IGB bzw. dem jeweiligen Institutsleiter mit Rat und Tat zur Seite gestanden. Ihnen allen gebührt unser herzlichster Dank für ihren Einsatz und ihre Fürsprache.

Einen ganz besonderen Dank möchten wir den Vorsitzenden unseres Kuratoriums aussprechen:

Professor Dr. H. Nassenstein  
Bayer AG (1978–1988)

Professor Dr. P. Schümmer  
Institut für Verfahrenstechnik der RWTH Aachen  
(1989–1992)

Ing. Senator E. h. H. Ott  
LEWA (1994–1998)

Professor Dr. Dieter Jahn  
BASF (1999–2012)

Dr. Markus Wolperdinger  
Linde Engineering Dresden GmbH (seit 2013)

---

# VERBÜNDE UND ALLIANZEN

## IGB in Fraunhofer-Verbänden und -Allianzen

- Fraunhofer-Verbund Life Sciences VLS
- Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS (Gast)
- Fraunhofer-Allianz Bau
- Fraunhofer-Allianz Energie
- Fraunhofer-Allianz Food Chain Management
- Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie
- Fraunhofer-Allianz Photokatalyse
- Fraunhofer-Allianz POLO®
- Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik
- Fraunhofer-Allianz SysWasser

## Der »Fraunhofer-Netzwerk«

Eine interne Analyse der Fraunhofer-Forschungsprogramme zeigte, dass das IGB – bezogen auf die Institutgröße – das am dichtesten vernetzte Fraunhofer-Institut ist. So fördern wir auch jenseits der Institutsgrenzen interdisziplinäres Wissen und schaffen den Nährboden für Innovationen.

---

# AUSZEICHNUNGEN

## Hugo-Geiger-Preisträger

Siehe Seite 48.

- **Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2000**  
Dr. Thomas Graeve: Dreidimensionales organoides Hautmodell als Testsystem
- **Willy-Hager-Preis 2001**  
Dr. Petra Koziollek: Cometabolischer Abbau von cis-1,2-Dichlorethen und Vinylchlorid durch Ethen-verwertende Bakterien
- **Preis der EMTEC Magnetics 2002**  
Mirjam Kilgus: Metallische Membranen für die Wasserstoffabtrennung
- **Max-Buchner-Fachhochschulpreis 2003**  
Kathrin Zeller: Detektion von Punktmutationen im humanpathogenen Pilz *Candida albicans* mittels DNA-Chiptechnologie
- **Procter & Gamble Förderpreis 2003**  
Sven Knecht: Mikrostrukturierte Anlagerung biofunktionalisierter Nanopartikel mittels Photolithographie, Mikrokontaktstempeln und Mikroarrayer auf Glas-, Silizium- und Goldoberflächen
- **Forschungsförderpreis der Deutschsprachigen Mykologischen Gesellschaft 2005**  
Priv.-Doz. Dr. Steffen Rupp
- **Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2007**  
Prof. Dr. Walter Trösch und Dr.-Ing. Werner Sternad (Fraunhofer IGB), Dr.-Ing. Harald Hiessl (Fraunhofer ISI): Dezentrales Urbanes Infrastruktursystem DEUS 21
- **Preis der Vereinigung von Freunden der Universität Stuttgart 2009**  
Marc Panas: Herstellung und Charakterisierung von nano- oder mikrostrukturierten, funktionalisierten Glasoberflächen sowie die Untersuchung der Interaktion mit humanen Keratinozyten
- **Preis »Technik für den Menschen« 2009**  
Dr. Johanna Schanz und Prof. Dr. Heike Walles: Methoden zur Rebesiedlung der Blutgefäßstrukturen einer biologischen Trägerstruktur
- **BMELV Tierschutz-Forschungspreis 2009**  
Dr. Johanna Schanz: Lebermodell für Medikamententests als Alternative zu Tierversuchen
- **Ferchau-Innovationspreis 2009**  
Prof. Dr. Walter Trösch: Entwicklung einer wirtschaftlichen Reaktorplattform, mit der Algen CO<sub>2</sub> aus Rauchgasanlagen verwerten können
- **AAA Morphological Sciences Award 2010**  
Prof. Katja Schenke-Layland: Minimal-invasive Mikroskopie extrazellulärer Matrixstrukturen innerhalb von Blutgefäßen und dem Herzen
- **VDI-Ehrenring 2012**  
Dr. Petra Kluger: Biomaterialentwicklung für die regenerative Medizin

