

## Caspar Erich Stemmer (Brasília)

### **Zeugnis einer erfolgreichen Zusammenarbeit: die Universidade Federal de Santa Catarina und die Technische Hochschule Aachen**

Als Einleitung zu meinen Ausführungen möchte ich nur zwei Definitionen in den Raum stellen: *Wissenschaft* betreiben heißt, neue Kenntnisse zu suchen. *Technologie* entwickeln heißt, vorhandene Kenntnisse in Produkte von kommerziellem Wert, hoher Qualität und kompetitiven Kosten zu überführen.

Wenn wir die Geschichte der Entwicklung der drei gegenwärtig reichsten Länder, der sog. Triade (USA, Japan und Deutschland), analysieren, stellen wir fest, daß am Anfang ihres Aufstiegs zu wirtschaftlicher Größe systematische und nachhaltige Investitionen in Technologie standen.

Deutschland spezialisierte sich in der Mitte des letzten Jahrhunderts darauf, englische Industriewaren zu kopieren, welche dann zu niedrigeren Preisen auf den Straßen des Mittleren Ostens sowie in den englischen und französischen Kolonien verkauft wurden. Die Forderung Englands nach einem Herkunftsnachweis auf allen Waren führte Deutschland zur Einsicht in die Notwendigkeit der Entwicklung einer eigenen Technologie und des Strebens nach einer Verbesserung der Qualität.

Aufgrund der immensen Größe ihres Binnenmarktes lagen die Hauptanstrengungen und das Hauptaugenmerk der USA auf der Entwicklung von Fabrikationsprozessen der Massenproduktion. Bis zum Beginn des Zweiten Weltkrieges konzentrierten sich die Anstrengungen der USA auf Produktionstechnologien und Großserienfertigung. Die Beteiligung der amerikanischen Wissenschaft hieran war zunächst sehr bescheiden und gewann erst nach dem Krieg an Bedeutung infolge des ausgeübten Einflusses durch die Atomforschung.

In gleicher Weise entwickelte sich Japan, indem es massiv, konsequent und ausdauernd die Applikation wissenschaftlicher Kenntnisse in den Bereichen der Produktions- und Fabrikations-

technologie betrieb, wobei Qualität und Produktivität im Vordergrund standen.

Um die Lebensbedingungen für die breite Masse seiner Bevölkerung zu verbessern, ist es notwendig, daß es Brasilien gelingt, die erforderliche Technologie für eine qualitativ hochwertige und national wie international wettbewerbsfähige Güterproduktion zu entwickeln und/oder zu übernehmen.

Der Prozeß des Technologietransfers von den Industrie- zu den Entwicklungsländern gestaltet sich jedoch, wie von Gerhard Jacob trefflich dargelegt (siehe seinen Beitrag in diesem Band), ziemlich schwierig. Auf der einen Seite fehlt das Interesse an einem Transfer von Technologie, da die Angst besteht, einen neuen Konkurrenten heraufzubeschwören; auf der anderen Seite mangelt es an Kapazität, die importierte Technologie zu beherrschen. Eine geringe gegenseitige Kenntnis, die unterschiedliche Sprache, Entfernungen, Zölle und anderes mehr stellen zusätzliche Barrieren dar.

Das erste und größere Kooperationsprogramm von USAID mit Brasilien war weitestgehend auf die Gebiete Physik und Mathematik beschränkt. Die *Ford Foundation* schloß die Ingenieurwissenschaften aus ihren Programmen mit Brasilien aus und beschränkte sich auf Biologie und Sozialwissenschaften. Die gegenwärtige deutsche Technische Zusammenarbeit mit Brasilien ist praktisch ganz auf Armutsbekämpfung, Umweltschutz sowie die Klein(st)gewerbeförderung im brasilianischen Nordosten ausgerichtet.

Obwohl es sich hier um lobenswerte Anstrengungen handelt, die zur Lösung punktueller Probleme geeignet sind, ist meiner Meinung nach eine Kooperation im Bereich Forschung und Technologie für eine wirtschaftliche und soziale Entwicklung Brasiliens nur dann gewinnbringend, wenn sie ansetzt bei:

- a) der Stärkung der Institutionen von Lehre und Forschung in den Bereichen von Agrar- und Industrietechnologie;
- b) dem Prozeß des Technologietransfers an Unternehmen.

