



8. Februar 1993

Herr Professor
Dr. Helmut Böhme
Präsident der TH Darmstadt

Karolinenplatz 5
W-6100 Darmstadt

DER PRÄSIDENT DER TECHN HOCHSCHULE DARMSTADT											
A										1	
B										2	
C	10. FEB. 1993									3	
D										4	
E	Vp	K	PB	I	II	III	IV	V	VI	5	
F	Aktenzeichen:					Anlagen:					6
G											

T. 15.2.93
10.00 h

Kopie an K, III, IV, V
IA, IB, IC, ID, IE 10.2.93
Tz

**Professur (C4) für Methodisches Entwickeln von elektronisch-mechanischen
Komponenten und Geräten der Feinwerktechnik**

Sehr geehrter Herr Professor Böhme,

Herr Prof. Weiland hat mich in seiner Funktion als Dekan des Fachbereichs 18 gebeten, Ihnen die beiliegenden Unterlagen als Vorabinformation meiner Vorstellungen über Berufungsmittel zu o.g. Professur zu übersenden. Falls daraus Rückfragen Ihrerseits resultieren sollten, stehe ich Ihnen natürlich gerne jederzeit zur Beantwortung von Fragen zur Verfügung.

Ich bedanke mich im voraus für Ihre Bemühungen und verbleibe

mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. R. Lerch

Anlagen

Kopien erhalten:

Herr Prof. Dr.-Ing. T. Weiland, Dekan des FB 18
Herr Prof. Dr.-Ing. B. Cramer, Institut für EMK

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Lerch

8. Februar 1993

Anlagen zur Berufungsverhandlung

'Methodisches Entwickeln von elektronisch-mechanischen Komponenten und Geräten der Feinwerktechnik'

1. Geplante Schwerpunkte im Bereich der angewandten Forschung
2. Stellungnahme und Angebot zur interdisziplinären Studienrichtung 'MECHATRONIK'
3. Angestrebte Kooperationen
4. Benötigte Technologien
5. Personalplan
6. Flächenplan
7. Liste der benötigten Geräte
8. Ressourcen meines derzeitigen Institutes
(Institut für Elektrische Meßtechnik, Universität Linz)

Geplante Schwerpunkte auf dem Gebiet der angewandten Forschung

I. Entwurf und Implementierung eines modularen Computer-Aided-Design-Systems für elektromechanische bzw. mechatronische Systeme und Mikrosysteme

Diese mechatronischen Systeme enthalten als wesentliche Komponenten **elektromechanische Sensoren und Aktoren.**

- Computer-Simulation von elektromechanischen (mechatronischen) Komponenten auf der Basis der Finite-Element-Methode (FEM), der Boundary-Element-Methode (BEM) bzw. einer gekoppelten Finite-Element-Boundary-Element-Methode (FEM-BEM)
Modellierungs-Schwerpunkte: **Elektromechanik, Piezoelektrik, Akustik, Fluidik, Wärmeleitung**
- Visualisierung der Simulationsergebnisse und Post-Processing (bis hin zu einem eventuellen Masken-Layout)
- Computerunterstützte Optimierung
- Intelligente Benutzerführung auf der Basis eines Expertensystems
- Module zur Entwurfsautomatisierung
- Integration einer umfassenden Datenbank mit mechanischen und elektrischen Materialdaten

II. Herstellung und experimentelle Untersuchung elektromechanischer (mechatronischer) Systeme und Mikrosysteme

- Sensoren für die Medizintechnik, z.B. hochfrequente Ultraschallsensoren
- mikrostrukturierte Piezo-Stoßwellen-Sensoren zum Einsatz bei der Nieren- und Gallensteinzertrümmerung sowie der Knochenbruchheilung
- Sensor-Aktor-Systeme zur aktiven Lärminderung