---

# »60 JAHRE FRAUNHOFER IGB – INNOVATIONEN FÜR DIE MÄRKTE VON ÜBERMORGEN«

*PROF. DR. THOMAS HIRTH*

Die Lösung der globalen Probleme der Menschheit wie die Reduzierung der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen, die Bekämpfung von Krankheiten und Hunger sowie die Sicherstellung einer globalen Versorgung mit Wasser, Rohstoffen und Energie sind die großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Vor diesem Hintergrund gewinnt die Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger Prozesse und Produkte durch Industrie und Forschung zunehmend an Bedeutung.

Bereits in den vergangenen 60 Jahren hat das IGB mit seiner Forschung Beiträge geleistet, den großen Herausforderungen in Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft zu begegnen. Dies wollen wir auch in Zukunft tun und haben dazu strategisch die Weichen gestellt. Im Mittelpunkt unserer zukünftigen Aktivitäten steht deshalb die ganzheitliche Betrachtung und ständige Optimierung unserer Forschungsschwerpunkte und unseres Handelns.

Mit dem im vergangenen Jahr veröffentlichten ersten institutsübergreifenden Nachhaltigkeitsbericht hat das IGB zusammen mit den anderen Stuttgarter Fraunhofer-Instituten

seine Aktivitäten im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung am Forschungscampus Stuttgart transparent gemacht und sich durch die selbst gesteckten Ziele und Maßnahmen zu einer ständigen Verbesserung verpflichtet.

Die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen und die Entwicklung effizienter Wertschöpfungsketten, Verfahren und Produkte sind auch zentrale Forschungsschwerpunkte einer Bioökonomie, die wir mit unseren Arbeiten zur nachhaltigen stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Baden-Württemberg, Deutschland, Europa und international entscheidend voranbringen wollen. Mit unseren Arbeiten im Bereich Bioökonomie an den Standorten Stuttgart, Leuna und Straubing zielen wir auf die nachhaltige Nutzung von biologischen Ressourcen und wollen damit dazu beitragen, dass innovative Prozesse aus der Forschung schneller in den industriellen Maßstab überführt werden.

Neben dem verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien werden für eine zukünftige Energieversorgung neue

Speichersysteme benötigt. An den Standorten Stuttgart und Straubing befassen wir uns deshalb mit der Entwicklung und Erprobung von thermischen und chemischen Energiespeichern sowie deren Integration in das Energiesystem.

Der Zugang zu sauberem Trinkwasser und sanitären Einrichtungen für mehr Menschen und die Entwicklung von Konzepten für ein integriertes Wassermanagement sind wesentliche Ziele des Instituts im Bereich Wasser, die wir zukünftig durch den Aufbau eines Zentrums für physikalische, chemische und biologische Verfahren zur Behandlung von Trink- und Prozesswasser sowie unser verstärktes Engagement in der Fraunhofer-Allianz SysWasser erreichen wollen.

Testsysteme für die Diagnose von Krankheiten, neue Biopharmazeutika und Formulierungen, zudem neue biokompatible Materialien und Materialoberflächen sowie Technologien für die regenerative Medizin stehen im Vordergrund unserer Aktivitäten in den Bereichen Medizin



und Pharmazie. Daran arbeiten wir an den Standorten Stuttgart, Würzburg und Tübingen, um die Ergebnisse aus der Forschung schneller in die klinische Anwendung zu bringen. Verstärkt wird dies zukünftig durch internationale Kooperationen mit Forschungseinrichtungen in den USA, Australien und Israel.

Die Entwicklung elektrochemischer und membranbasierter Prozesse sind Schwerpunkte des Instituts im Bereich der Verfahrenstechnik. Damit wollen wir zukünftig mit unseren Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft Beiträge zur Prozessintegration und -intensivierung leisten, verstärkt auch in den nationalen und europäischen Initiativen wie ProcessNet, SusChem und SPIRE.