Das Schwergewicht sollte dabei auf der Aus- und Weiterbildung und Unterstützung von Führungskräften liegen, welche über eine gute Kenntnis des brasilianischen akademischen und unternehmerischen Milieus verfügen und ferner in der Lage sind, Forschungsgruppen zu beaufsichtigen und Technologietransfer-Programme ins Leben zu rufen. Es handelt sich hier um einen Prozeß mit einer längeren Reifezeit, aber mit besseren Erfolgsaussichten. Ich möchte dies beispielhaft durch die Nennung einiger weniger brasilianischer Professoren aufzeigen, welche in Deutschland promovierten, einen intensiven Austausch mit deutschen Unternehmen aufrechterhielten und so enge Bande auf dem Gebiet der technologischen Zusammenarbeit zwischen beiden Ländern schufen: Prof. Dr.-Ing. Lirio Schaefer, vom *Laboratório de Conformação Mecânica* der *Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)* in Porto Alegre in Kooperation mit dem IBF/RWTH Aachen; Prof. Dr.-Ing. Carlos Alberto Schneider, vom *Centro de Referência de Tecnologias Inovadoras (CERTI)* in Florianópolis (intensiver Austausch auf dem Gebiet der Meßtechnik und Automation mit der PTB in Braunschweig sowie der RWTH Aachen); Prof. Dr.-Ing. Walter Weingaertner, vom *Laboratório de Mecânica de Precisão* der *Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)* (Partnerschaft mit verschiedenen deutschen Institutionen, insbesondere mit dem Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen); Prof. Dr.-Ing. Henrique Rozenfeld, von der *Escola de Engenharia de São Carlos* der *Universidade de São Paulo* mit einer hervorragenden Planungsgruppe im Bereich der Prozeßsteuerung (Austausch insbesondere mit dem WZL/RWTH Aachen); Prof. Dr.-Ing. Berend Snoeijer und Aloisio Nelmo Klein, vom *Laboratório de Materiais* der *Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)*, in Kooperation insbesondere mit der Kernforschungsanlage (KfK) in Karlsruhe. Diese Professoren setzten mit den Ideen und Erfahrungen, welche sie in Deutschland empfangen, Hebel in Bewegung, um brasilianische Geldmittel zur Einrichtung guter Laboratorien zu erhalten, und sammelten in ihrem Umfeld Mitarbeiter und Studenten, um sie

in Kursen zum Technologietransfer für die Betriebe zu qualifizieren, ferner vertieften sie den Kontakt zwischen Industrie und Universität. All dies erreichten sie dank der im Rahmen ihrer deutschen Promotion erworbenen Kenntnisse und erlernten methodologischen Vorgehensweisen, gekoppelt mit der Kenntnis der brasilianischen Wirklichkeit.

Es ist nötig, auch die Engpässe zu beleuchten, die auf brasilianischer Seite bei der Technologieübernahme bestehen. Hierzu gehören meines Erachtens vor allem:

1. Eine erhebliche Zahl von Kursen im Ingenieurwesen in Brasilien ist sehr theoretisch und rein auf den Hörsaal ausgerichtet; den Studenten werden während des Lernprozesses auf diese Weise passive Verhaltensweisen antrainiert; es fehlt an Betreuung und Stimulierung von Eigeninitiative, Kreativität und Praxisbezug.
2. Die Zahl der Ingenieure ist klein: nur sechs von 1000 Erwerbstätigen (siehe Tabelle 1); hinzu kommt, daß 45 % aller Ingenieure zum Bauwesen gehören; in den USA entfallen auf 1000 Erwerbstätige 25 Ingenieure, und nur 14 % hiervon sind Bauingenieure (siehe Tabelle 2);
3. Nur 9,7 % aller brasilianischen Studenten sind im Bereich Ingenieurwesen immatrikuliert, gegenüber ca. zwei Dritteln in den Bereichen der Sozial- und Humanwissenschaften; lediglich 2,8 % im Bereich Agrarwissenschaften! (siehe Tabelle 3);
4. Es wurden folgende Universitätsabschlüsse erworben: *graduação*: 13 739 (1993), *mestrado*: 1 246 (1992), *doutorado* (Promotion): 171 (1992);
5. Im Bereich der *pós-graduação* liegt der Anteil der Ingenieure, was die Zahl der eingeschriebenen Studenten in den *mestrado*- und *doutorado*-Kursen betrifft, sowie die Zahl der Kurse und Publikationen ebenfalls bei ca. 10 %.

Tabelle 1:  
Anteil der Ingenieure an der Erwerbsbevölkerung  
in ausgewählten Ländern

Land	Ingenieure pro 1000 Erwerbstätige
USA	25
Japan	25
Großbritannien	23
Deutschland	22
Frankreich	15
Brasilien	6

Quelle: CONFEA 1990.

Tabelle 2:  
Ingenieure in den USA und in Brasilien im Vergleich

Bereich	USA		Brasilien		Relation USA / Brasil.
	absolut	in %	absolut	in %	
Bauwesen	319 100	14,2	134 058	45,4	2,4
Elektrotechnik / Elek- tronik	540 800	24,0	40 731	13,8	13,2
Maschinenbau	453 700	20,3	42 414	14,4	10,7
Chemie	131 500	5,9	5 476	1,8	24,0
Luft- und Raumfahrt	104 200	4,6	1 307	0,4	79,7
andere	694 200	31,0	71 509	24,2	9,7
Total	2 243 500	100,0	295 495	100,0	7,6

Quelle: NSF: *Science & Engineering Indicators 1987*; SESU / MEC.

Tabelle 3:  
Immatrikulierte Studenten in Brasilien nach Fachrichtungen

Fachrichtung	Studenten ( <i>Graduação</i> )	in %
Angewandte Sozialwissenschaften	578 067	38,45
Humanwissenschaften, Sprachen, Kunst	410 173	27,28
Medizin	172 038	11,44
Grundlegende Wissenschaften	155 783	10,36
Ingenieurwesen	145 914	9,70
Agrarwissenschaften	41 585	2,77
Total	1 503 560	100,00

Quelle: MEC 1988.

**Das Programm zur Postgraduiertenförderung  
im Fachbereich Maschinenbau  
an der Bundesuniversität  
von Santa Catarina (UFSC) / Florianópolis**

Zeitraum und Partner

Zeitraum 1976/1981; Förderung durch GTZ/BMZ: acht Millionen DM; Ansprechpartner: ABC/CAPES/CNPq/FINEP; Partnerinstitute: *Departamento de Engenharia Mecânica (UFSC)*, Werkzeugmaschinenbau (RWTH, Aachen); Koordinator: auf deutscher Seite: Prof. Tilo Pfeifer, auf brasilianischer Seite: Prof. Arno Blass.

Ziele

Verbesserung der Qualität der Lehre im Bereich der Postgraduierten-Kurse im Maschinenbau-Ingenieurwesen an der UFSC; Verbesserung der Ausstattung der Unterrichtsräume und Forschungslaboratorien, um die Fakultät zu befähigen, Dienstleistungen und Forschungsprojekte für die Industrie

auszuführen; Entwicklung von Forschungsleitlinien, insbesondere auf den Gebieten Fabrikplanung, Meßwesen, Automation, Schweißtechnik, Materialprüfung und Prozeßsteuerung; Übertragung von erprobten und erfolgreichen Modellen der Partnerschaft zwischen Wirtschaft und Universität, welche an den deutschen Technischen Hochschulen und insbesondere an der RWTH Aachen bestehen.

### Mittel

Zur Erreichung der oben genannten Ziele in einem Zeitrahmen von fünf Jahren wurden folgende Maßnahmen geplant: Einsatz in Brasilien von vier deutschen Seniorexperten mit individueller Spezialisierung auf einem der als prioritär eingestuften Gebiete; dies entspricht zusammen 20 Mannjahren; Weiterqualifikation bzw. Promotion in Deutschland von fünf brasilianischen, mit der Lehre befaßten Wissenschaftlern; Kurzaustausch von zehn Wissenschaftlern; Einsatz von zwei deutschen Experten auf mittlerem Niveau (Maschinenbau-Meister, EDV-Spezialist); Ausstattung der Laboratorien (Geräte, Fachliteratur, EDV-Programme etc.) bis zu einem Betrag von vier Millionen DM; brasilianische Gegenleistung in gleicher Höhe, in Arbeitszeit, Ausrüstung, Materialien etc.

### Vorgeschichte

Die Bundesuniversität von Santa Catarina (*Universidade Federal de Santa Catarina*, UFSC) wurde 1960 gegründet. Damals wurde ein Gebäude mit einem großen Grundstück von einer alteingesessenen Familie von Florianópolis erworben, wo das Rektorat eingerichtet wurde. Mit der Einrichtung des Studiengangs Ingenieurwesen / Maschinenbau wurde das Hauptgebäude renoviert, und inmitten von Bäumen wurde ein Holzpavillon errichtet, wo die Kurse abgehalten wurden. Der Lehrbetrieb im Bereich Ingenieurwesen begann 1962 mit 35 Studenten. 1963 und 1964 wurden, in bescheidener Form, die

Labors für Physik, Metallurgie und Klimatechnik eingerichtet. Im Jahre 1965 wurden schließlich die Leitlinien formuliert, welche die gesamte weitere Ingenieursausbildung an der UFSC bestimmen sollten. Es war die Absicht, dem Beispiel der Technischen Hochschule Aachen zu folgen, wo ich in den Jahren 1957/58, als Rotary-Stipendiat, Gelegenheit hatte, einen Vertiefungskurs zu absolvieren. Nach meinem Diplom an der *Escola de Engenharia* in Porto Alegre öffnete dieser Aufenthalt in Aachen mir die Augen für eine neue Welt. Das Maschinenbau-Studium in Aachen war breiter gefächert, moderner und faszinierender, als ich es erwartet hatte. Ich kehrte mit dem Vorsatz nach Brasilien zurück, mich für eine Verbesserung in der Ausbildung einzusetzen. Von der Bundesuniversität von Rio Grande do Sul hatte ich eine Einladung erhalten, als Dozent zu lehren und versuchte gerade, die Lerninhalte meines dortigen Kurses zu aktualisieren, als ich dazu eingeladen wurde, den praktischen Teil der Ingenieursausbildung im Bereich Maschinenbau in Florianópolis zu organisieren.

Es war die Absicht, eine neue Kultur, eine neue Arbeits-tradition einzuführen, die — einmal von den Lehrenden und Lernenden verinnerlicht — einen neuen Entwicklungsstil auslösen sollte. Zu jener Zeit bedeutete dies einen Konflikt mit einigen vorherrschenden Situationen in der Ingenieursausbildung in Brasilien.

Es wurde mit einiger Ausdauer versucht, den folgenden Prinzipien zu folgen:

Die Professoren sollen ihre Arbeitszeit gänzlich der Lehre, Forschung und dem Technologietransfer widmen; bei den Hochschullehrern soll es sich um gut ausgebildete Kräfte handeln, die sich zu den Zielen der Universität bekennen; die Auswahl der Professoren soll nach strengen Kriterien erfolgen, nämlich nach Fachkompetenz, Initiativegeist und Entwicklungspotential; der Weiterbildung des Lehrkörpers soll große Aufmerksamkeit geschenkt werden, wobei alle Realisierungsmöglichkeiten zu nutzen sind, wie z. B. Praktika in der Industrie, Stipendien, Graduierung und Promotion in Brasilien und im

Ausland; der Hochschullehrer hat seinen Arbeitszeitverpflichtungen vorrangig innerhalb der Universität nachzukommen; jedem Hochschullehrer hat ein Raum mit adäquaten Arbeitsbedingungen zur Verfügung zu stehen, inklusive Hilfskräften im Sekretariat und in den Labors; Investitionen sollen in die Organisation und das Archiv der Bibliothek unternommen werden; alle Möglichkeiten der Berufung von Gastdozenten sollen ausgeschöpft werden; der praxisbezogenen Wissensvermittlung in den Laboratorien soll besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden; ein intensiver Austausch und Kooperation mit der Industrie soll angestrebt werden; der Student soll an der Universität den ganzen Tag verbringen, wobei ihm die Möglichkeit zur Mitarbeit und Partizipation an Forschungsprojekten gegeben werden soll; Industriepraktika in den Ferien sollen zum festen Ausbildungsbestandteil erhoben werden; das Studienangebot soll durch komplementäre humanistische Kurse abgerundet werden; Eigeninitiative und Unternehmergeist der Studenten sollen geweckt werden; alle nationalen und internationalen Stipendienangebote sollen nach Möglichkeit ausgeschöpft werden, und es sollen Anstrengungen zur Einwerbung von Drittmitteln von Institutionen und aus der Industrie unternommen werden, um die Labor-Ausstattung zu verbessern.

### **Die Situation im Fachbereich Maschinenbau an der UFSC vor dem Projekt**

Vor Beginn des Projektes verfügte der Fachbereich Maschinenbau über einen 4800 m<sup>2</sup> großen Pavillon mit den Labors und Unterrichtsräumen sowie — als Provisorium — mit den Räumen des Lehrkörpers und der Bibliothek. In den Labors wurde vor allem die Ausstattung mit Lehrmitteln unterstützt; hier wurden auch *mestrado*-Arbeiten entwickelt und Dienstleistungen für die Industrie getätigt. Die Labors umfaßten folgende Bereiche: Verbrennungsmotoren, Hydraulische Systeme, Konstruktionslehre, spanlose Formgebung, Gießerei, Schweißtechnik, Getriebelehre und Bau von Prototypen,

Wärme­kraft­ma­schinen und Wärmeübertragung, Werkstoffkunde und Materialprüfung, Fertigungsmeßtechnik sowie Werkzeugmaschinen. Ein großer Teil der Ausrüstung wurde über ein Abkommen aus der damaligen DDR bezogen.

Für den *graduação*-Kurs waren etwa 500 Studenten eingeschrieben, für den *pós-graduação*-Kurs mit Abschluß Magister (*mestrado*) 35 Studenten. Im Jahre 1969, als der *pós-graduação*-Kurs mit *mestrado*-Abschluß eingerichtet wurde, hatten von den Lehrenden lediglich drei Professoren einen Magister, ein Gastprofessor war promoviert. 1976, als das Projekt der Universitätspartnerschaft mit Deutschland begann, waren fünf Professoren promoviert, vier Gastprofessoren und sieben Professoren besaßen einen Magister; die übrigen brasilianischen Professoren hatten nur einen einfachen Abschluß (*graduação*).

### Die Projekt-Verwirklichung

Das Projekt begann mit den typischen Startschwierigkeiten auf beiden Seiten. In Deutschland war es zu den Zeiten der Vollbeschäftigung nicht einfach, vier kompetente Wissenschaftler aus dem Bereich Maschinenbau zu finden, welche bereit waren, für fünf Jahre in einem sehr weit von ihrer Heimat entfernt gelegenen Land zu arbeiten, mit fremder Sprache und fremden Sitten. Die Abenteuerlust siegte schließlich über die Befürchtung, gute Stellenangebote zu verpassen und die Sorge, daß die berufliche Karriere in Deutschland bei so langer Abwesenheit Schaden nehmen könnte.

Trotz der Anstrengungen der Deutschen bei der Erlernung der portugiesischen Sprache dauerte es einige Zeit, bis die Verständigungsschwierigkeiten im Alltagsleben, im Hörsaal und bei den Kontakten mit der Industrie überwunden waren. Die Infrastruktur, die den Hochschullehrern zur Verfügung stand, war sehr beschränkt. Die Verwaltung der Universität hatte Schwierigkeiten, den Professoren feste Arbeitsräume zur Verfügung zu stellen, ganz zu schweigen von Sekretärinnen, Kopierern, Telefonen und Laborgehilfen. Die Finanzmittel der

Partner waren nicht immer termingerecht abrufbar bzw. in adäquater Weise an die Inflation angepaßt. In diesem Ambiente leisteten die fünf deutschen Gastwissenschaftler mit Verträgen von zwei bis fünf Jahren und die beiden deutschen Techniker mit mittlerem Bildungsabschluß außerordentliche Arbeit: Prof. Dr. Hermann A. H. Luecke dynamisierte den Bereich Meßwesen und war später einer der Promotoren des Postgraduierten-Programms im Fachbereich Informatik; Dr.-Ing. Silvestre Nazaré aus Karlsruhe verfügte, neben Fachkompetenz und hohem Engagement, über fließende Kenntnisse in Portugiesisch, da er aus der ehemaligen portugiesischen Kolonie Goa (Indien) stammte. Er leistete große Unterstützung auf dem Gebiet der Werkstoffkunde, indem er ein vielversprechendes Programm auf dem Gebiet der Pulvermetallurgie initiierte. Er knüpfte viele Freundschaften mit seinen brasilianischen Kollegen und kehrte mehrmals als Gastdozent in Kurzzeit-Austauschprogrammen nach Brasilien zurück.

Prof. Dr.-Ing. Bernd Emil Hirsch, mit Promotion in Aachen, ließ sich von seinem Arbeitgeber, einer Bremer Flugzeugkonstruktionsfirma, freistellen und kam im Jahre 1978 nach Florianópolis. Dynamisch, intelligent, ein geborener Kämpfer, brachte er die modernste Technologie auf dem Gebiet der rechnerunterstützten Fertigung und der numerischen Steuerungen von Werkzeugmaschinen nach Santa Catarina mit. In kurzer Zeit scharte er eine Mannschaft von bis zu 40 Personen um sich, die aus Professoren, Studenten der *pós-graduação* und *graduação* in Informatik, Maschinenbau und Elektrotechnik / Elektronik bestand. Er holte verschiedene Spezialisten nach Brasilien, um Projekte mit kurzer Laufzeit durchzuführen, plante alles genauestens, um den bestmöglichen Erfolg zu erzielen. Aus Sorge um die Kontinuität der Forschungsarbeit in Florianópolis organisierte er den Ankauf eines brasilianischen Computers und die Anpassung der Software *EXAPT* zur Programmierung von numerischen Steuerungen. Nach seiner Auffassung sollte das Laboratorium über das modernste Fertigungszentrum mit CNC-Steuerungen verfügen. Da im Rahmen des Partnerschaftsabkom-

mens nicht mehr genug Finanzmittel verfügbar waren, reiste er zum Hersteller nach Deutschland und erreichte, daß dieser den Preis auf genau den Betrag der noch verfügbaren Restmittel senkte, welcher noch unter den Herstellungskosten lag. Prof. Hirsch gelang die Installation des Fertigungszentrums in Rekordzeit, und er begann mit Fortbildungskursen für die Industrie sowie für Techniker und Studenten der Universität. Er koordinierte die Entwicklung von Soft- und Hardware für die Direktsteuerung von Werkzeugmaschinen per Computer. Er brachte einen Techniker (Bernd Hoffmann) nach Florianópolis, der entsprechend spezialisiert war und lange Erfahrung auf dem Gebiet der Werkzeugmaschinenprogrammierung aufzuweisen hatte, welcher viele brasilianische Studenten ausbildete. Zahlreiche Flugzeugteile der EMBRAER wurden auf Maschinen gefertigt, deren Programmierung in Florianópolis durchgeführt wurde. Er arrangierte die Teilnahme der Universität an der *Feira de Indústria Mecânica* in den Jahren 1978 und 1979, um dem Fachpublikum das Leistungsvermögen des Fachbereichs Maschinenbau zu demonstrieren und um von der Industrie unterstützte Forschungsaufträge einzuwerben. Auf der Industriemesse 1979 wurde von der UFSC, am Stand von *Indústria Nardini*, zum ersten Mal in Brasilien die automatische Fertigung eines Werkstückes auf einer CNC-Werkzeugmaschine, die von dem Kleinrechner, auf dem das Teil entworfen wurde, direkt gesteuert wurde, vorgestellt. Er regte die Gründung von *SOBRACON (Sociedade Brasileira de Comando Numérico)* an, welche in Brasilien durch große Seminare (mit mehr als 500 Teilnehmern), Kurse, Vorträge, Veröffentlichungen und Ausstellungen die Verbreitung der computergestützten Fertigungstechnologie förderte. Die Statuten der Gesellschaft, welche auf den deutschen Erfahrungen aufbauten, sahen gemeinsame Anstrengungen von Hochschulen, gewerblichen Anlagenutzern und -herstellern vor. Die Partizipation dieser drei Gruppen spiegelt sich im Vorstand der Gesellschaft wieder. Um sicherzustellen, daß die Firmen ihren eingegangenen Verpflichtungen nachkommen, kommt der Präsident von SOBRACON stets aus der

Industrie. Prof. Hirsch gelang es, zahlreiche Unternehmer als Mitglieder zu gewinnen und durch persönliche Überzeugungsarbeit Unternehmen zur Kooperation mit Universitäten im Bereich der Technologieentwicklung zu bewegen.

Dr. Dieter Pfau, ebenfalls mit Studium in Aachen, hielt sich von 1976 bis 1978 in Florianópolis auf, wo er Pionierarbeit auf dem Gebiet der Automatisierung der Fertigung leistete. Seine Arbeit bildete den Grundstein für das spätere dynamische Wirken von Prof. Hirsch.

Bedeutsam war ferner die Arbeit von Maschinenbau-Meister Edgar Nawotka, der das Werkzeugmaschinenlabor einrichtete. Auf sozialem Gebiet war es ihm ein Anliegen, verschiedenen Söhnen von Fischern eine berufliche Ausbildung zu geben.

### **Die Situation nach Ablauf des Projektes**

Die Übernahme von an der RWTH erprobten Prinzipien durch die brasilianische Equipe waren ohne Zweifel das wichtigste Ergebnis des Kooperationsprojektes. Das Auslaufen des Projektes und die Abreise der deutschen Wissenschaftler hatte keinerlei negative Auswirkungen auf den Fachbereich Maschinenbau der UFSC. Die Brasilianer, die stets bestrebt waren, die deutsche Methodik und die Kenntnis der brasilianischen Wirklichkeit miteinander zu vereinen, setzten alle Projektaktivitäten fort und erweiterten sie, bildeten neue Forschungsgruppen, förderten die Kooperation mit der Industrie und erwirkten zusätzliche Mittel aus anderen Quellen.

Die *graduação*-Kurse in Maschinenbau an der UFSC gelten schon seit 15 Jahren als die besten unter den landesweit 45 angebotenen Kursen. Ebenso wird der *pós-graduação*-Studiengang als der beste unter den 17 brasilianischen Maschinenbau-Studiengängen mit Abschluß *mestrado* oder Promotion angesehen, was die Qualifikation des Lehrpersonals, Publikationen, Forschungsaktivitäten, Zusammenarbeit mit der Industrie, Anzahl und Qualität der *mestrado*- und Doktorarbeiten angeht. Der Lehrkörper umfaßt heute 68 Vollzeit-Professoren, wovon 54

promoviert sind (neun in Deutschland, zehn in Großbritannien, neun in den USA, drei in Kanada, sechs in Frankreich, elf an der UFSC (darunter vier in Kooperation mit deutschen Hochschulen) und sechs an anderen brasilianischen Universitäten).

Was die *graduação* betrifft, so ist folgendes hervorzuheben: Alle Professoren des *pós-graduação*-Programms unterrichten auch im Bereich der *graduação*; diverse Unterrichtsthemen und sogar Teildisziplinen der *pós-graduação* sind mittlerweile im Bereich der *graduação* angesiedelt und bereichern und aktualisieren dort das Kurs-Curriculum; alle Studenten müssen für ein Semester in der Industrie ein Vollzeitpraktikum absolvieren (Praktika im Ausland werden gefördert, wobei hier auch Austauschprogramme mit deutschen Universitäten bestehen); mehr als 250 Studenten der *graduação*, die meisten mit Stipendien versehen, arbeiten in den Laboratorien der UFSC und partizipieren an Forschungsarbeiten oder in Projekten mit Firmen (wobei mit der Teilnahme von Studenten der Mathematik, Physik, Informatik und Elektrotechnik/Elektronik ein multidisziplinäres Gemisch entstanden ist); die Studenten nehmen an Programmen zur Qualitäts- und Produktivitätssteigerung teil und betreiben nebenbei ihre eigenes Juniorunternehmen im Bereich Maschinenbau-Consulting; viele ehemalige Studenten stiegen in Führungspositionen auf (Präsidenten und Direktoren bedeutender Firmen in Santa Catarina und überhaupt in Brasilien sind ehemalige Studenten der UFSC).

Auf dem Gebiet der *pós-graduação* hat die stimulierende Zusammenarbeit mit Deutschland zu folgenden Aktivitäten beigetragen: Der Austausch von Ideen, Erfahrungen und Gastprofessoren mit deutschen Institutionen erfährt Kontinuität, insbesondere mit der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, dem Bremer Institut für Betriebstechnik und angewandte Arbeitswissenschaft (BIBA, Universität Bremen), der Technischen Universität Braunschweig, der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB, Braunschweig), der Kernforschungsanlage Jülich, dem Institut für Kernenergie (IKE, TU Stuttgart), dem Deutschen Wetterdienst (Potsdam),

dem GKSS-Forschungszentrum (Geesthacht), dem Institut für Keramik im Maschinenbau (IKM, Karlsruhe), der Bundeswehr-Hochschule Hamburg, der Gesamthochschule Kassel, dem Institut für Feinwerktechnik (Kaiserslautern), der Technischen Universität Ilmenau etc. Die Laboratorien für Werkstoffkunde, Gießtechnik, CNC-Steuerungen, Fertigungstechnik, Feinmechanik, Schwingungstechnik, Akustik, Solarenergie und Wärme-regelung, Kühl-, Lüftungs- und Klimatechnik, Hydraulische und Pneumatische Systeme sowie für Numerische Simulation wurden bedeutend ausgebaut. Alle Laboratorien sind mit *workstations* und PCs ausgestattet, mit Glasfasern vernetzt, an das nationale Forschungsnetz *RNT (Rede Nacional de Pesquisas)* sowie ans Internet angeschlossen.

In Zusammenarbeit mit zahlreichen Industrieunternehmen, der Landesregierung und bundesstaatlichen Finanzierungsorganen wurde die *Fundação CERTI*, heute umbenannt in *Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras*, gegründet. Diese Institution, die dem *Departamento de Engenharia Mecânica* angegliedert ist, ist eigenständig geworden, gehört dem *Sistema Nacional de Metrologia* an und führt sehr viele Projekte für die Industrie durch. Die *Fundação CERTI* ist in einem vierstöckigen Gebäude untergebracht, welches ebenfalls das Meßtechniklabor beherbergt, und ist für das Kursangebot (*graduação* und *pós-graduação*) auf diesem Gebiet für Maschinenbau-Studenten verantwortlich. Die *Fundação CERTI* unterhält ferner die *Escola de Novos Empresários*, welche zum Ziel hat, Hochschulabsolventen bei der Gründung eigener Unternehmen zu beraten. Sie betreibt ebenfalls, mit Unterstützung der *Secretaria de Ciência e Tecnologia* von Santa Catarina, die *Incubadora Empresarial Tecnológica*, welche heute über ein eigenes Gebäude mit 6 000 m<sup>2</sup> und mit 30 Kleinunternehmen verfügt, die gute Zukunftsaussichten besitzen, vorhandene Marktnischen zu besetzen.

Die *Incubadora* befindet sich in einem Technologiepark von 100 000 m<sup>2</sup> mit guter Infrastruktur (Straßen, Strom, Telekommunikation etc.) und Raum für die Errichtung von zehn

Gebäuden mit je 2 500 m<sup>2</sup> Arbeitsfläche, die für die nächste Etappe der Entwicklung neuer Firmen der *Incubadora* vorgesehen sind. Im Technologiepark ist ebenfalls das Zentrum des *SOFTEX*-Programms angesiedelt, welches die Entwicklung von brasilianischer Software für den internationalen Markt fördert.

Aus den Maschinenbau-Kursen an der UFSC gingen schon 1700 Ingenieure, 387 Meister und 46 Promovierte hervor. In den Kursen *pós-graduação* Maschinenbau sind gegenwärtig 159 Studenten für den *mestrado* und 70 für einen Promotionsstudiengang immatrikuliert. Praktisch alle Hochschullehrer sind zwölf Forschungsgruppen oder -laboratorien zugehörig und nehmen dort in spontaner und informeller Weise teil, wobei sie ihre Kräfte bündeln und die vorhandene Ausstattung in optimaler Weise nutzen. Alle diese Gruppen stehen im Austausch mit nationalen und ausländischen Institutionen, nehmen an Seminaren und Kongressen<sup>1</sup> teil und stehen in intensivem Kontakt mit Firmen aus ihrem Arbeitsfeld. Sie wirken ferner an der Organisation von Symposien und Kongressen mit, wie z. B. dem *Congresso Brasileiro de Ciências dos Materiais (CBECIMAT)*, *Simpósio Brasileiro sobre Sistemas Dinâmicos da Mecânica (DINAME)*, *Simpósio Brasileiro de Tubulações e Vasos sob Pressão (SIBRAT)*. Das *Departamento de Engenharia Mecânica* nimmt alljährlich an verschiedenen Industriemessen teil und stellt dort seine Arbeiten vor, z. B. auf der *Feira da Mecânica Nacional* und auf der *FENASOFT*, welche beide im *Parque Anhembi* in São Paulo stattfinden und mehr als 300 000 Besucher anziehen. Ihren Sitz bei der UFSC hat auch die *Sociedade Brasileira de Controle Numérico e Automatização Industrial (SOBRACON)*, welche alljährlich in São Paulo Seminare in den Bereichen industrielle Automatisierung, CAD, Fertigungsplanung und computerunterstützte Fertigungsprozesse durchführt. SOBRACON führt Universitäten, Forschungszentren, Anwender und Produzenten von Fertigungstechnik zu-

---

<sup>1</sup> Von ihnen stammen 25-30 % der auf dem *COBEM (Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica)* präsentierten Arbeiten.

sammen und hat unter seinen Mitgliedern mehr als 100 Firmen. Die *Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC)* hat ihren Sitz in den Schwingungslaboren der Universidade Federal de Santa Catarina und koordiniert auf nationaler Ebene Seminare und Veröffentlichungen.

### Fazit

Als maßgebliche Erfolgsgründe des Hochschulkooperations-Projektes sind zu nennen:

1. Das Projekt verfügte über angemessene Dimensionen, um Wirkung zu zeigen, und über eine hinreichende Laufzeit, um seine vollständige Implementierung zu erlauben.
2. Das Thema ist relevant für die wirtschaftliche Entwicklung mit Perspektiven einer sich selbst tragenden Entwicklung.
3. Die Wahl eines Hochschullehrers (Prof. Dr.-Ing. T. Pfeifer), der einer äußerst kompetenten und dynamischen Gruppe angehört (Werkzeugmaschinenlabor WZL/RWTH Aachen) zum Projekt-Koordinator auf deutscher Seite.
4. Das Vorhandensein eines Brasilianers als Ansprechpartner für jeden deutschen Gastwissenschaftler mit der Qualifikation, die übermittelten Kenntnisse aufzunehmen, sich kooperativ bei der Projektdurchführung zu zeigen und die Projektkontinuität sicherzustellen.
5. Der auf beiden Seiten vorhandene politische Wille, Erfolge zu erzielen, und gegenseitiges Verständnis bei der Überwindung von Schwierigkeiten eines Partners.

Deutschland ist mit mehr als 100 Projekten in wissenschaftlicher und technologischer Zusammenarbeit der wichtigste Partner Brasiliens im Bereich Forschung und Technologie. Indem ich hier ein sehr erfolgreiches Projekt vorstelle, wollte ich meine dabei gewonnene Erfahrung weitergeben, in der Hoffnung, daß sie vielleicht nützlich für den Erfolg anderer Projekte ist.