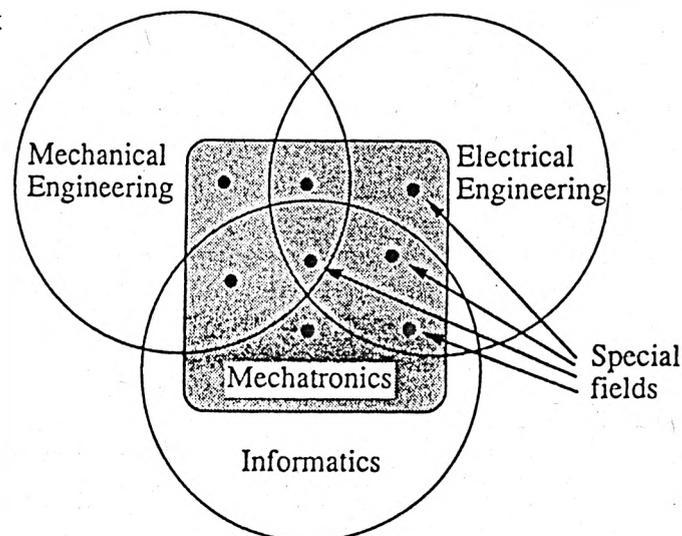
- Sensoren auf der Basis mechanischer Grenzschichtwellen für Anwendungen im Bereich des Umweltschutzes
- mikrostrukturierte taktile Sensoren für Anwendungen in der Behindertenhilfe und Robotik
- akustische Sensor-Aktor-Systeme für Erkennungsaufgaben in der Behindertenhilfe und Robotik
- Resonante Quarzsensoren (z.B. Hochspannungssensor mit optischer Auslesetechnik)
- Piezoaktoren (miniaturisierte Piezomotoren, piezokeramische Einspritzdüsen in der Kraftfahrzeugtechnik)
- Optische Sensoren/Lasermesstechnik:
 - Stoßwellen-Sensoren (in Lichtwellenleitertechnik)
 - interferometrische Sensoren
 - mikrostrukturierte opto-mechanische Sensoren (z.B. zur Messung von Beschleunigung und Kraft)
 - Objekterkennung auf der Basis von Laser-Scan-Verfahren

Stellungnahme und Angebot zu der derzeit an der THD diskutierten interdisziplinären Studienrichtung 'MECHATRONIK'

1. Was versteht man unter 'MECHATRONIK' ?

Der Begriff 'MECHATRONIK' wurde vor etwa 10 Jahren in Japan kreiert und steht stellvertretend für eine Symbiose der Ingenieurwissenschaften

- Maschinenbau und Mechanik
- Elektrotechnik
- Informatik



Bereits heute basiert eine Vielzahl moderner technischer Produkte auf dem Zusammenspiel mechanischer und elektronischer Komponenten. Beispiele für solche mechatronischen Produkte sind:

- Photokopierer, Telefaxgeräte
- Magnetische und optische Digital-Speicher, z.B. CD-Plattenspieler
- Ottomotoren mit geregelter Katalysator und computergesteuerter Kraftstoffzufuhr
- elektronisch gesteuerte Traktionshilfen sowie Antiblockierbremsysteme für Kraftfahrzeuge
- Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen

Diese Produkte bestehen im wesentlichen aus Komponenten, die sich einer der drei folgenden Kategorien zuordnen lassen:

- Sensoren, insbesondere elektromechanische Sensoren
- Computersteuerung
- Aktoren, z.B. Elektromotoren oder hydraulische Stellglieder

Die Mechatronik ist damit ein interdisziplinärer ingenieurwissenschaftlicher Ansatz, die Basisdisziplinen 'Maschinenbau/Mechanik' und 'Elektrotechnik/Informatik' möglichst ganzheitlich zu lehren und anzuwenden. Mit Einführung der Mechatronik wird vor allem die effiziente Nutzung vorhandener Synergie-Potentiale angestrebt.

2. Die Bedeutung der MECHATRONIK für Hochschule und Industrie

Die geschichtliche Entwicklung zeigt, wie wichtig über die Grenzen von Fachgebieten hinwegschreitende Denk- und Arbeitsweisen für die technische Entwicklung sind. Schließlich wird auch von einem in der Praxis tätigen Ingenieur in zunehmendem Maße verlangt, daß er interdisziplinär denkt und arbeitet. In der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung an europäischen Universitäten mit ihren oft strengen Instituts- und Fachbereichsgrenzen allerdings wurde der Notwendigkeit einer solchen interdisziplinären Arbeitsweise in der Vergangenheit nur in ungenügendem Umfange Rechnung getragen. Seit einiger Zeit jedoch unternimmt man europaweit Anstrengungen, die Interdisziplinarität in den Ingenieurwissenschaften zu fördern. In diesem Zusammenhang wurden die Studienprogramme 'Technomatik' an der Universität Kaiserslautern und 'Telematik' an der Universität Graz eingeführt. An der Universität Linz wurde vor drei Jahren der eigenständige Ingenieur-Studiengang 'Mechatronik' (mit Abschluß 'Dipl.-Ing. für Mechatronik') ins Leben gerufen, der gemeinsam von Maschinenbau- und Elektrotechnik-Professoren aufgebaut und getragen wird. Dem Beispiel der Universität Linz sind mittlerweile auch die Universitäten Duisburg und Hannover gefolgt. Das Mechatronik-Studium wurde in den letzten Jahren außerdem auch an Universitäten der folgenden Länder eingeführt: Schweiz, Finnland, England, USA und Japan.

Insbesondere für die Maschinenbauindustrie wird die Mechatronik in den nächsten Jahren größte Bedeutung erlangen, da in nahezu allen Maschinenbauprodukten der Anteil an elektronischen Komponenten (relativ zu den mechanischen) ständig wächst (z.B. in der Kraftfahrzeugtechnik), was demzufolge künftig einen entsprechenden Bedarf an gut ausgebildeten 'Mechatronik-Ingenieuren' nach sich ziehen wird. Entsprechende Bedarfsanmeldungen wurden in letzter Zeit insbesondere auch seitens der deutschen Maschinenbauindustrie abgegeben.

3. Die MECHATRONIK an der TH Darmstadt

Der Fachbereich Maschinenbau hat Ende des Jahres 1992 vorgeschlagen, an der TH Darmstadt eine Fachrichtung 'Mechatronik' einzurichten. Dieser Vorschlag wird derzeit auch von den Elektrotechnik-Fachbereichen diskutiert. Insbesondere aufgrund der Tatsache, daß der Elektronik-Anteil in Maschinenbauprodukten relativ zu den klassischen Maschinenbau-Komponenten ständig wächst, bin ich ebenfalls der Überzeugung, daß die TH Darmstadt mit ihrer traditionell umfangreichen Maschinenbauausbildung gefordert sein wird, mittelfristig eine Mechatronik-Ausbildung anzubieten.

4. Mein Angebot

Für den Fall meiner Rufannahme bin ich gerne bereit, meine beim Aufbau des Linzer Mechatronik-Studiums gesammelten Erfahrungen sowohl in die an der THD über das Mechatronik-Konzept in Gang gekommene Diskussion einzubringen als auch bei einem eventuellen Aufbau eines interdisziplinären Fachgebietes 'Mechatronik' an der THD mitzuwirken. Meiner Ansicht nach sollten an einer Konzepterstellung als wesentliche Partner der Fachbereich Maschinenbau sowie die drei Elektrotechnik-Fachbereiche beteiligt sein. Seitens der Elektrotechnik sind in erster Linie folgende Fachgebiete gefordert:

- Elektromechanische Konstruktionen (EMK)
- Regelungstechnik
- Antriebstechnik und Leistungselektronik

Darüber hinaus erkläre ich mich bereit, entsprechende Lehrveranstaltungen aus dem Bereich 'Elektromechanik' für die Ausbildung von Maschinenbauingenieuren anzubieten, beispielsweise eine Vorlesung (evtl. mit Übung) '*Elektrische Meß- und Sensortechnik für Maschinenbauer*'.

Aufgrund der fachlichen Nähe des Fachgebietes EMK zu den Fachbereichen Maschinenbau und Mechanik strebe ich auch in der Forschung enge Kooperationen mit diesen Disziplinen an.

Angestrebte interdisziplinäre Kooperationen mit
anderen Fachbereichen der TH Darmstadt

- FB 19 Mikromechanische Wandler (Prof. Langheinrich)
- FB 19 Regelungskonzepte für die aktive Lärmkompensation (Prof. Isermann)
- FB 17 Hochspannungssensor (Prof. König)
- FB 6 Piezomotor (Prof. Hagedorn)
- FB 20 Interaktive Graphik für CAD (Prof. Encarnacao)
- FB 20 KI-Methoden (Prof. Hoffmann)
- FB 16 Auf dem Gebiet der Mechatronik
(siehe beiliegende Stellungnahme zur Mechatronik)

Benötigte Technologien

1. Aufbau elektronischer Schaltungen
*Standard-Leiterplatten, Mikrocomputer-Entwicklungssystem,
wenn möglich Dickschicht und SMD*
2. Mechanische Bearbeitung von Metallen und Kunststoffen
Drehen, Fräsen, Bohren, etc.
3. Feinwerktechnologie zur Bearbeitung von Keramiken und Einkristallen
Diamantsägen, (Fein-)Schleifen, Läppen, Ultraschallbearbeitung, etc.
4. Ätztechnik
Isotropes und anisotropes Ätzen von Silizium
5. Bedampfen *
6. Photolithographie * (wenn möglich mit zweiseitiger Masken-Justage)
7. Sputtern *
von Metallen (Chrom, Kupfer, Gold) und Piezoschichten (z.B. ZnO)
8. Bonden *
als Standard-Verdrahtungstechnik und evtl. Si-Si-Bonding
9. Rasterelektronenmikroskopie *
10. Epitaxie, CVD, Ionenimplantation *

Bei den mit * versehenen Technologien wird eine Mitbenutzung angestrebt.

Personalplan

1 Sekretärin/Zeichnerin (BAT-?)

Besteht die Möglichkeit der Übernahme meiner derzeitigen Institutsreferentin ?

4 wissenschaftliche Mitarbeiter (BAT-IIa) für folgende Aufgabenbereiche:

1. Computer Aided Engineering/Computermodellierung in der Elektromechanik:

- (a) Finite- u. Boundary-Element-Modellierung von elektromechanischen Komponenten (Computer-Simulation)
- (b) CAD/CAE von elektromechanischen (mechatronischen) Systemen
- (c) Einsatz von KI-Methoden in der Geräte-Entwicklung (neue Entwicklungsmethodiken in der Elektromechanik)

2. Experimentelle Arbeiten in der Elektromechanik:

- (a) Entwicklung von Piezosensoren (Feinwerktechnologie)
- (b) Mikromechanische Transducer (Mikromechanik, Halbleitertechnologie)
- (c) Glasfasersensoren/Lasermesstechnik (Optische Sensorik)

Besteht die Möglichkeit der Übernahme meiner derzeitigen Assistenten ?

1 Technologie(in) (BAT-III) mit folgenden Aufgaben:

Durchführung von Technologiearbeiten im Bereich der Sensorik/ Aktorik
(z.B. Isotropes und anisotropes Ätzen, Dünnschichttechnologie, Ionenimplantation, Photolithographie, etc.)

1 Feinmechanikermeister mit folgenden Aufgaben:

Feinwerktechnologie für piezokeramische Sensoren und Aktoren

1 Elektroniker mit folgenden Aufgaben:

Entwicklung und Aufbau von Interface-Schaltungen (auch mit Mikrocomputern) für elektromechanische Sensoren und Aktoren

Flächenplan

Netto-Flächen ohne Studentenarbeitsräume:

1 Professorenzimmer	28 m ²
1 Sekretariat	18 m ²
7 Räume für wissenschaftliche MA und Doktoranden	128 m ²
2 Sensorik-Labors (Meßwanne, Sensor-Meßplätze)	50 m ²
Labor für Lasermeßtechnik/Interferometer	60 m ²
Labor für NIC-Server und 3 Graphikarbeitsplätze	30 m ²
Feinwerktechnologie (Wafersäge, etc.)	40 m ²
Reinraum	Mitbenutzung
Summe	<hr/> 354 m ²

Liste der benötigten Geräte

(reduzierte Version)

I. Rechnerausstattung:

Workstation als Numerical-Intensive-Computing-Server:	
IBM RS 6000-580 mit 512 MB Memory (5-Jahre-GL; 60 % Rabatt)	181.929.-
2 Graphik-Workstations IBM RS 6000-340 (5-Jahre-GL; 60 % Rabatt)	68.470.- *
8 2GB-SCCSI-2-Platten für obige Workstations	47.600.- *
Thermosublimations-Printer Tektronix Phaser II SD (30 % Rabatt)	22.870.-
Software-Lizenz für CAEDS-Software (brutto: 55.000.-)	—.- *
1 PC zur Meßdatenerfassung (i486-66, 32MB-Memory, 1GB-Platte, Streamer, Printer)	12.500.- *
Meßdatenerfassungs-Hard- und Software für obigen PC (Fa. Meilhaus)	13.400.- *
PC (486), HP-Laserjet, HP-Scanner u. Omni-Page-Software (Sekretariat)	13.750.-
Notebook mit Overhead-Display-Panel (Visualisierung in Lehrveranstaltungen)	6.500.-
	<hr/>
Summe	367.019.-

II. Meßplatz zur Untersuchung mechatronischer Sensoren und Aktoren:

Meßwanne (Material) mit Schrittmotorsteuerung und Spindelantrieb (Fa. Isel)	13.800.-
programmierbarer Signalgenerator (Tektronix AFG2020)	19.950.-
Digitalspeicher-Oszilloskop zur Untersuchung von Stoßwellensensoren (Tektronix TDS 540)	34.950.-
Stoßwellengenerator <i>75.000</i>	—.- *
Frequenzzähler (HP 5335A + Opt 010)	14.980.- *
Netzwerkanalysator (HP 3589A) incl. S-Parameter-Set (HP 35689A)	55.447.-
Präzisions-Impedanzmeßplatz (HP 4194A mit Think-Jet-Printer)	52.080.-
Spitzenmeßplatz (Gebrauchtgerät in Minimalausführung ohne Mikroskop)	28.000.- *
Logikanalysator/Mikrocomputer-Entwicklungssystem Tektronix 3002CXX	46.070.-
Mechan. Erregerkomponenten, Druckmeßdosen, etc.	10.000.-
Ultraschall-Equipment zur Akustik (Puls-Echo-Gerät, Hydrophone, Meß- und Leistungsverstärker für Ultraschall)	35.000.-
Beschleunigungsaufnehmer u. Ladungsverstärker (BK No. 2626 + 4374)	8.395.-
Lasermeßtechnik/Glasfaser-Sensorik: (im wesentl. Education Kits)	
Schwingungsgedämpfter Tisch, He-Ne-Laser Optik-Module zum Aufbau eines interferometrischen Systems (Objektive, Filter, Spiegel, XYZ-Positionierer, Detektoren, Beamsplitter, etc. (Fa. Newport, Fa. Micro-Controle))	73.471.-
	<hr/>
Summe	392.143.-

III. Feinwerktechnologie:

Modifizierte Wafersäge (Fa. Disco)	— .-	*
Ultraschall-Bearbeitungsmaschine	— .-	*
Topfschleifmaschine (Kugelmüller)	— .-	*
Erweiterung der Laborausstattung zur Mikromechanik	— .-	*
Klimaschrank	25.000.-	
Stereomikroskop (Olympus)	5.500.-	
langfristig: kl. Sputtermaschine	— .-	*
	<hr/>	
Summe	30.500.-	

Gesamtsumme:

789.662.- DM

Anmerkungen:

1. Obiger Liste liegt die für mein derzeitiges Institut genehmigte und zum Teil realisierte Geräteliste zugrunde (siehe Anlage 'Ressourcen meines derzeitigen Institutes (Institut für Elektrische Meßtechnik, Uni Linz)'). Da jedoch der aus der vollständigen Liste resultierende finanzielle Aufwand den an der TH Darmstadt realisierbaren Rahmen sprengen würde, wurden die in obiger Liste mit * versehenen Beträge gegenüber der Linzer Liste gestrichen bzw. gekürzt. Da die gestrichenen Geräte dennoch mittelfristig benötigt werden, werde ich versuchen, diese Mittel über Drittmittelprojekte einzuwerben. Mittlerweile habe ich erste Gespräche mit Industrieunternehmen über die Durchführung von entsprechenden Projekten geführt. Dabei hat die Siemens AG bereits zugesagt, mir einen in der ursprünglichen Liste (Liste Linz) enthaltenen Stoßwellengenerator (74.800.- DM) für Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Stoßwellensensorik zu überlassen.
2. Die obige Gesamtsumme liegt über dem im Okt. 1991 anlässlich meines Besuches der THD diskutierten finanziellen Rahmen von etwa 500.000.- DM. Als Gründe für die nunmehr höhere Summe sind anzuführen:
 - (a) Zum o.g. Zeitpunkt konnte ich aufgrund der bezüglich einer Berufung angeordneten Zeitplanung davon ausgehen, daß es gelingt, steuerlich abgeschriebene Geräte meiner ehemaligen Projektgruppe im Siemens-Forschungszentrum einzubringen. Diese Geräte sind in der 2. Jahreshälfte 1992 infolge der eingetretenen Verzögerungen anderweitig (u.a. an die Universität Linz) vergeben worden.
 - (b) Weitere in obiger Liste enthaltene Geräte im Wert von ca. 360.000.- DM, die eigentlich zur standardmäßigen Ausstattung des EMK-Institutes zu zählen sind, sind leider noch nicht vorhanden. Diese Geräte sind jedoch seit längerer Zeit seitens EMK für künftige Beschaffungen vorgesehen und wurden entsprechend von Herrn Prof. Cramer und Herrn Prof. Weißmantel beantragt (siehe Anträge des Institutes für EMK in den Listen 'Großgeräte' und 'Einmalige Mittel'). Diese in Beantragung befindlichen Geräte sind ebenfalls dringend erforderlich und befinden sich daher auf meiner obigen Liste.

IV. Umbaumaßnahmen/Möbel:

Mobiliar für die im Flächenplan angeführten Zimmer	Aufwand ist noch festzustellen
Sekretariatsausstattung	Aufwand ist noch festzustellen
eventuelle Umbaumaßnahmen	Aufwand ist noch festzustellen
Klimatisierung von Meßlabors	Aufwand ist noch festzustellen
	<hr/>
Summe	noch festzustellen

8. Februar 1993

Ressourcen meines derzeitigen Institutes

Institut für Elektrische Meßtechnik
im Bereich Mechatronik der Universität Linz

Personal:

1 C4-Professur (Institutsvorstand)
4 Assistenten (Die Umwandlung von Zeit- in Dauerverträge ist möglich.)
1.5 Techniker
1 Institutsreferentin

Räumlichkeiten:

Büroräume und Labors: 800 m^2
Reinraum: 48 m^2
Zusätzliche Praktikumsräume: 0.5*95 m^2
Gesamtfläche des Institutes: 895 m^2

Finanzielle Mittel:

Einmalige Mittel: 11 Mio. ÖS (1.57 Mio. DM)
Laufende Mittel (Punkteschlüssel): 300.000.- - 500.000.- ÖS (45 - 70 TDM)
keine Ausgaben für Telephon, Porto, Sekretariatsausstattung, Mobiliar, etc.
Sonderzuwendungen des Ministeriums bei größeren Reparaturen
Jährliche Sondermittel für Datenverarbeitungsgeräte, die in der Lehre verwendet werden

Geräte-Liste (nicht vollständig)
für mein derzeitiges Institut (genehmigt und z.T. realisiert)

I. Rechnerausstattung:

Workstation als Numerical-Intensive-Computing-Server:	
IBM RS 6000-580 mit 512 MB Memory (5-Jahre-GL; 60 % Rabatt)	181.929.-
3 Graphik-Workstations IBM RS 6000-340 (5-Jahre-GL; 60 % Rabatt)	102.706.-
10 2GB-SCCSI-2-Platten für obige Workstations	59.500.-
Thermosublimations-Printer Tektronix Phaser II SD (30 % Rabatt)	22.870.-
Software-Lizenz für CAEDS-Software (brutto: 55.000.-)	20.000.-
2 PC's zur Meßdatenerfassung (i486-66, 32MB-Memory, 1GB-Platte, Streamer, Printer)	25.000.-
Meßdatenerfassungs-Hard- und Software für obige PC's (Fa. Meilhaus)	19.830.-
PC (486), HP-Laserjet, HP-Scanner u. Omni-Page-Software (Sekretariat)	13.750.-
1 Notebook mit Overhead-Display-Panel (Visualisierung in Lehrveranstaltungen)	6.500.-
	<hr/>
Summe	452.085.-

II. Meßplatz zur Untersuchung mechatronischer Sensoren und Aktoren:

Meßwanne (Material) mit Schrittmotorsteuerung und Spindeltrieb (Fa. Isel)	13.800.-
programmierbarer Signalgenerator (Tektronix AFG2020)	19.950.-
Digitalspeicher-Oszilloskop zur Untersuchung von Stoßwellensensoren (Tektronix TDS 540)	34.950.-
Stoßwellengenerator	74.800.-
Modulationsebenen-Analysator zur Untersuchung resonanter Sensoren (HP 5373A incl. Opt.)	76.241.-
Netzwerkanalysator (HP 3589A) incl. S-Parameter-Set (HP 35689A)	55.447.-
Präzisions-Impedanzmeßplatz (HP 4194A mit Think-Jet-Printer)	52.080.-
Spitzenmeßplatz zu HP 4194A (Fa. Süß)	44.248.-
Logikanalysator/Mikrocomputer-Entwicklungssystem Tektronix 3002CXX	46.070.-
Mechan. Erregerkomponenten, Druckmeßdosen, etc.	10.000.-
Ultraschall-Equipment zur Akustik (Puls-Echo-Gerät, Hydrophone, Meß- und Leistungsverstärker für Ultraschall)	35.000.-
Beschleunigungsaufnehmer u. Ladungsverstärker (BK No. 2626 + 4374)	8.395.-
Lasermeßtechnik/Glasfaser-Sensorik: (im wesentl. Education-Kits)	
Schwingungsgedämpfter Tisch, He-Ne- und Nd:YAG-Laser Optik-Module zum Aufbau eines interferometrischen Systems (Objektive, Filter, Spiegel, XYZ-Positionierer, Leistungsmesser, Detektoren, Beamsplitter, etc. (Fa. Newport, Fa. Micro-Controle))	73.471.-
	<hr/>
Summe	544.452.-

III. Feinwerktechnologie:

Modifizierte Wafersäge (Fa. Disco)	98.670.-
Ultraschall-Bearbeitungsmaschine	57.000.-
Topfschleifmaschine (Kugelmüller)	40.000.-
Erweiterung der Laborausstattung zur Mikromechanik	10.000.-
Klimaschrank	25.000.-
Stereomikroskop (Olympus)	5.500.-
langfristig: kl. Sputtermaschine	— .-
	<hr/>
Summe	236.170.-

Gesamtsumme:

1.232.707.- DM