Im Bereich Grenzflächen haben wir im vergangenen Jahr durch die Integration des Instituts für Plasmaforschung IPF in das Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik IGVT unsere Basis im Bereich der Grundlagenforschung signifikant erweitert. Auf diese Weise werden unsere plasmaphysikalischen Kompetenzen komplettiert und mit der

Plasmachemie und Plasmaverfahrenstechnik vereint. Zusammen mit dem neuen Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie IGVP bildet das IGB ein Kompetenzzentrum im Bereich Plasmatechnologie und verleiht dem Standort Stuttgart noch stärkere internationale Sichtbarkeit auf diesem Gebiet.

Neben der Neuausrichtung unserer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten haben wir uns in den vergangenen Jahren insbesondere einer soliden und ausgewogenen Finanzierung des Institutshaushalts und einer nachhaltigen Personalentwicklung des Instituts gewidmet, um das Institut auch für zukünftige Herausforderungen fit zu machen. Zahlreiche neue Industriekunden, weitere öffentliche Geldgeber und Stiftungen konnten als Auftraggeber für zukunftsweisende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten gewonnen werden.

Unsere weitere Arbeit wird wesentlich geprägt sein durch die im Rahmen unseres Leitbildprozesses entwickelte und über den Nachfolgeprozess der Mitarbeiterbefragung

gestärkte Vision »Gemeinsam immer besser«. Unsere Mission »Am Fraunhofer IGB forschen wir nach den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis auf der Basis unserer Kompetenzen und Leitsätze anwendungsorientiert in den Bereichen Medizin, Pharmazie, Chemie, Umwelt und Energie und tragen mit unseren Innovationen zur nachhaltigen Entwicklung von Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt bei« bleibt Leitmotiv für unser Tun.

---

# DANKSAGUNG

60 Jahre sind eine lange Zeit. Besonders wertvoll waren daher die Informationen vieler ehemaliger Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, denen wir herzlichst für ihre Unterstützung und ihre Zeit danken:

Herrn Dieter Renzow für die Vermittlung seiner Kontakte, Herrn Dr. Bernd Schindler für seine Erinnerungen an die frühe Stuttgarter Zeit, Herrn Dr. Günther Hellwig für seine Erinnerungen an die Zeit, in der er als Schüler und Student die allerersten Jahre in Kirchheimbolanden und Marienthal erlebte.

Ein besonderer Dank geht an die Herren Prof. Dr. Herwig Brunner, Norbert Stroh und Prof. Dr. Walter Trösch für ihre wertvollen Anregungen und Ergänzungen, selbst aus dem Urlaub!

Unser ganz spezieller Dank gilt Herrn Dr. Herbert Bauser, der uns unermüdlich mit Berichten, Prospekten, Veröffentlichungen und vor allem seinen eigenen Erinnerungen an

Mitarbeiter, Ausstattung und Projekte unterstützte. Zudem stellte er uns das Portraitfoto von Prof. Fiechter zur Verfügung.

Darüber hinaus danken wir Herrn Dr. Michael Hilt vom Fraunhofer IPA herzlich für die Übersendung des Rückblicks über das Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke e. V. aus der Feder von Prof. Dr. Werner Funke und der Vermittlung des Kontakts zu ihm.

Ein herzlicher Dank geht an Herrn Prof. Dr. Werner Funke selbst, für das Gespräch, die wertvollen biographischen Daten und Fotos von Prof. Dr. Karl Hamann.

Ein besonderer Dank geht an die Kollegen Prof. Dr. Dieter Bryniok, Dr. Christian Oehr, Priv.-Doz. Dr. Steffen Rupp und Dr. Uwe Vohrer für die kritische Durchsicht des Manuskripts und die Ergänzung von Inhalten, Namen, Bildern, Jahreszahlen und Gegebenheiten, bei denen die Jahresberichte des Instituts noch Fragen offen ließen.

Ein herzliches Dankeschön geht auch an die vielen Kolleginnen und Kollegen, die an der Entstehung dieses historischen Überblicks mitgewirkt haben: Für die Suche nach Originaldokumenten in den Archiven des IGB und Quellen in der Württembergische Landesbibliothek Stuttgart, für das Korrekturlesen und Ergänzen der Projekttexte, für die Durchsicht zahlloser Abzüge, Negative und Dias.

# WICHTIGE ABKÜRZUNGEN

AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e. V.	REM	Rasterelektronenmikroskopie	ILV	Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung	TCE	Trichlorethen	IME	Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie	VDI	Verein Deutscher Ingenieure	IPA	Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz	ZSP	Zentrales Schwerpunktprojekt	IPT	Institut für Produktionstechnologie
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	<b>INSTITUTE UND EINRICHTUNGEN DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT</b>		ISC	Institut für Silicatforschung
BMWi	Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie	CBP	Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse	ISI	Institut für System- und Innovationsforschung
DAAD	Deutscher akademischer Austauschdienst	CEE	Center for Energy and Environment	ITA	Institut für Toxikologie und Aerosolforschung, <i>später umbenannt in ITEM</i>
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft	EMB	Einrichtung für Marine Biotechnologie	ITEM	Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin
EU	Europäische Union	FIT	Institut für Angewandte Informationstechnik	IVV	Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung
FuE	Forschung und Entwicklung	IAO	Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation	IWM	Institut für Werkstoffmechanik
IGVP	Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie, <i>Nachfolger des IGVT</i>	IBMT	Institut für Biomedizinische Technik	IZI	Institut für Zelltherapie und Immunologie
IGVT	Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik	ICT	Institut für Chemische Technologie	TEG	Technologie-Entwicklungsgruppe
LGVT	Lehrstuhl für Grenzflächenverfahrenstechnik	IGB	Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik	UMSICHT	Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik
MAP	Magnesiumammoniumphosphat	IKTS	Institut für Keramische Technologien und Systeme	VLS	Verbund für Life Sciences
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe				

---

# IMPRESSUM

## REDAKTION

Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Antje Hetebrüg,  
Prof. Dr. Thomas Hirth,  
Dipl.-Agr.-Biol. Sabine Krieg,  
Dipl.-Des. Thaya Schroeder (Bild),  
Dr. Claudia Vorbeck

## GESTALTUNG UND PRODUKTION

Dipl.-Des. Thaya Schroeder

## DRUCK

Fraunhofer Verlag, Mediendienstleistungen, Stuttgart

## BILDQUELLEN

Binsak, Gunter: Seite 1, 98, 116  
BMBF/BioEconomy: Seite 92, 93, 116  
Department of Aviation Technology, Purdue University,  
USA: Seite 94  
Ernsting, Thomas: Seite 51, 116  
Fotolia: Seite 79, 90, 103, 116  
Gambro Dialysatoren GmbH: Seite 61, 62, 116  
Heyde, Matthias: Seite 5, 71  
identif GmbH: Seite 72  
Kleinbach, Frank: Seite 97, 100, 116  
Kozuch, Flickr: Seite 17  
Kroetz, Rafael: Seite 1, 66, 83, 89  
Landesmedienzentrum Baden-Württemberg: Seite 11  
Mahler, Dirk: Seite 1, 97  
Müller, Bernd: Seite 103  
NARA (U.S. National Archives and Records Administration):  
Seite 16  
Shutterstock: Seite 9, 62, 79, 113  
Universität des Saarlandes: Seite 13  
Verbandsgemeinde Kirchheimbolanden: Seite 8

VDI: Seite 101, 116

Wiesmüller, Thomas: Seite 1, 80, 116

Alle anderen Abbildungen

© Fraunhofer IGB/Fraunhofer-Gesellschaft

BioRap®, NANOCYTES®, nanodyn® und POLO® sind ein-  
getragene Marken der Fraunhofer-Gesellschaft.

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

© Fraunhofer IGB, Stuttgart 2013





Fraunhofer-Institut  
für Grenzflächen- und  
Bioverfahrenstechnik IGB  
Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-4401  
Fax +49 711 970-4200  
info@igb.fraunhofer.de  
www.igb.fraunhofer.de

Institutsleiter  
Prof. Dr. Thomas Hirth  
Telefon +49 711 970-4400  
thomas.hirth@igb.fraunhofer.de

Bleiben Sie mit uns in Verbindung:

