
**VEREINIGUNG VON FREUNDEN
DER
TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZU DARMSTADT E.V.**

**JAHRESBERICHT
1996**

Vereinigung von Freunden
der Technischen Hochschule zu Darmstadt e.V.
Ernst-Ludwigs-Hochschulgesellschaft

BERICHT
über die 71. Hauptversammlung
am 29. November 1996

Tagesordnung

1. Beratung des Vorstandsrates
Professor Dr.-Ing. Christoph Hars
2. Eröffnung der Mitgliederversammlung
Bericht über das Vereinsjahr 1995/96
Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel
Vorsitzender der Vereinigung
3. Erstattung der Jahresrechnung
Dipl.-Ing. Rainer Müller-Donges
Schatzmeister und Schriftführer der Vereinigung
4. Beschlüsse
 - a) über Bewilligungen/Nachbewilligungen
 - b) zur Bildung freier Rücklagen
 - c) über Rückstellungen
5. Bericht der Rechnungsprüfer
Abstimmung über den Antrag auf Entlastung des geschäftsführenden Vorstandes
6. Wahlen zu Vorstand und Vorstandsrat
Wahl der Rechnungsprüfer
7. Beschlußfassung über die Änderung der Satzung bezüglich § 13, d (Erhöhung der Zahl der Fachbereichsvertreter von 9 auf bis zu 12)
8. Verleihung von 3 Preisen für hervorragende wissenschaftliche Leistungen
9. Bericht des Präsidenten der Technischen Hochschule Darmstadt
Professor Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner
10. Verschiedenes

Pause

11. Festvortrag

„Mechatronische Systeme - Thematik und Ergebnisse des Sonderforschungsbereiches
'Neue integrierte mechanisch-elektronische Systeme für den Maschinenbau (IMES)' an
der Technischen Hochschule Darmstadt“
Professor Dr.-Ing. Dr.h.c. Rolf Isermann

Ort: Lichtenberg-Haus der
Technischen Hochschule Darmstadt,
Dieburger Straße 241

Zeit: 15.15 Uhr

Anwesend: Jahreshauptversammlung, 72 Mitglieder und
8 Gäste

Festvortrag, etwa 100 Mitglieder und
Gäste

Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel, Vorsitzender

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Gäste,

ich darf mich zunächst einmal sehr herzlich bei Ihnen und Ihren Kollegen im Vorstandsrat bedanken, lieber Herr Hars, für Ihr Mitwirken bei der Verabschiedung der förderwürdigen Maßnahmen, und ich muß sagen, Sie haben uns sehr humorvoll durch die schwierige Materie der vielen Genehmigungen durchgeführt. Ich freue mich darüber, daß Sie bei der ersten Vorstandsratssitzung, die Sie persönlich leiten, nahtlos, souverän an die Tradition der letzten Jahre angeschlossen haben, es gab wie immer, keinen größeren Disput auszutragen. Ich muß sagen, bei so viel Einigkeit könnte man faßt schon ein bißchen nachdenklich werden. Aber, nochmals herzlichen Dank an den Vorstandsrat für die Unterstützung und Mitarbeit.

Ich rufe nunmehr den

TOP 2 „Eröffnung der Mitgliederversammlung 1996 der Vereinigung von Freunden der Technischen Hochschule zu Darmstadt e.V.“ auf und komme damit zum Bericht über das Vereinsjahr 1995/96. Die ersten Seiten, die ich mir aufgeschrieben habe, muß ich abändern,

statt der vielen Ehrengäste, die ich eigentlich begrüßen wollte, würde ich sagen, kam der Schnee, dennoch den einen oder anderen haben wir hier. Der Herr Oberbürgermeister mußte leider kurzfristig absagen, ebenso wie unsere langjährige Förderin, die Landtagsabgeordnete Frau Ruth Wagner. Auch Herr Dr. Wenzel, unser Ehrenmitglied, mußte wegen Erkrankung kurzfristig absagen. Ich begrüße den Präsidenten der Hochschule, Herrn Professor Wörner und ich begrüße den langjährigen Vorsitzenden und den Ehrenpräsidenten unserer Vereinigung, Herrn Dr. Werner. Ganz besonders freut es uns, daß Sie offensichtlich bei bester Gesundheit sind. Hoffentlich sind Sie nicht so top fit, daß Sie an mir rummäkeln, denn letztlich ist es die erste Sitzung, die ich hier alleine leite.

Begrüßen möchte ich nun aus dem Fachbereich 18/Elektrotechnik und Informationstechnik, stellvertretend für seine Kollegen und Mitarbeiter, Herrn Professor Isermann, der uns heute eine vielfältige und interessante Führung gleich an mehreren Standorten geboten hat. Wenn ich auch nicht die Gelegenheit hatte, alles zu sehen, ich persönlich war auf der Lichtwiese, muß ich dennoch feststellen, daß das, was ich gesehen habe, beeindruckend war. Allerdings muß ich sagen, daß ich zwischendrin gemerkt habe, daß auch ich langsam älter werde, als Herr Professor Breuer uns erzählt hat, wieviel besser und sicherer demnächst die Bremswege werden, da dachte ich innerlich, dann kann man sicherer Auto fahren bis jemand neben mir sagte, das ist prima, da können wir in Zukunft alle noch schneller fahren. Wie immer, muß ich sagen, fand ich es erfrischend und ermutigend, das hohe Engagement und die Freude aller beteiligten Mitarbeiter zu erleben. Ich möchte Sie, Herr Professor Isermann, und Ihre Kollegen bitten, unseren Dank an Ihre Mitarbeiter weiterzugeben. Ganz besonders natürlich sind wir gespannt auf Ihren Festvortrag zum Abschluß unserer diesjährigen Hauptversammlung. Vielleicht ein Anliegen meiner Seite, und da schließe ich mich durchaus in die Kritik, die ich vorbringen möchte, ein, in den vergangenen Jahren war ich auch nicht immer bei diesen Besichtigungen dabei. Ich muß sagen, es hat mir wirklich ganz toll gefallen und es ist eigentlich schade, daß bei der vielen Arbeit, die in der Vorbereitung deutlich zu erkennen ist, nur so wenige Leute kommen. Ich weiß, wir haben alle sehr viel zu tun, aber auf irgendeine Art müssen wir es in den nächsten Jahren schaffen, daß wir mehr Leute dafür begeistern können, sich das einmal anzuschauen, was hier bei uns an der Hochschule in den einzelnen Instituten läuft.

Nicht versäumen möchte ich es, bereits an dieser Stelle unsere diesjährigen Preisträger zu begrüßen, den betreuenden Professoren gilt hierbei ebenso unser Dank und unser Gruß wie den Angehörigen. Wie in jedem Jahr gab es für die am Auswahlverfahren beteiligten eine schwierige Aufgabe zu bewältigen. Es mußte unter den vielen Kandidaten eine gerechte Auswahl gefunden werden. Ich gehe fest davon aus, daß wir bei der Preisverleihung das Gefühl werden vermitteln können, dennoch die richtige Auswahl getroffen zu haben.

Mitteilen muß ich Ihnen an dieser Stelle auch, daß die Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst, Frau Dr. Hohmann-Dennhardt, bedauerlicherweise an unserer Veranstaltung nicht teilnehmen kann.

Abschließend begrüße ich die Vertreter der Presse, die hoffentlich auch dieses Jahr viel Positives über uns berichten können, um auf diesem Wege den Bekanntheitsgrad unserer Vereinigung zu erhöhen in der Hoffnung, ein Mehr an Unterstützung hierdurch in Zukunft zu erlangen.

Sehr verehrte Damen und Herren,

wir wollen nun gemeinsam unseren seit der letzten Hauptversammlung verstorbenen Mitglieder gedenken.

Es waren dies:

Dr. Erich Zimmermann, Darmstadt

Dipl.-Ing. Reinhard Bodem, Mainz

Dr.-Ing. Gerhard Hebbel, Darmstadt

Dr. Otto Klump, Bensheim

Dr.-Ing. Max Honnens, Darmstadt

Dr.-Ing. Bernhard Schmidt, Kressbronn

Dr.-Ing. Wilhelm Wehr, Rothenburg

Dipl.-Ing. Kuammer Tuksavul, Wiesbaden

Hermann Handrack, Darmstadt

Dipl.-Ing. Alfred Kaiser, Wiesbaden

Dr.-Ing. Wilhelm Cornelius, Darmstadt

Dipl.-Ing. Dieter W. Schuck, Bad Kreuznach

Gerhard Knöll, Groß-Umstadt

Wer werden den Verstorbenen ein ehrendes Andenken bewahren. Unsere Teilnahme gilt ihren Angehörigen. Sie, meine Damen und Herren, haben sich zu Ehren der Verstorbenen von Ihren Plätzen erhoben. Ich danke Ihnen.

Sehr geehrte Damen und Herren,

seit einigen Jahren haben wir uns vorgenommen, unsere Hauptversammlung jeweils unter ein bestimmtes Motto zu stellen. Dies hat für den Vorsitzenden der Vereinigung zwar den Nachteil, und dieses trifft mich sozusagen dieses Jahr zum ersten Mal, daß er dann hierzu auch Stellung beziehen muß. Auf der anderen Seite, und das ist das Positive, wird man gezwungen, sich intensiv mit dem Sachthema auseinanderzusetzen und das macht dann ja auch Spaß, denn man lernt letztlich immer dazu. Als Motto für unsere diesjährige Versammlung haben wir das Thema

'Wirtschaft und Universität'

gewählt.

Sehr verehrte Damen und Herren,

in dem Jahresbericht 1994 der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit OECD über die Wissenschafts- und Technologiepolitik ihrer Mitgliedstaaten heißt es in der Zusammenfassung:

„Die wissenschaftliche und technologische Entwicklung wird durch die folgenschweren Veränderungen beeinflusst, die in den letzten Jahren auf der internationalen Szene eingetreten

sind: Rezessionen in den Industriestaaten, verstärkter Wettbewerb zwischen Nordamerika, Westeuropa und Südostasien, Zerfall des Ostblocks, wachsende Besorgnis über das soziale Gefüge und die Umwelt, Anstieg der Arbeitslosigkeit.“

An dieser Diagnose hat sich in den letzten beiden Jahren ebenso wenig geändert wie an den Grundzügen staatlicher Entwicklungspolitik. Diese wurden in dem zitierten Bericht wie folgt beschrieben:

„Alles in allem messen die Regierungen der Wissenschaft und Technologie nach wie vor eine hohe Priorität bei und haben das Niveau der Forschungs- und Entwicklungs-Budgets anteilig zum Staatshaushalt aufrechterhalten, allerdings wird es mit fortdauernder Rezession für eine wachsende Zahl von Regierungen immer schwieriger, weiterhin in gleichem Umfang wie zuvor finanzielle Hilfen zu gewähren.“

Meine Damen und Herren,

besonders betroffen von dieser Entwicklung ist die Bundesrepublik Deutschland, die zum einen anders als Frankreich oder USA nicht die Möglichkeit hat, Umschichtungen der Forschungs- und Entwicklungs-Budgets wie beispielsweise durch Kürzungen im Verteidigungssektor vorzunehmen, da bei uns die historischen Ausgaben in diesem Bereich im Vergleich zu den zitierten Staaten gering waren. Zum anderen sieht sich die Bundesrepublik wie wohl kaum ein anderes Land auf dieser Erde gezwungen, zunehmend Mittel für Forschungszwecke in die Bereiche Umwelt und Gesundheit zu stecken, um der diesbezüglichen Besorgnis der Bevölkerung Rechnung zu tragen. Insgesamt findet somit bei knapper werdenden Mitteln eine zusätzliche Überprüfung und Anpassung der Prioritätsordnung statt. Ich nehme an, Herr Professor Wörner, daß Sie gerade zu dem Thema schwindender finanzieller Mittel in Ihrer Ansprache Stellung beziehen werden. Vielleicht interessieren in diesem Zusammenhang ein paar Globalzahlen.

Die Forschungs- und Entwicklungs-Ausgaben in der Bundesrepublik stiegen von 1980 - 1985 prozentual stärker an als das Brutto-Inlands-Produkt. In der zweiten Hälfte der 80er Jahre er-

folgte dann eine Stabilisierung mit jährlichen Wachstumsraten etwa in Höhe des Brutto-Inlands-Produktes. In den 90er Jahren ist nun eine rückläufige Tendenz zu beobachten, wenn auch auf hohem Niveau. Es werden immer noch jährlich ca. 80 Mrd. DM in der Bundesrepublik für Forschung und Entwicklung ausgegeben, davon stammen ca. 2/3 (etwa 55 Mrd. DM) aus dem Wirtschaftssektor; Hochschulen und Staat steuern ca. 25 Mrd. DM bei. Aber, und dies trägt zur Sorge Anlaß, bedingt durch die wirtschaftlichen Zwänge treten teilweise massive Verschiebungen auf. Während die Entwicklung der Ausgaben in den 80er Jahren im wesentlichen vom industriellen Sektor getragen wurden, hat sich die Tendenz in den 90er Jahren gewendet. Der Anteil der Wirtschaft an den Gesamtforschungsausgaben hat sich gegenüber den Hochschul- und Staatsausgaben deutlich reduziert, begleitet von einem Rückgang des in den Forschungsabteilungen der Unternehmen beschäftigten Personals um fast 40.000 Mitarbeiter. Leider gingen jedoch zunehmend auch die Auffangmöglichkeiten des Staates verloren, so daß insgesamt ein Absinken der Forschungsausgaben anteilig am Brutto-Inlands-Produkt in den 90er Jahren in Kauf genommen werden mußte.

Hoffen wir, daß eine Stabilisierung auf dem jetzigen Niveau (ca. 2,4 % vom Brutto-Inlands-Produkt) gehalten werden kann.

Sehr verehrte Damen und Herren,

was kann nun unsere Vereinigung, die Freunde der Technischen Hochschule, zum Thema Universität und Wirtschaft beitragen, und warum haben wir dieses Motto für heute überhaupt gewählt? Da ist zunächst einmal das Vereinsziel:

„Der Zweck unserer Vereinigung ist die Förderung der Wissenschaft in Forschung und Lehre, insbesondere an der Technischen Hochschule Darmstadt.“

So steht es in unserer Satzung.

Als weitere Begründung für unser Engagement sei an eine simple Gemeinsamkeit erinnert. Nicht nur die Hochschule, auch die Wirtschaft, insbesondere die produzierende Industrie, muß

Forschung und Aus- und Weiterbildung betreiben, so daß das Angebot eines Erfahrungsaustausches auf der Hand liegt.

Und letztlich sind da unsere Mitglieder, knapp 1.600 an der Zahl, die unsere Vereinigung tragen, so daß die Frage zu stellen ist, wer diese Mitglieder eigentlich sind.

Nun, es sind natürlich Sie hier, die an der heutigen Veranstaltung teilnehmen, und es sind, wie Sie, überwiegend ehemalige und jetzige Angehörige der Technischen Hochschule Darmstadt, es sind aber auch einzelne Unternehmen, die eine Mitgliedschaft bei uns erworben haben.

Initiiert werden und wurden die Mitgliedschaften dieser Unternehmen in der Regel übrigens ebenfalls von ehemaligen TH-Angehörigen, sprich Absolventen der Technischen Hochschule Darmstadt oder von Personen, die der TH Darmstadt auch aus anderen Gründen nahestehen und sich ihr verbunden fühlen. Das heißt, eigentlich werden die Geschicke unserer Vereinigung dominierend von handelnden Personen bestimmt, die Forschung und Lehre unmittelbar an unserer Hochschule hier erlebt haben, entweder dort geblieben sind oder sich heute in oft führenden Positionen der Wirtschaft wiederfinden. Daher, so meine ich, ist unsere Vereinigung eigentlich prädestiniert, als Mittler zwischen Wirtschaft und Universität der TH Darmstadt mitzuhelfen, die vielfältigen gemeinsamen Probleme und Synergien aufzugreifen und zu nutzen. Ein wesentliches gemeinsames Bindeglied zwischen Wirtschaft und Universität ist somit die Unterstützung der Wissenschaft: In Forschung und Lehre, in beiden Bereichen, wenn auch mehr anwendungsorientiert in der Wirtschaft.

Wichtig in diesem Zusammenhang ist dann die rasche Umsetzung der erzielten Ergebnisse in wirtschaftlich verwertbare Produkte. Gestatten Sie mir hierzu ein paar ganz persönliche Anmerkungen. Sie alle hier wissen, obwohl es leider immer noch Gruppierungen gibt, die es offensichtlich nicht lernen wollen, daß wir in der Bundesrepublik als rohstoffarmem Land auf eine gut funktionierende innovative Wirtschaft angewiesen sind. Sie wissen auch, daß sich Innovation nicht auf die vielzitierten Blaupausenexporte beschränken kann, sondern sich auf eine effiziente Produktion vor Ort am Standort Deutschland stützen muß. Ohne andauernde Erprobung in der realen Produktion gibt es keine global vermarktbare Technologie. Daher ha-

ben wir langfristig nur eine Chance, unseren Standard in der Bundesrepublik auf hohem Niveau zu halten, wenn wir weiterhin hohe Forschungsanstrengungen zur Stärkung der Innovation vollziehen, aber auch einen Rahmen schaffen, diese schnell in die Produktion umzusetzen. Hierzu brauchen wir die Wirtschaft und die Universitäten, aber auch die Politik.

Ich möchte an dieser Stelle ein paar kurze Anmerkungen zum Thema Technologieumsetzung machen.

In letzter Zeit haben Sie sicher öfters gehört oder gelesen, daß die behördlichen Genehmigungszeiten für industrielle Anlagen deutlich kürzer geworden sind. Das stimmt, aber sie sind immer noch zu lang im Vergleich zu Frankreich oder England, von anderen Ländern einmal ganz zu schweigen. Und, wir sind überreglementiert. Ein Beispiel: Für eine relativ einfache Nutzungserweiterung in einer deutschen Chemieanlage müssen Sie heute ca. 5 DIN-A4-Ordner an Unterlagen erstellen mit detaillierten Verfahrensbeschreibungen und Plänen. Für das gleiche Projekt in Frankreich - und dies habe ich Ihnen einmal mitgebracht - reicht dieses hier, ganze 6 Schreibmaschinenseiten auf einfach strukturierten Formblättern.

Gestatten Sie mir eine zweite Anmerkungen, die m. E. sehr deutlich zeigt, wie stark unsere Forschung in der Bundesrepublik nach wie vor sein kann und wie wenig wir dank einer tendenziellen Technologiefeindlichkeit dann manchmal daraus machen.

In der Wissenschaftsstatistik des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft ist nachzulesen, daß in der Bundesrepublik Deutschland 1992 in die gentechnologische Forschung 1,3 Mrd. DM aufgewendet wurden, davon jeweils 300 Mio DM, also insgesamt 600 Mio DM, an Hochschule und staatlichen Forschungsinstitutionen.

In der Frankfurter Allgemeinen Zeitung vom 24.09.1996 findet man eine komplette Beilage über die Biotechnologie unter dem durchaus richtigen Titel 'Die Chancen nutzen'. Auf der Seite B 6 ist dann zu lesen:

„Die Rahmenbedingungen für die moderne Biotechnologie in Deutschland sind spürbar besser geworden. Jetzt ist innovationsorientierter Unternehmertegeist gefragt.“

Meine Damen und Herren,

wenn ich dies lese, bin ich schon etwas verbittert, das sage ich ganz ehrlich. Die Technische Hochschule Darmstadt hat sehr früh begonnen, sich mit Gentechnologie zu befassen und einen ausgezeichneten Ruf auf diesem Sektor, wie viele andere deutsche Institute auch, erworben. Aber, was haben wir denn daraus gemacht?

1988/89, ich bitte Sie, sich die Zahlen kurz zu merken, waren in der Bundesrepublik 280 Patente auf dem gentechnologischen Sektor erteilt. Die entsprechenden Zahlen in USA und Japan waren damals 310 und in Japan 60. 1992 wurden dann in den USA bereits über 300 Anlagen zur Erzeugung gentechnischer Produkte betrieben, in Japan immerhin 130, in Deutschland weniger als 10.

In diesem Jahr sind in der Bundesrepublik Deutschland übrigens, ich kenne die neueste Statistik nicht, dies sind Zahlen von vor ein paar Wochen, bereits 14 Freilandversuchsfelder mit gentechnisch veränderten Pflanzen mutwillig zerstört worden.

Abschließend zu diesem Thema. In diesem Jahr werden allein in Deutschland auf dem pharmazeutischen Sektor 2 Mrd. DM Produkte abgesetzt, die über gentechnische Verfahren hergestellt wurden. Hergestellt in Frankreich, in England, in USA, praktisch nichts in Deutschland.

Meine Damen und Herren,

verstehen Sie meine Kommentare nicht als Schuldzuweisung, das liegt mir fern. Ich wollte Ihr Augenmerk nur darauf richten, daß wir es uns im Hochlohnland Deutschland eigentlich nicht leisten können und folgerichtig an den Verbesserungen aktiv mitarbeiten müssen, für uns passende Technologien zu entwickeln, um dann Barrieren aufzubauen, die verhindern, die vielen

Milliarden DM in Form der Vorleistungen für Forschung ausgegebener Gelder dann auch rasch zur Schaffung neuer Arbeitsplätze zu nutzen.

Vielleicht nun wirklich ein letztes Wort zu diesem unbefriedigenden Thema. Die ausländischen Direktinvestitionen im industriellen Sektor betragen in den USA von 1986 - 1995 476 Mrd. US\$. In Großbritannien im gleichen Zeitraum 190 Mrd. US\$, dann folgen in dieser Reihenfolge Frankreich, Spanien, Belgien, die Niederlande, Schweden, Italien und dann, weit abgeschlagen mit 27 Mrd. US\$, die Bundesrepublik.

Zurück zum Thema Wirtschaft und Universität. Ich glaube, daß es zwischen der Wirtschaft, den Universitäten und auch der begleitenden Politik viele Gemeinsamkeiten gibt. Eines trifft uns heute ganz sicher alle, nämlich die immer knapper werdenden finanziellen Ressourcen. Nicht nur Bund und Länder und somit die Universitäten, auch die Wirtschaft muß den Gürtel enger schnallen, muß ihre Entwicklungsbudgets einfrieren oder gar reduzieren. Dies zwingt uns allesamt, mehr noch als in der Vergangenheit zusammenzuarbeiten, neue Strukturen zu schaffen und Synergien zu erschließen. Der seit einigen Jahren massive Strukturwandel innerhalb der Wirtschaft wird in zunehmendem Maße auch die Hochschulen erfassen und sie zwingen, ihre Systeme zu ändern in Anpassung an sich wandelnde Aufgabenstellungen. Dies betrifft sowohl die Forschung, als auch die Lehre.

Die Forschung wird sich durch behutsameren Umgang mit den sich verknappenden Ressourcen klareren Prioritäten unterwerfen müssen. Die wissenschaftliche und technische Ausbildung muß ihre Lehrinhalte verändern, um ihrerseits den immer wissenschaftsintensiveren, breiter angelegten Arbeitsplatzanforderungen der Wirtschaft entgegenzukommen.

Was wollen, was können wir, von den Freunden der Technischen Hochschule zu diesem Prozeß beitragen? Ich glaube, einiges. Durch die Struktur unserer Mitglieder, der Mischung aus Hochschule und Wirtschaft, bietet es sich an, im konstruktiven Dialog die Erfahrungen der Wirtschaftsvertreter, Strukturwandel herbeizuführen, an die Technische Hochschule weiterzugeben, auch die Bereitschaft, über sich ändernde Anforderungen an Hochschulabsolventen zu

diskutieren auf der Suche nach einem tragfähigen Konsens. Ich glaube, wir als Freunde können auch helfen, unsere vielfältigen Kontakte zu nutzen, um auf der Basis einer leistungsfähigen Grundlagenforschung im gegenseitigen intensiven wissenschaftlichen Dialog zwischen Hochschule und Wirtschaft die Umsetzung des wissenschaftlichen Fortschritts in praxishere Problemlösungen zu beschleunigen.

Und schließlich kommt selbstverständlich hinzu, so hoffen wir, unsere doch oft unbürokratische Hilfe, die wir im Rahmen unserer Möglichkeiten anbieten.

Wenn wir insgesamt auch unsere Beiträge nicht überbewerten dürfen, letztlich stehen uns ja jährlich nur etwa ½ Mio DM zur Ausschüttung zur Verfügung, sollten wir dennoch in unseren Anstrengungen, die Wissenschaft an der Technischen Hochschule zu Darmstadt zu fördern, nicht müde werden. Ich bin überzeugt, es lohnt sich, unser Land braucht die Innovation, sonst sind wir eindeutig auf der Verliererstraße.

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich möchte nun zum Bericht über das abgelaufene Geschäftsjahr 1995/96 kommen und zunächst feststellen, daß wir form- und fristgerecht eingeladen haben und somit beschlußfähig sind.

Es ist weiterhin der Fall, daß unsere Mitgliederzahl langsam aber stetig zunimmt. Am 01. April 1994 waren es 1.533, ein Jahr später 1.540 und am 01. April 1996 1.570 Mitglieder. Wir hatten insgesamt in den letzten beiden Jahren einen Zuwachs von 37, in den vergangenen zwanzig Jahren einen Zuwachs um ca. 180 Mitglieder zu verzeichnen.

Im Laufe des Geschäftsjahres 1995/96 sind 97 Mitglieder hinzugekommen, 42 sind ausgetreten, 12 verstorben und 3 Mitglieder sind unbekannt verzogen. Wir mußten zu unserem Bedauern die Mitgliedschaft von 10 Damen und Herren gemäß § 5 unserer Satzung als erloschen ansehen, weil trotz mehrfacher Mahnung die Mitgliedsbeiträge über Jahre nicht bezahlt wur-

den. Dies wird leider auch im jetzt laufenden Geschäftsjahr der Fall sein. Wir bemühen uns täglich, neue Mitglieder zu werben und werden dabei besonders von den Prüfungssekretariaten der Fachbereiche unterstützt, aber wir tun uns nach wie vor sehr schwer, den Bestand der „Stamm- bzw. Dauermitglieder“ zu vergrößern.

Der Vorstand hat sich in den beiden vergangenen Sitzungen intensiv damit befaßt, wie wir eine bessere, der heutigen Zeit konkreter angepaßte, Mitgliederwerbung betreiben könnten. Unsere geplanten Maßnahmen zielen dabei insbesondere auf einen verstärkten Zugang an Absolventen unserer Darmstädter Hochschule. Um dies zu erreichen, wollen wir in Zukunft

- den Absolventen einen Folder übergeben, der PR-mäßig gut aufgemacht ist und darstellt, wer wir sind, was wir unseren Mitgliedern bieten und was wir für die Hochschule und deren Mitarbeiter und Institutionen leisten
- parallel dazu werden wir, wie es übrigens manche unserer Schwesternvereinigungen schon getan haben, im Internet eine die gleichen Aussagen machende „homepage“ plazieren.
- Darüberhinaus werden wir regelmäßig im Organ der Hochschule, in der „THD-INTERN“, über uns berichten und zum Erwerb der Mitgliedschaft auffordern. Ein erstes Interview ist in der November-Ausgabe dieses Blattes erschienen.

But last not least möchte ich natürlich auch Sie, d.h. alle unsere Mitglieder dazu auffordern, ständig im Kreise Ihrer Freunde, Bekannten und Kollegen neue Mitgliedschaften für uns zu werben.

An dieser Stelle muß ich Sie leider erneut darüber unterrichten, daß es mit der Zahlungsmoral unserer Mitglieder noch immer nicht zum besten steht. Wir mußten in diesem Herbst ca. 320 Mahnbriefe verschicken, was heißt, daß nahezu jedes fünfte Mitglied gemahnt werden mußte. Das damit beträchtlicher Aufwand und Kosten verbunden sind, versteht sich von selbst.

Ich möchte aber an dieser Stelle all jenen danken, die im zurückliegenden Jahr unsere Arbeit finanzielle unterstützt haben. Unser Dank gilt besonders den Wirtschaftsunternehmen, die auch in diesem Vereinsjahr den wesentlichsten Teil unseres Spendenaufkommens erbracht haben. Unser Dank gilt aber auch den vielen kleinen Spendern, die mit dazu beigetragen haben, daß in den drei letzten Vereinsjahren, wie auch im laufenden die jährlichen bzw. monatlichen Gesamterträge trotz der schwieriger gewordenen Wirtschaftslage nur unwesentlich gesunken sind.

Es fanden im Berichtsjahr 1995/96 wieder zwei Vorstandssitzungen statt, und zwar am 23. Mai und am 10. Oktober 1995. In diesen Sitzungen befaßten wir uns, wie immer, vor allem mit der Festlegung des Rahmens für die Jahresausschüttung, der Bewilligung ausgewählter Anträge für Geräte und Literatur, der Beschlußfassung über Rückstellungen, den Wahlen zu Vorstand und Vorstandsrat, der Intensivierung der Mitgliederwerbung, naturgemäß mit dem Programm der Jahrestagung, aber auch mit zahlreichen Tagesfragen, meist Wünschen nach rascher, unbürokratischer finanzieller Hilfe in der einen oder anderen Angelegenheit.

Wie in den vergangenen Geschäftsjahren strebten wir auch im Berichtszeitraum eine möglichst hohe Ausschüttung an. Die kritische Durchsicht der Anträge ergab eine Bewilligungssumme von über 448.000,00 DM. Wir wollen außerdem wiederum einen wesentlichen Beitrag zur Substanzerhaltung leisten, in dem wir eine weitere freie Rücklage vorschlagen.

Wie in den Vorjahren, kamen für Fälle, die den entsprechenden Kriterien genügen, auch wieder Mittel aus der PUNGA-Stiftung zur Ausschüttung, nämlich 95.000,00 DM. Der größte Teil davon wurde an Doktoranden gezahlt, die durch unverschuldete Einstellung staatlicher Förderung mittellos, d.h. bedürftig, wurden.

Insgesamt haben wir, seitdem wir die PUNGA-Stiftung verwalten, 619.000,00 DM an bedürftige bzw. kranke Studierende gegeben, wobei wir dennoch das Volumen der Stiftung beträchtlich erhöhen konnten.

Soweit zum Bericht des abgelaufenen Jahres.

Ich komme nunmehr zu TOP 3 der Tagesordnung „Erstattung der Jahresrechnung“ und Punkt 4 „Beschlüsse“

- a) über Bewilligungen/Nachbewilligungen
- b) Beschlüsse zur Bildung freier Rücklagen
- c) Beschlüsse zur Bildung von Rückstellungen

Zu diesem Tagesordnungspunkt wird Ihnen nun unser Schatzmeister, Herr Müller-Donges, berichten.

Dipl.-Ing. Rainer Müller-Donges, Schatzmeister und Schriftführer

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

wie das in der Vergangenheit auch schon so war, hat der Vorsitzende meinen Bericht schon zum Teil gegeben, zumindest, was die essentiellen Fragen angeht. Gestatten Sie mir, damit wir die Sache auch nicht zu sehr verlängern, daß ich meinen Bericht hier recht kurz und schnell vortrage.

Es ist ja der erste Bericht des Schatzmeisters und die Lage, das haben Sie eben vom Vorsitzenden gehört, ist im Augenblick nicht besonders gut, für mich keine schlechte Situation, denn es kann nur besser werden.

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

wie immer, spiegelt sich im Bericht über das abgelaufene Geschäftsjahr 1995/96 die wirtschaftliche Gesamtsituation der Bundesrepublik Deutschland, aber gegenüber früher verstärkt, die spezifische Entwicklung unserer Vereinigung wieder.

Die noch immer anhaltende Stagnation der Deutschen Wirtschaft und der dadurch bedingte Rückgang bei den empfängerbestimmten und freien Spenden sowie die bei Industrieunter-

nehmen häufiger werdenden Kündigungen der Mitgliedschaften bei unserer Vereinigung, führte auch im vergangenen Geschäftsjahr zu einem Rückgang unserer Erträge.

Dazu kommt, daß sich wegen des noch immer niedrigen Zinsniveaus auch unsere Kapitalerträge auf ein nach wie vor niedriges Niveau eingependelt haben.

Doch nun zur Situation des Geschäftsjahres 1995/96 im einzelnen:

Unsere im letzten Jahr nur leicht steigende Mitgliederzahl, der Vorsitzende hat es berichtet, konnte den durch Firmenaustritte eingetretenen Verlust von Firmenbeiträgen nicht kompensieren. Der Gesamtbetrag der Mitgliedsbeiträge nahm dadurch von 98.000,00 DM auf 95.000,00 DM ab.

Wir wollen versuchen, diesen Trend durch verstärkte Werbung um Mitglieder und um Spenden zu stoppen.

Auch der Eingang der frei verfügbaren Spenden, das deutete ich bereits an, hat sich verringert, nämlich von 155.000,00 DM auf 144.000,00 DM. Dies rührt einfach daher, daß wir Firmenmitglieder verlieren bzw. die Firmen im Rahmen ihrer Sparprogramme Spenden streichen bzw. verringern und das, möchte ich einfügen, trotz intensiven Nachfragens bei den Firmen, war das also nicht zu verhindern.

Dennoch möchte ich bereits an dieser Stelle, meine Damen und Herren, unseren treuen Mitgliedern und unseren treuen Mitgliedsfirmen für ihre Unterstützung danken, auf die wir in guten, wie in schlechten Zeiten, bauen können. Die dadurch bedingten festen Sockelbeträge unserer Einnahmen bieten die Basis für eine einigermaßen zuverlässige Planung unseres Haushaltes.

Der Eingang empfängerbestimmter Spenden betrug im vergangenen Geschäftsjahr 714.000,00 DM. Der Rekordwert des vorletzten Geschäftsjahres von 1.236.000,00 DM war eine Ausnah-

meerscheinung. Wir bewegen uns jetzt wieder in dem seit Jahren üblichen Bereich zwischen 500.000,00 und 900.000,00 DM.

Der Gesamtbetrag an Spenden hat sich dadurch mit 858.000,00 DM etwas unter dem Wert des Vorjahres 1993/94 eingeschrieben, liegt aber doch deutlich unter den Jahren 1991/92 und 1992/93, wo wir bei ca. 1,1 Mio DM Spendenaufkommen lagen.

Die Kapitalerträge (Zinsen, Wertpapiererträge, Kursgewinne) lagen 1995/96 mit 486.221,00 DM in etwa auf Vorjahresniveau, was zeigt, daß sich hier ein leichter Aufwärtstrend ankündigt. Durch eine breit angelegte Neustrukturierung unserer Kapitalanlagen versuchen wir derzeit, diese Trendumkehr noch zu verstärken.

Insgesamt liegen wir bei den verfügbaren Einnahmen wegen der erwähnten Einbußen mit 724.873,00 DM um ca. 44.000,00 DM niedriger als im Vorjahr, also, es ist noch nicht dramatisch.

Bewilligungen + Studienbeihilfen (Prüfung)
Bei der Gewährung von Mitteln lagen wir trotz der Verschlechterung der Situation mit 536.526,00 DM ca. 10.000,00 DM über Vorjahresniveau. Im derzeit laufenden Geschäftsjahr werden wir hier deutlich zurückgehen.

Wegen der erneuten Erhöhung der Ausschüttung und der wiederum etwas gestiegenen Verwaltungskosten waren in diesem Geschäftsjahr unsere Ausgaben um 28.000,00 DM höher als unsere Einnahmen. Dies wird sich im laufenden Geschäftsjahr allein schon dadurch ändern, daß unsere Studienbeihilfen fast auf Null abgesunken sind und weniger bewilligt werden wird.

Nach Darstellung der Einnahmen- und Ausgaben-Situation möchte ich nun auf den Vermögensbericht eingehen. Hier haben wir eine etwas günstigere Situation. Das Bruttovermögen der Vereinigung blieb mit 7.108.000,00 DM nahezu auf dem Niveau des Vorjahres.

Abzüglich der von uns verwalteten empfängerbestimmten Mittel, abzüglich der zweckgebundenen Rücklagen sowie noch nicht in Anspruch genommener Bewilligungen errechnet sich

hieraus unser verfügbares Vermögen im Geschäftsjahr 1995/96 zu 5.498.000,00 DM, so daß wir hier um ca. 105.000,00 DM höher liegen als im Vorjahr. Hier haben wir damit einen neuen Höchststand erreicht.

Wir schlagen deshalb vor, und auch das hat der Vorsitzende hier schon angekündigt, die freie Rücklage um 110.000,00 DM, d.h. von 785.000,00 DM auf 895.000,00 DM zu erhöhen und werden Sie hierzu hernach um Ihre Genehmigung bitten. Wie in den vergangenen Jahren, hierzu eine kurze Erläuterung. Die Erhöhung der freien Rücklage, die der Zustimmung der Hauptversammlung bedarf, dient dazu, unser Vermögen gegenüber inflationären Einflüssen zu schützen und damit seinen Wertbestand zu wahren. Nach dem Steuerbereinigungsgesetz von 1986 können bekanntlich 25 % des Überschusses einer Stiftung nach Abzug der jeweiligen Verwaltungskosten steuerneutral dem Vermögen zugeführt werden.

Wie üblich, komme ich nunmehr nach der Vermögensübersicht zur Entwicklung des von uns verwalteten PUNGA-Nachlasses und der von uns betreuten Rotary-Stiftung:

Ausschüttungen aus dem PUNGA-Nachlaß sind personenbezogen und setzen Bedürftigkeit voraus. Da wir im abgelaufenen Jahr mit einer Ausschüttung von 95.000,00 DM wesentlich über dem Vorjahr mit 68.000,00 DM lagen, hielt sich das PUNGA-Vermögen mit 840.000,00 DM auf Vorjahresstand.

Die Rotary-Stiftung, zu der ich jetzt komme, ist nicht Teil unseres Vermögens. Wir betreuen sie für die drei Rotary-Clubs Bergstraße, Darmstadt und Kranichstein. Aus ihrem Ertrag und garantierten Zustiftungen werden im 2-jährigen Turnus Förderpreise in Höhe von 15.000,00 DM ausgeschüttet.

Die Stiftung schloß das Geschäftsjahr 1995/96 mit einem Vermögensstand von 128.000,00 DM ab und lag damit fast auf Vorjahresstand (132.000,00 DM).

Meine Damen und Herren, der Ihnen vorgetragene Bericht wurde vom Finanz- und Rechnungswesen der Firma Röhm geprüft und mit einem uneingeschränkten Bestätigungsvermerk versehen.

Ich möchte es nicht versäumen, der Mitarbeiterin der Vereinigung, Frau Fischer, sowie deren Geschäftsführer, Herrn Dr. Schreyer, meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Den Mitgliedern und allen Spendern gilt mein besonderer Dank. Bitte halten Sie uns die Treue und helfen Sie uns auch in der Zukunft wie bisher.

Meine dringende Bitte, und auch die hat unser Vorsitzender schon ausgesprochen, an Sie, bitten Sie alle im Kreise Ihrer Bekannten, Freunde und Geschäftspartner um Spenden und um Erwerb von Mitgliedschaften. Wir brauchen dies mehr denn je zuvor.

Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit.

Ich komme nunmehr zu Punkt 4 der Tagesordnung. Hier ist unter Punkt 4. b) eine Abstimmung notwendig. Wie Sie gehört haben, ist zu Punkt a) eine Abstimmung hier nicht notwendig, weil wir ja die Beträge in kleinerem Rahmen gehalten haben, also möchte ich jetzt hier bitten, über die Frage der freien Rücklage abzustimmen. Den Vorschlag, den wir machen, ist wie in den letzten Jahren, eine Aufstockung der freien Rücklage vorzunehmen, ich sagte ja bereits bei meinem Bericht über die Jahresrechnung, daß wir wieder um 110.000,00 DM das Vermögen aufstocken wollen, d.h. von 785.000,00 DM auf 895.000,00 DM.

Wie ich Ihnen schon vorher erläutert habe, ist dies eigentlich eine Maßnahme, die zu einem leichten Zuwachs unseres Vermögens führt, so daß wir im Prinzip gegenüber inflationären Effekten unseren Wert behalten. Das haben wir seit einigen Jahren so gehandhabt, und ich möchte Sie daher bitten, auch dieses Mal unserem Vorschlag zuzustimmen.

Meine Damen und Herren,

darf ich Sie jetzt an dieser Stelle fragen,

Wer ist gegen diesen Vorschlag? Der möge sich melden. Das ist nicht der Fall. Gibt es Enthaltungen? Auch nicht der Fall. Ich kann feststellen, daß Sie unserem Vorschlag, die freien Rücklagen um 110.000,00 DM zu erhöhen, zustimmen. Ich möchte mich dafür bedanken.

**SIE SIND MITGLIED DER ERNST-LUDWIGS-HOCHSCHULGESELLSCHAFT
SIND ES IHRE FREUNDE AUCH?
BITTEN WERBEN SIE NEUE MITGLIEDER ODER SPENDEN.**

Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel, Vorsitzender

Vielen Dank, Herr Müller-Donges, um einmal bildlich zu sprechen, die Luft wird dünner, aber sie ist noch nicht so dünn, als daß wir nicht noch lange atmen könnten. Wir hoffen, daß wir im nächsten Jahr ein besseres Bild bezüglich der Entwicklung unserer Spenden geben können.

Ich möchte nun den nächsten Tagesordnungspunkt aufrufen „Bericht der Rechnungsprüfer“ und „Abstimmung über den Antrag auf Entlastung des geschäftsführenden Vorstandes“ und möchte Herrn Bankdirektor Heimann bitten, diesen Tagesordnungspunkt zu übernehmen.

Bankdirektor Dipl.-Betriebswirt Paul Heimann

Guten Abend, meine sehr geehrten Damen und Herren,

da ich das erste Mal an dieser Runde teilnehme, würde ich mich gerne noch einmal kurz vorstellen. Mein Name ist Paul Heimann, ich leite seit 2 Jahren die Bereichsfiliale der Dresdner Bank AG hier in Darmstadt, zuständig für Südhessen.

„Die Rechnungsprüfung hat stattgefunden am 08.10.1996 in den Räumen der Vereinigung, zusammen durchgeführt mit Herrn von Ritter, den ich heute aufgrund einer dienstlichen Verpflichtung entschuldigen möchte.

Die in der Hauptversammlung am 06.11.1995 bestellten Rechnungsprüfer, Paul Heimann und Fritz-Georg von Ritter, haben die Buchhaltung in Ordnung vorgefunden. Gestützt auf den ausführlichen Bericht der Röhm GmbH, Darmstadt, vom 31.03.1996 wurde die Verwendung der eigenen und empfangenerbestimmten Mittel sowie des Rotary-Förderpreises stichprobenweise geprüft.

Darüber hinaus sind die ordnungsmäßigen Verbuchungen von eingegangenen freien Spenden in ausgewählten Fällen geprüft worden.

Auch im Geschäftsjahr 1995/96 ergaben sich keinerlei Beanstandungen.

Im Namen der Vereinigung möchten wir Herrn Dipl.-Ing. Rainer Müller-Donges, Herrn Dr. Günther Schreyer und Frau Fischer für die im abgelaufenen Jahr geleistete vorzügliche Arbeit unseren Dank aussprechen.

Darmstadt, den 08.10.1996

gez. von Ritter gez. Heimann“

Wenn Sie gestatten, Herr Vorsitzender, möchte ich den Antrag stellen, den geschäftsführenden Vorstand zu entlasten.

Danke.

Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel, Vorsitzender

Meine Damen und Herren,

wie wir feststellen dürfen, haben die Herren Rechnungsprüfer alles so weit in Ordnung befunden, daß der Antrag der Rechnungsprüfer auf Entlastung des geschäftsführenden Vorstandes gestellt werden kann. Zuvor möchte ich mich bei Ihnen, Herr Heimann, ganz besonders bedanken, daß Sie die Prüfung übernommen haben. Wir bedanken uns auch bei Herrn von Ritter, dem wir von dieser Stelle zur Wahrnehmung seiner neuen Aufgaben viel Erfolg wünschen.

Mein Dank gilt dem Schatzmeister, Herrn Müller-Donges, Herrn Schreyer und Frau Fischer von unserer Geschäftsführung.

Meine Damen und Herren,

ich frage nun, nachdem Sie den Antrag gehört haben, ob es zu den Berichten noch irgendwelche Fragen gibt, die wir dann gerne beantworten.

Wie ich sehe, scheint dies nicht der Fall zu sein, dann möchte ich Sie bitten, über den Antrag auf Entlastung, den Herr Heimann gestellt hat, abzustimmen.

Darf ich fragen, ob Stimmen dagegen sind?

Stimmenthaltungen? Ich natürlich.

Ich darf feststellen, daß somit der Antrag einstimmig angenommen ist, und darf mich sehr sehr herzlich bei Ihnen bedanken für das ausgesprochene Vertrauen, auch im Namen meiner Kollegen.

Somit kommen wir zu Punkt 6 der Tagesordnung „Wahlen zu Vorstand und Vorstandsrat, Wahlen der Rechnungsprüfer“

Ich möchte vorschlagen, das Letztere vorzuziehen. Zur Wahl stehen die Rechnungsprüfer für das neue Geschäftsjahr. Ich darf Ihnen mitteilen, daß der bisherige Prüfer, Herr Heimann, auch für das neue Geschäftsjahr zur Verfügung steht, sofern Sie damit einverstanden sind. Für Herrn Freiherr von Ritter ist, sofern Sie zustimmen, dankenswerterweise Herr Bankdirektor Cristof Reiser, ebenfalls Deutsche Bank AG, bereit, das Amt zu übernehmen.

Darf ich fragen, ob jemand dagegen ist? Stimmenthaltungen? Auch hier einstimmig! Herzlichen Dank und herzlichen Glückwunsch für unsere Rechnungsprüfer.

Beim Vorstand steht an zur Neuwahl:

Klaus von Hoerde

Vorstandsvorsitzender der Carl Schenck AG,

Landwehrstraße 55, 64293 Darmstadt

Beim Vorstand stehen an zur Wiederwahl:

Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel, Vorsitzender

Geschäftsführer der Röhm GmbH, Chemische Fabrik,

Kirschenallee, 64293 Darmstadt

Professor Dr.-Ing. Dietmar Gross

Fachbereich 6, Mechanik, Fachgebiet Elastomechanik, TH

Hochschulstraße 1, 64289 Darmstadt

Professor Dr.rer.pol. Hans-Dieter Heike

Fachbereich 1, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften,

Fachgebiet Statistik und Ökonometrie, TH

Marktplatz 15, 64283 Darmstadt

Für den Vorstandsrat stehen zur Neuwahl:

Dr. Thomas Clausen

Leiter Forschung und Entwicklung Körperpflege der

WELLA Aktiengesellschaft, Berliner Allee 65, 64295 Darmstadt

Dr.-Ing. Klaus Dreher

Stellvertretender Geschäftsführer der Maschinenfabrik GOEBEL GmbH,

Goebelstraße 21, 64293 Darmstadt

Dipl.-Ing. Wolfgang Pfizenmaier

Mitglied des Vorstandes der Heidelberger Druckmaschinen AG,

Kurfürsten-Anlage 52 - 60, 69115 Heidelberg

Cristof Reiser

Bankdirektor Deutsche Bank AG, Luisenplatz 7, 64283 Darmstadt

Dr.-Ing. Michael Romberg

Geschäftsführer der Messer Griesheim Schweißtechnik GmbH + Co.,

Otto-Hahn-Straße 2 - 4, 64823 Groß-Umstadt

Für den Vorstandsrat stehen zur Wiederwahl:

Professor Dr.-Ing. Christoph Hars, Vorsitzender

Fachbereich 16, Maschinenbau, Fachgebiet Druckmaschinen und Druckverfahren, TH

Magdalenenstraße 2, 64289 Darmstadt

Direktor Dipl.-Ing. Horst H. Blechschmidt, stellv. Vorsitzender und Schriftführer

Vorstandsmitglied der Hessischen Elektrizitäts-AG,

Jägertorstraße 207, 64291 Darmstadt

Dr. Bernhard Dott

Bankdirektor Deutsche Bank AG, Roßmarkt 18, 60311 Frankfurt

Professor Dr.rer.nat. Dr.-Ing.E.h. Heinz Harnisch

Mitglied des Aufsichtsrates der Hoechst AG,

Oberer Dorfgraben 20, 55130 Mainz

Professor Dipl.-Ing. Guntram Huber

Direktor Bereich Entwicklung Pkw-Aufbauten/Entwicklung, Stilistik,

Daimler-Benz AG, Werk Sindelfingen, 71059 Sindelfingen

Dipl.-Ing. Heinz Kern

Vorsitzender des Vorstandes der Südhessischen Gas und Wasser AG,

Frankfurter Straße 100, 64293 Darmstadt

Dr.rer.pol. Dipl.-Ing. Dr. Hansjörg Kessler
Vorstandsmitglied der Stora Feldmühle AG,
Feldmühleplatz 1, 40545 Düsseldorf

Professor Dr. Paul Kienle
Physik-Department E 12, Technische Universität München,
James-Franck-Straße, 85747 Garching

Dr. Volker Merx
Hauptgeschäftsführer der Industrie- und Handelskammer Darmstadt,
Rheinstraße 89, 64295 Darmstadt

Dipl.-Kfm. Manfred G. Schneider-Rothhaar
Mitglied des Vorstandes der Schweizerischen Bankgesellschaft (Deutschland) AG i.R., Leiter
der Großherzoglichen Vermögensverwaltung Darmstadt,
Dieburger Straße 146, 64287 Darmstadt

Professor em. Dr.rer.nat. Dr.-Ing.E.h. Walter Schnell
Ostpreußenstraße 59, 64297 Darmstadt

Ehrensator Dipl.-Ing. Heinz Seifert
Mitglied des Aufsichtsrates der Philipp Holzmann AG,
Taunusanlage 1, 60329 Frankfurt

Professor Dr. Hans-Joachim Specht
Wissenschaftlicher Geschäftsführer und Vorsitzender des Wissenschaftlichen Direktoriums
der Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Planckstraße 1, 64291 Darmstadt

Ruth Wagner
Abgeordnete des Hessischen Landtages,
Martinstraße 64, 64285 Darmstadt

Dr.rer.nat. Norbert Weiden
Langgässerweg 44, 64285 Darmstadt

Dr. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Alexander Xingas
Wolfskehlstraße 126, 64287 Darmstadt

Nun habe ich Ihnen mitzuteilen, daß einige Mitglieder gebeten haben, von ihrer Wiederwahl abzusehen, und auch dem Vorstandsrat ausscheiden. Es sind dies:

Ehrensenator Dr.rer.pol. Hans Messer
Vorsitzender der Geschäftsführung der Messer Griesheim GmbH,
Präsident der Industrie- und Handelskammer Frankfurt
Frankfurt Airport Center C 9, 60547 Frankfurt

Fritz-Georg Freiherr von Ritter
Bankdirektor Deutsche Bank AG, Luisenplatz 7, 64283 Darmstadt

Ehrensenator Dr.jur. Wolfgang Zimmermann
Ehemaliges Mitglied des Vorstandes der Heidelberger Druckmaschinen AG,
Bächenbuckel 21, 69118 Heidelberg

Anstelle von Herrn Professor Dr.phil. Klaus Hafner, Fachbereich 7, wird Herr Professor Dr.rer.nat. Klaus-Heinrich Homann als Vertreter des Fachbereiches 7 benannt.

Wir möchten all den Ausscheidenden für ihre jahrelange Mitarbeit im Vorstandsrat danken.

Die Stimmzettel zur Wahl des Vorstandes und des Vorstandsrates liegen vor. Ich möchte darauf hinweisen, daß der Stimmzettel der jeweiligen Wahl nur dann gültig ist, wenn eine der drei Möglichkeiten angekreuzt ist.

Möglichkeit 1: mit Vorschlag vorbehaltlos einverstanden

Möglichkeit 2: mit Vorschlag mit Änderungen einverstanden

Möglichkeit 3: mit Vorschlag nicht einverstanden

Änderungen sind möglich durch Streichungen einzelner vorgeschlagener Personen und ebenso durch Hinzufügen neuer Namen. Da wir laut Satzung geheim zu wählen haben, darf ich Sie bitten, die Stimmzettel nicht zu unterschreiben. Sie müssen auch nicht wählen, Sie sind nicht dazu gezwungen. Ich sage es mit Absicht so ausführlich, ich sehe ein Lächeln allerorten. Wir haben aber schon hin und wieder einmal ungültige Stimmen trotz des doch nicht zu komplizierten Wahlmodus hier zu verzeichnen.

Wenn Sie damit einverstanden sind, daß wir nun die Wahlzettel einsammeln und mit der Auszählung uns etwas Zeit lassen, können wir dann, wie üblich, mit der Tagesordnung fortschreiten.

Frau Fischer, Herr Schreyer, wenn ich Sie bitten dürfte.

Ich rufe nunmehr den Tagesordnungspunkt 7 „Beschlußfassung über die Änderung der Satzung bezüglich § 13, d - Erhöhung der Zahl der Fachbereichsvertreter von 9 auf bis zu 12 - auf.

Das ist eine ganz aufregende Sache. Das sehen Sie schon daran, daß wir dies zum dritten Mal hier haben. Vor zwei Jahren haben wir Ihnen erzählt, daß wir das machen möchten, im letzten Jahr haben wir es gemacht, und was dann passiert ist, wird ganz besonders Herrn Dr. Wenzel, der heute leider nicht da ist, freuen, denn er hat mir gesagt, da habt ihr eine schnelle Nummer gedreht, so geht das nicht. Das muß in der Einladung schriftlich mitgeteilt werden, und in der Tat hat er, wie so oft, recht behalten, das Gericht hat abgelehnt, das zu akzeptieren, mit der Begründung, wir hätten auf der Einladung zur letztjährigen Hauptversammlung versäumt, das Ihnen schriftlich mitzuteilen, was wir vorhaben.

Wie gesagt, wir hatten darüber bereits bei der Jahreshauptversammlung 1995 mit positivem Ergebnis abgestimmt, deswegen bin ich eigentlich optimistisch, daß sich das wiederholt, ohne Sie beeinflussen zu wollen. Wir müssen die Wahl wiederholen, da das Amtsgericht diese Satzungsänderung nicht akzeptiert, weil die Beschlußfassung nicht expressis verbis in der Einladung zur Hauptversammlung 1995 aufgeführt war. Zur Sache selbst noch einmal möchte ich Ihnen in Erinnerung rufen, satzungsgemäß haben wir bisher 9 Vertreter der Fachbereiche im Vorstandsrat. Einer davon, der Vertreter für die Fachbereiche 1, 2 und 3, vertritt ca. 4.250 Studenten. Der Fachbereich 1 allein hat über 2.000 Studierende und liegt damit so hoch, wie andere, im Vorstandsrat vertretene Fachbereiche bzw. Fachbereichsgruppen und sollte daher eine eigene Vertretung haben. Damit wir aber in Zukunft etwas flexibler agieren können, schlagen wir vor, den § 13, d unserer Satzung so zu ändern, daß wir bis zu 12 bestellte Vertreter der Fachbereiche haben können. Dies, um eine ausgewogene Vertretung der Interessen zu ermöglichen.

Ich darf zunächst einmal fragen, ob jemand zu diesem Punkt das Wort ergreifen möchte? Ich nehme an, dies ist nicht der Fall, daher bitte ich Sie nun darum, daß wir jetzt beschließen, daß § 13, d unserer Satzung in Zukunft wie folgt lautet:

§ 13, d „bis zu 12 Vertretern der Fachbereiche der Hochschule, die für eine
Amtszeit von 3 Jahren bestellt werden“

d.h., das einzige, was wir ändern, statt der Zahl 9 heißt es dann „bis zu 12“. Ich möchte fragen, ob jemand gegen diesen Antrag stimmt? Stimmenthaltungen? Das ist auch nicht der Fall, somit ist diese Satzungsänderung einstimmig beschlossen. Vielen Dank.

**SIE SIND MITGLIED DER ERNST-LUDWIGS -HOCHSCHULGESELLSCHAFT
SIND ES IHRE FREUNDE AUCH?
BITTE WERBEN SIE NEUE MITGLIEDER ODER SPENDEN.**

Meine Damen und Herren,

wie sich etc Student auf ein solches Thema vor geht zu fotografieren die Polarität der Professorensicht betonen, hat sich Herr Breuer in hervorragender Weise wissen
ehe uns der Präsident von der neuesten Entwicklung an der Hochschule berichtet, möchte ich nun den Tagesordnungspunkt 8 „Verleihung von 3 Preisen für hervorragende wissenschaftliche Leistungen“ aufrufen.

Dieser Tagesordnungspunkt ist wie immer einer der Höhepunkte unserer Versammlung. Er hat uns immer eine besondere Freude bereitet, und ich glaube, Sie stimmen mit mir überein, denn wir haben die schöne Gelegenheit, besonders erfolgreiche Arbeiten junger Wissenschaftler gebührend auszuzeichnen.

In diesem Jahr haben die Fachbereiche 16 bis 19 - das sind Maschinenbau, Elektrische Energietechnik und Regelungs- und Datentechnik - Vorschläge zur Preisverleihung eingereicht. Fachbereich 18 und 19 haben sich zusammengeschlossen unter jetzt Fachbereich 18 - Elektrotechnik und Informationstechnik. Die Herren Dekane der beteiligten Fachbereiche, denen ich für ihre Mithilfe noch einmal sehr herzlich danke, haben aus diesen Vorschlägen eine Reihung vorgenommen. Der Vorstand hat danach die jetzt zu ehrenden Preisträger bestimmt und beschlossen, 3 Preise zu je DM 5.000,00 zu verleihen.

Die Preisträger sind

Dr.-Ing. Jörg Joachim Breuer	Fachbereich 16
Dr.-Ing. Michael Buscher	Fachbereich 17
Dr.-Ing. Joachim Bußhardt	Fachbereich 19

Die Würdigung der wissenschaftlichen Arbeit wird jeweils von dem Professor, der die Arbeit betreut hat, vorgenommen. Ich danke allen diesen Herren für ihre Mitwirkung im voraus und bitte nun, Herrn Professor Dr.-Ing. Walter Rohmert, der die Arbeit von Herrn Dr.-Ing. Breuer betreut hat, die Dissertation mit Auszeichnung vorzustellen. Die Dissertation hat den Titel: Ergonomische Beurteilung und Gestaltung der Sicherheit des Arbeitssystems Kraftfahrzeugführen“.

Professor Dr.-Ing. Bert Breuer

Sehr geehrte Damen und Herren,

Herr Rohmert hat mich gebeten, die von ihm formulierte Laudatio zu verlesen. Ich bin dieser Bitte natürlich gerne gefolgt, als Kollege, der ihn sehr schätzt, als Dekan des Fachbereiches und nicht zuletzt auch als Koreferent der Arbeit von Herrn Breuer.

Herr Vorsitzender,

Sehr geehrte Kollegen,

Sehr geehrte Damen und Herren,

eine große Freude und eine Auszeichnung ist es auch für den Älteren, einen wissenschaftlich begabten und erfolgreichen jungen Ingenieur zu fördern, so daß dieser dann in der wissenschaftlichen Öffentlichkeit Anerkennung und seitens der Industrie Respekt erfährt, wie dies für die mit Auszeichnung bewertete Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Jörg Breuer zum Thema „Ergonomische Beurteilung und Gestaltung der Sicherheit des Arbeitssystems Kraftfahrzeug-führen“ zutrifft.

Ich darf Ihnen nun die Person von Herrn Breuer und seiner Arbeit vorstellen.

In seiner Dissertation hat Herr Breuer experimentelle Untersuchungen durchgeführt, mit dem Ziel, technische Primärmaßnahmen zur Erhöhung der aktiven Sicherheit beim Kraftfahrzeug-führen zu entwickeln und zu erproben. Aktive Sicherheit zu erforschen heißt Unfallvermeidung. Dagegen ist das Ziel der heute noch dominierenden Forschung zur Erhöhung der passiven Sicherheit, die bei einem Unfall auftretenden Schäden zu verringern.

Aus der Entwicklung und Erprobung einer auf die Zukunft gerichteten Forschungsmethodik resultiert ein sogenanntes Assistenzsystem. Dieses baut auf einer gemeinschaftlichen Aktivität zwischen den Disziplinen Fahrzeugtechnik und Arbeitswissenschaften auf. Das Assistenzsystem unterstützt den Fahrer bei der Anpassung an die Kraftschlußbedingungen.

Ich habe mich nun gefragt, wie sich ein Student auf ein solches Thema vorbereiten kann. Auf die Polarität der Problematik bezogen, hat sich Herr Breuer in hervorragender Weise wissenschaftlich vorbereitet. Mit gediegenen Ingenieurkenntnissen ausgerüstet, hat er ein Studium von zwei Semestern an der ETH Zürich absolviert. Hauptsächlich konzentrierte er sich neben den Wirtschaftswissenschaften auf die beiden, auch international renommierten Lehrstühle und Institute für Arbeits- und Organisationspsychologie von Herrn Professor Ulrich und Arbeitsphysiologie von Herrn Professor Krüger. Wichtig für ihn waren hier auch besonders Diskussion und Gespräch mit jungen Schweizer Wissenschaftlern. In beiden Institutionen hat Herr Breuer einen in der Fachwelt uneingeschränkten anerkannten Methodenkanon gerade für den Typ ergonomischer Feldforschung in Theorie und Anwendung an praktischen Arbeitssystemen genau kennengelernt, den er auch in seiner Arbeit benötigt.

Konsequent hat Herr Breuer auch die hiesigen Möglichkeiten seiner Alma Mater genutzt: Zum Beispiel mit Prüfungen in Arbeitsmedizin und Personalwesen bei Honorarprofessoren aus der industriellen Praxis; ferner bei der Mitarbeit an der „Arbeitswissenschaftlichen Methodensammlung“, einem Textbuch für Studenten.

Von unmittelbarem Nutzen für seine Dissertation ist besonders auch seine ausgezeichnete Studienarbeit zu nennen, in der er sich intensiv mit Fähigkeitsdefiziten und sich daraus ergebenden Bewertungs- und Gestaltungsvorschlägen für mehrfachbehinderte Jugendliche auseinandersetzte. Da definitionsgemäß bei dieser Personengruppe von Jugendlichen in den Johannes-Anstalten in Mosbach herabgesetzte mentale Leistungsfähigkeit nie fehlt, zählt die experimentell-empirische Studie der Messung funktionaler menschlicher Leistungsfähigkeiten und eine Erhebung zur subjektiven Wahrnehmung der Arbeitssituation, insbesondere der Arbeitszufriedenheit, zu den schwierigsten Untersuchungen in Labor und Feld, die für die Arbeitswissenschaften existieren.

Treten in einem Mensch-Maschine-System (im Beispiel des Herrn Breuer beim Kraftfahrzeugführen) Leistungsgrenzen auf, so erfolgt eine Eigenschaftsverbesserung (bei der Maschine beispielsweise auf der Ebene des Werkstoffs oder der Maschinenelemente; beim Menschen dadurch, daß seine Eigenschaften entweder durch Selektion und/oder ebenfalls durch Tech-

nikeinsatz verstärkt, entlastet, ergänzt oder ersetzt werden). Im Unterschied zur Maschine sind beim Menschen nicht nur Eigenschaften veränderbar, sondern es geht beim Menschen auch um Fähigkeits-, Fertigungs- und Zufriedenheitslagen, die zu beachten sind. Herr Breuer weiß, daß der Mensch hier Lückenbüßer der Technik war, ist und bleibt, und daß er leicht von einem meist ungünstigen Adaptationszustand in einen nächsten, meist nicht besten, allenfalls anderen Zustand verfällt.

Diese Polarität der Mensch-Maschine-Systeme hat für Herrn Breuer auch ethischen Charakter. Nicht zuletzt hat ihn diese Gewißheit auch an der Bearbeitung seines Themas gereizt. Die Polariät paßt schlecht zu seinen längerfristigen Vorstellungen von einem arbeitsethischen System, das er zur Auflösung der Dialektik „Menschliches Verhalten versus Technisches Gestalten“ sucht.

Vielen Dank.

Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel, Vorsitzender

Vielen Dank. Darf ich Herrn Breuer zu uns bitten.

Verlesung der Urkunde, Preisverleihung, Glückwünsche

Dr.-Ing. Jörg Joachim Breuer

Vielen Dank. Ich möchte mich bei Ihnen allen bedanken sehr herzlich für dieses Zeichen der Anerkennung meiner Arbeit. Es ist für mich eine große Ehre, aber ich empfinde mich eigentlich mehr als Stellvertreter, wenn ich diesen Preis entgegen nehme, zunächst für die etwa 50 Studenten, die mitgearbeitet haben, die im Hintergrund stehen, die im Rahmen von Studiendiplomarbeiten beigetragen haben zur Bearbeitung des Themas, ohne die wäre diese Arbeit gar nicht so entstanden. Zum anderen habe ich sehr großes Glück gehabt, ein großes menschliches und fachliches Vorbild als Betreuer der Arbeit zu haben, das ist Herr Rohmert, auch ohne ihn wäre diese Arbeit so nicht entstanden, und sie hätte mir auch nicht diesen Spaß gemacht.

Vielen Dank dafür. Und nicht zu guter Letzt danke ich ganz herzlich meiner Familie, meinen Eltern, meiner Frau und unserem Kind, die haben zum Teil sehr leiden müssen bei diesem Erstellungsprozeß. Vielen Dank.

Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel, Vorsitzender

Wir kommen dann zum nächsten Preis. Herr Professor Dr.-Ing. Egon Andresen wird in seiner Laudatio die wissenschaftliche Leistung von Herrn Dr.-Ing. Michael Buscher, auch eine Dissertation mit Auszeichnung, würdigen. Seine Dissertation hat den Titel: „Radschlupfregelung zur maximalen Kraftschlußausnutzung bei elektrischen Traktionsantrieben“.

Ich darf Sie bitten, Herr Professor Andresen.

Professor Dr.-Ing. Egon Andresen

Mein sehr geehrten Damen, meine Herren,

ich betrachte die Preisverleihung der Vereinigung der Freunde als eine ideelle Unterstützung für die Professoren, für die Mitarbeiter, für die Hochschule überhaupt. Ich selbst bin da eigentlich sehr gut unterstützt worden von Ihnen, denn es ist bereits der zweite Preis für einen Mitarbeiter, den ich betreut habe. Ich habe auch sonst gute ideelle Unterstützung erhalten. Ich hatte zum Beispiel die Ehre - ich habe das als besondere Auszeichnung betrachtet - hier vor einigen Jahren den Festvortrag ausrichten zu dürfen.

Und dann möchte ich an dieser Stelle auch ein Wort zu der materiellen Unterstützung sagen, und zwar angesichts meiner bevorstehenden Emeritierung. Ich habe hier in 27 Jahren Mitgliedschaft zur Hochschule und übrigens auch zur Vereinigung der Freunde insgesamt 15 Anträge bewilligt bekommen, mit einer Gesamtsumme - ich habe es heute nachgerechnet - von etwa 130.000,00 DM. Dafür einen ganz besonders herzlichen Dank an die Vereinigung.

Und nun komme ich zur Laudatio.

Herr Dr.-Ing. Michael Buscher, Jahrgang 1965, hat von 1985 bis 1990 Elektrotechnik an der TH Darmstadt studiert. Im Anschluß daran war er für 4 ½ Jahre als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Elektrische Energiewandlung der TH beschäftigt. Das Arbeitsverhältnis wurde im Rahmen einer Forschungs Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft für die Dauer von drei Jahren vom Bundesministerium für Forschung und Technologie unterstützt. Nach erfolgreicher Promotion wechselte Herr Buscher vor 1 ½ Jahren zur Firma ASEA Brown Boveri nach Mannheim.

Den Titel der Dissertation haben Sie schon gehört. Ich darf ihn noch einmal wiederholen „Radschlupfregelung zur maximalen Kraftschlußausnutzung bei elektrischen Traktionsantrieben“. Aufbauend auf dem Prinzip der Kraftschluß-Maximalwertsuche hat Herr Buscher ein Programmsystem entwickelt und auf einer Drehstrom-Lokomotive der Baureihe 120 der Deutschen Bundesbahn in die Antriebssteuerung implementiert. Im laufenden Wechsel von Versuchsfahrten und Rechnersimulation hat Herr Buscher das Verfahren erprobt und durch regelungstechnische Ergänzungen zur vollen Betriebssicherheit ertüchtigt. Dies für alle erdenkbaren Betriebsarten von der Schweranfahrt in der Rampe bis zur Hochgeschwindigkeitsfahrt mit 200 km/h in der Ebene. Die Deutsche Bahn hat einen Vergleichstest mit verschiedenen Neuentwicklungen von Lokomotiven und sogenannten Schleuderschutzverfahren durchgeführt. Das von Herrn Buscher erprobte Verfahren ergab die schonendste Betriebsweise für die gesamte Mechanik, also für den Verschleiß der Radreifen und die Torsionsschwingungen des Antriebsstranges.

Die von Herrn Buscher abgefaßte Dissertation enthält als wesentliche Schwerpunkte die Analyse der mechanischen Eigenschwingungen von Drehgestellen und Antriebssträngen, die Modellierung und Rechnersimulation des Gesamtsystems, den Entwurf von Komponenten des Radschlupfregelungssystems, Stabilitätsanalysen und Entwicklung digitaler Regelungen, Maßnahmen zur Verbesserung der Antriebsdynamik der Versuchlokomotive. Dieses letzte war sehr wichtig, weil eine Radschlupfregelung nur funktioniert, wenn die gewaltige Zugkraft einer Lokomotive in der denkbar kurzen Zeit von Millisekunden auf- oder abgebaut werden kann, was bis dahin bei keinem Lokomotivtyp gegeben war. Nach allem kann die Methode, die Herr Buscher anwenden mußte, als musterhaft für die Ingenieurforschung gelten. Es ist die

Methode der Wechselbäder zwischen rauher Praxis mit Pannen und Enttäuschungen auf der einen und feinsinniger Theorie auf der anderen Seite. Sie erfordert nicht nur einen scharfen analytischen Verstand, sondern auch gute Nerven, und sie erzieht zur Bescheidenheit. Für die schriftliche Ausarbeitung der Dissertation halte ich fest: Der umfangreiche Stoff ist in klar gegliederter, sprachlich und bildlich hervorragend geglückerter Form dargestellt.

Die Arbeit weist den Weg zu einer Rad-Schiene-Technik mit gesteigertem Leistungsvermögen bei gleichzeitiger Erhöhung von Sicherheit und Lebensdauer. Für weitere Projekte auf diesem Weg stellt die Deutsche Bahn AG der THD weiterhin einen Erprobungsträger in Form einer Drehstromlokomotive mit Meßwagen, Anhängelast und dem erforderlichen Personal zur Verfügung. Daß die Deutsche Bahn unserer Hochschule, als einziger Universität übrigens, dieses besondere Vertrauen entgegenbringt, ist nicht zuletzt der hervorragenden Arbeit des Herrn Buscher zu verdanken.

Vielen Dank.

Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel, Vorsitzender

Herr Buscher, darf ich Sie zu mir bitten.

Verlesung der Urkunde, Preisverleihung, Glückwünsche

Dr.-Ing. Michael Buscher

Ich möchte auch die Gelegenheit nutzen und mich zunächst bei der Vereinigung der Freunde von der Technischen Hochschule Darmstadt recht herzlich bedanken. Ich freue mich natürlich sehr über diese Auszeichnung, und ich denke, daß sie mich weiterhin bei dem Versuch motivieren wird, technisch fundiert zu arbeiten. Ich bin mir dessen bewußt, daß natürlich eine ganze Reihe von Leuten zu dieser Arbeit beigetragen haben, bei denen möchte ich mich auch sehr herzlich bedanken. Zunächst möchte ich Herrn Professor Andresen, meinen Referenten, nennen, den ich nicht nur fachlich, sondern auch menschlich sehr zu schätzen gelernt habe. Vie-

len Dank noch einmal für Ihre Unterstützung. Ich möchte mich auch bei den Mitarbeitern des Institutes recht herzlich bedanken, bei meinen Studien- und Diplomarbeitern, und nicht zuletzt natürlich bei meinen Eltern. Vielen Dank.

Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel, Vorsitzender

Wir kommen nun zur Verleihung des dritten und letzten Preises. Ich nehme an, es ist purer Zufall, daß auch der dritte Preisträger mit dem Buchstaben „B“ beginnt. Ich bitte Herrn Professor Dr.-Ing. Dr.h.c. Rolf Isermann die Würdigung für die Dissertation mit Auszeichnung von Herrn Dr.-Ing. Joachim Bußhardt vorzunehmen. Seine Dissertation hat den Titel „Selbsteinstellende Feder-Dämpfer-Systeme für Kraftfahrzeuge“.

Ich darf Sie bitten, Herr Professor Isermann

Professor Dr.-Ing. Dr.h.c. Rolf Isermann

Herr Vorsitzender, meine sehr verehrten Damen und Herren,

ich darf Ihnen Herrn Dr. Bußhardt zunächst einmal von seiner Ausbildung her vorstellen und dann ein paar Worte zu seiner Arbeit sagen.

Er wurde 1961 in Frankfurt geboren, machte dann das Abitur in Bad Homburg im Jahr 1980 und hatte dann zunächst vor seinem Studium eine zweijährige Ausbildung als Nachrichtengerätemechaniker. Und mit dieser Kenntnis der Mechanik begann er ein Studium der Elektrotechnik mit Schwerpunkt Regelungstechnik. Er hat dies in 5 Jahren absolviert, mit sehr gutem Erfolg, ging dann 1 Jahr als Entwicklungsingenieur zur Firma SIEMENS bzw. KWU und hat sich in Karlstein mit der Entwicklung von Bioreaktoren beschäftigt; wieder ein anderes Gebiet. Im Jahr 1988 bekam er dann die Möglichkeit, im neuen Sonderforschungsbereich, über den ja heute noch ein bißchen berichtet wird, mitzuarbeiten. Er war der erste Mitarbeiter, den ich für unser Teilprojekt dazu einstellen konnte. Er hat außer dem wissenschaftlichen, dem Sprecher sehr geholfen, diesen Sonderforschungsbereich organisatorisch, verwaltungsmäßig,

überhaupt in Gang zu bringen, das möchte ich hier ganz besonders betonen. Als das so einigermaßen lief, konnte er sich dann seiner wissenschaftlichen Aufgabe widmen. Wir haben uns damals als Ziel genommen, selbsteinstellende Feder-Dämpfer-Last-Systeme zu entwickeln, z.B. für die Radaufhängung von Fahrzeugen. Seine erste Aufgabe war, einen geeigneten Prüfstand zu entwickeln, mit dem man grundsätzlich Untersuchungen machen kann. Er nannte diesen Prüfstand „Pegasus“. Es handelt sich darum, daß man nun von unten her kommend mit einem hydraulischen System beliebige Anregungen von der Straßenseite in das Federmasse-Dämpfer-System hineinbringen kann. Im Prinzip ist das dann ein Viertel-Fahrzeug, natürlich vereinfacht. Es ging nun darum, das zunächst einmal über eine genaue mathematische Modellbildung durchzuführen, die natürlich nicht linear war, weil alle Formen von Reibungen mit berücksichtigt wurden. Mit Methoden der Parameter-Schätzung hat dann Herr Bußhardt modellgestützte Steuerungs- und Regelungskonzepte für Radaufhängungen entwickelt, und an diesem Prüfstand praktisch erprobt. Es gelang dann, ein sich selbsteinstellendes adaptives System zu entwickeln, wobei einfach nur wenige Größen, wie die Einfederungen, die Aufbaubeschleunigungen, gemessen wurden. Dann wurde an einem selbsteinstellenden Stoßdämpfer ein Magnetventil kontinuierlich verstellt, daß eine ganz gezielte Dämpfung entstand. Damit konnte man auch relativ schnell die Dämpfung ändern, in Abhängigkeit, z.B. vom Bremszustand oder komfortabler Geradeausfahrt oder auch nur zur Entwicklung von modernen Radaufhängungen. Wir fanden dann, daß man das selbe System auch verwenden kann, um Stoßdämpfer zu prüfen, also z.B. beim TÜV. Diese Stoßdämpfer werden heute nicht ausführlich geprüft, obwohl viele Fahrzeuge mit defekten Stoßdämpfern herumfahren. Wir haben dann dieses Verfahren zum Patent angemeldet.

Aber nun noch ein paar Anmerkungen zur Vorgehensweise von Herrn Bußhardt. Er hat während seiner Tätigkeit 35 Studien- und Diplom-Arbeiten betreut, von denen wenigsten etwa 20 an diesem Versuchsstand geübt und viel gelernt haben. 15 Studenten hat er gemeinsam betreut mit anderen Mitarbeitern und Professoren im Sonderforschungsbereich IMES. Dies zeigt bei Herrn Dr. Bußhardt auch wieder den Blick über die Grenzen hinaus. Er hat dann ferner die Gelegenheit bekommen, an der University of Berkeley in California, bei dem Professor Hedrick an einem Prüfstand, der zwei solche Radsysteme hatte, ein Vorder- und ein Hinterrad, und damit ein Halb-Fahrzeug, Versuche zu machen. Damit gelang es, gemeinsam eine Veröf-

fentlichung Berkeley - Darmstadt zu machen in einer angesehenen Zeitschrift in USA. Auch diese Kooperation hat gezeigt, daß Herr Bußhardt nicht zufrieden war, nur hier in Darmstadt zu arbeiten, sondern seine Arbeiten auch noch weiters auszudehnen. Er hat dann auch im Rahmen seiner Studien- und Diplomarbeiten mehrere Firmenkooperationen mit betreut.

Ich glaube, man kann zusammenfassend sagen, daß Herr Bußhardt während seiner Tätigkeit am Institut außerordentlich selbständig und zielstrebig gearbeitet hat. Ganz besonders möchte ich hervorheben, sein zielorientiertes, und zwar sowohl theoretisch als auch experimentell voranschreitendes Arbeiten mit zahlreichen neuen Ideen. Die Doktor-Prüfung hat er dann, wie ja schon erwähnt, mit Auszeichnung bestanden.

Neben seinem starken beruflichen Einsatz hat er aber auch sehr intensiv Sport betrieben. So haben wir öfters bemerkt, daß er eine Alpenpaß-Fahrt mit seinem Rennrad machte. Aber nicht nur das, er hat die Woche über mal so geschwind einen Halb-Marathon-Lauf absolviert. Also alles Anzeichen einer außergewöhnlichen Energie, die Herrn Dr. Bußhardt auch von der sportlichen Seite auszeichnet.

Seit 1994 ist er nun in Paris tätig, bei Delphi, einer Tochter von General Motors. Er entwickelt dort z.B. fahrdynamische Regelungen. Dies ist sonst eine Tätigkeit, die sich hier anschließt.

Ich darf Herrn Dr. Bußhardt auch noch einmal sehr für die angenehme Zusammenarbeit danken, für das Umsetzen vieler Ideen, und ich glaube, er hat diese Auszeichnung wirklich verdient.

Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel, Vorsitzender

Ich darf Sie zu mir bitten, Herr Bußhardt.

Verlesung der Urkunde, Preisverleihung, Glückwünsche

Dr.-Ing. Joachim Bußhardt

Sehr geehrte Damen und Herren,

als ich vor knapp 10 Jahren mein Studium abgeschlossen habe, kam, wie bei den meisten Studenten ein Brief von den Freunden der THD mit einem Anmeldeformular. Ich wußte damals zugegebenermaßen eigentlich gar nicht genau, was es eigentlich ist, habe aber die Ideen und Ziele bald sehr förderungswürdig empfunden und bin auch eingetreten, habe noch mehr oder weniger regelmäßig meine Beiträge bezahlt. Ich denke, ich war auch ab und zu einmal der Mahnbriefempfänger. Ich hätte damals nicht gedacht, daß ich einige Jahre später dann, ja meine Arbeit am Institut, selbst am eigenen Leib diese Unterstützung erfahren konnte in Form von der Unterstützung der Forschung. Vielen Dank an dieser Stelle persönlich dafür. Noch weniger hätte ich gedacht, daß ich einmal Preisträger dieser Vereinigung sein würde und dafür möchte ich mich heute ganz ganz herzlich bedanken. Ich denke, das ist wirklich der Höhepunkt meiner bisherigen wissenschaftlichen Arbeit, eine Bestätigung und Ansporn für die Zukunft ganz sicher. Ihnen, Herr Isermann, und dem Institut herzlichen Dank dafür und der Vereinigung ein herzliches Dankeschön.

Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel, Vorsitzender

Ich kann Ihnen nun die Ergebnisse der Wahl mitteilen. Bei den Wahlen zum Vorstand wurden 60 abgegebene Stimmen gezählt, alle gültig, das haben wir nicht immer. 58 mit Vorschlag vorbehaltlos einverstanden, 1 Stimme mit Vorschlag mit Änderung einverstanden, 1 Stimme mit Vorschlag nicht einverstanden.

Ergebnis der Wahlen zum Vorstandsrat. 63 abgegebene Stimmen, 61 Stimmen mit Vorschlag vorbehaltlos einverstanden, 2 Stimmen mit Vorschlag mit Änderungen einverstanden. Ich würde sagen, für alle Beteiligten ein überwältigendes Wahlergebnis. Wir haben uns selbstverständlich auch vergewissert, daß alle die Wahl annehmen. Damit darf ich mich auch noch einmal recht herzlich für das Vertrauen an unsere Vereinigung bedanken.

**SIE SIND MITGLIED DER ERNST-LUDWIGS-HOCHSCHULGESELLSCHAFT
SIND ES IHRE FREUNDE AUCH?
BITTE WERBEN SIE NEUE MITGLIEDER ODER SPENDEN.**

Wir kommen nun vor der Pause zum letzten Tagesordnungspunkt, dem TOP 9, „Bericht des Präsidenten der Technischen Hochschule“ und sind sehr gespannt, Herr Präsident, was Sie uns erzählen werden. Ich mache mir Ihre Einführung sehr einfach. Ich zitiere Sie einfach mit Ihren eigenen Worten. Vor einem Jahr haben Sie uns erzählt: „Ich bin jetzt ca. 100 Tage im Amt, und ich stelle fest, daß es sich lohnt.“ Inzwischen sind ein paar hundert Tage dazugekommen. Wir sind natürlich gespannt, ob auch ein paar Abendstunden dazugekommen sind, denn ich zitiere Sie wieder, und ich erlaube mir, Ihre damaligen Worte völlig aus dem Zusammenhang zu reißen. Sie haben damals gesagt: „Ich denke, daß wir endlich einmal aus der Überlast ein bißchen mehr in Richtung Normallast fahren“, auch das würde uns interessieren und letztlich sind wir natürlich gespannt, ob Sie uns dieses Mal die schlechten oder die guten Nachrichten zuerst erzählen.

Bitte schön.

Professor Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner

Herr Vorsitzender,

Meine sehr verehrten Damen und Herren Mitglieder der Vereinigung der Freunde, liebe Preisträger, herzlich willkommen, auch von meiner Seite hier, im Georg-Cristoph Lichtenberg-Haus. Ich bin weiterhin gerne, vielleicht sogar lieber noch, als vor einem Jahr, Präsident dieser Hochschule; ich habe in dieser Zeit die erheblichen Werte dieser Universität besser kennengelernt und empfinde es als große Ehre für eine begrenzte Zeit Präsident dieser Hochschule sein zu dürfen. Ich bin deshalb sehr froh, Ihnen heute etwas über den Stand der Technischen Hochschule berichten zu können. Ich möchte vorab denjenigen unter Ihnen, die auch gleichzeitig Konventsmitglieder sind, meine Entschuldigung ausdrücken, da einige von den Dingen, die ich Ihnen sage werde, vor zwei Tagen im Rahmen des Rechenschaftsbericht bereits genannt wurden.

Sie haben, Herr Nothnagel, nach den aktuellen Studierendenzahlen gefragt. Diese Frage will ich gern sofort beantworten: Die Anzahl der Studienanfänger nimmt wieder zu. Wir haben ca. 13 % mehr Studienanfänger in diesem Wintersemester gegenüber vor einem Jahr, d.h. allerdings nicht, daß die Anzahl der Studierenden insgesamt steigt. In Summe haben wir weiterhin fallende Zahlen. Im Moment sind etwa 16.000 Studierende an der THD eingeschrieben. Die Verteilung auf die einzelnen Fachbereiche ist recht unterschiedlich: Die Elektrotechnik hat wieder zunehmende Studierendenzahlen, bei Maschinenbau, Architektur und Vermessungswesen sind die Zahlen in etwa konstant. Beim Bauingenieurwesen haben wir weiterhin abnehmende Zahlen. Allerdings haben wir einen neuen Studiengang eingeführt, von dem ich vor einem Jahr kurz berichtet habe - Wirtschaftsingenieur - technische Richtung Bauingenieurwesen. Dieser Studiengang kann seit diesem Wintersemester tatsächlich belegt werden. Wenn wir die Zahlen dieses Studienganges, das sind 50 Anfänger, bei den Bauingenieuren addieren, dann haben wir die Zahl bei den Bauingenieuren gerade gehalten. In Summe ist es sicherlich so, daß wir in dem Bereich der Ingenieure nicht die Anfängerzahlen haben, die unser Land in wenigen Jahren an Ingenieuren braucht. Dasselbe gilt auch für die Naturwissenschaften. Auch hier haben wir hier eine leichte Trendwende, insbesondere in der Physik zeigen sich wieder steigende Studentenzahlen. Bei Chemie und Biologie liegen die Anfängerzahlen weiterhin auf einem sehr niedrigen Niveau. Auch hier bin ich der Auffassung, daß es kein Grund zur Freude gibt, obwohl wir innerhalb der Universität natürlich über die Betreuungsrelation zunächst erst einmal froh sein könnten. Aber es ist sicher auf Dauer nicht richtig, daß wir so wenige Naturwissenschaftler ausbilden.

Nun, ausgehend von der Lehre führt der Weg direkt zur Forschung, denn als Universität ist die Einheit von Forschung und Lehre alltägliche Basis. Die Forschung in der ganzen Breite hier zu erläutern, würde sicherlich den Rahmen weit sprengen. Ich möchte deshalb nur ein paar Punkte nennen. Statt auf die spannenden Forschungsinhalte einzugehen, will ich etwas zur Leistungsfähigkeit anhand von Indikatoren sagen. Als Maßstab zur Leistungsfähigkeit der Forschung einer Universität wird häufig die Anzahl der Sonderforschungsbereiche genommen. Obwohl wir gerade als Technische Universität sehr viel Forschung haben, die aus verschiedenen Quellen finanziert wird, zum Beispiel direkt aus der Wirtschaft oder aus anderen Einrichtungen, stehen wir mit 7 Sonderforschungsbereichen der DFG sehr gut da. Ein weiterer

Sonderforschungsbereich ist in der Antragsphase und wird in 14 Tagen begutachtet. Weitere Sonderforschungsbereiche sind in Bearbeitung. Auch die Anzahl der Graduiertenkollegs ist mit 4 sicherlich bereits relativ gut für uns. Besonders benennen möchte die sogenannten Forschergruppen.

Bei Forschergruppen, ebenfalls ein Förderinstrument der DFG, finden sich Forscher zu einem gemeinsamen Thema zusammen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß aus Forschergruppen häufig Sonderforschungsbereiche werden, ein zusätzlicher Grund sie auch von seiten der Hochschule zu unterstützen. Hier zeigt sich für die THD eine deutlich nach oben steigende Tendenz.

Trotz aller positiven Nachrichten will ich nicht verhehlen, daß diese Anstrengungen innerhalb der Hochschule von der politischen Situation beeinträchtigt werden. Bei Ihnen allen wahrscheinlich nicht angekommen, weil es nicht öffentlich bekannt wurde, ist die Tatsache, daß das Land Hessen aus der vereinbarten Steigerung der DFG-Beiträge aussteigen wollte. Alle Bundesländer zahlen an die DFG einen bestimmten Betrag und es war vereinbart worden, über 5 Jahre lang jedes Jahr 5 % mehr zu bezahlen. Ein Ausstieg Hessens aus dieser Vereinbarung wäre sicherlich verhängnisvoll gewesen, weil andere Länder dann ebenfalls diesen Schritt gemacht hätten. Zum Glück konnte durch massive Interventionen, gerade hier aus Darmstadt, dieser perspektivisch sehr problematische Schritt verhindert werden.

Die Randbedingungen insgesamt aber, das gilt nicht nur für die Wirtschaft, wie wir es von Herrn Nothnagel gehört haben, sondern für die Länder und für den Bund gleichermaßen, sind natürlich alles andere als rosig. Wir haben als Universität damit heftig zu kämpfen. Die finanzielle Lage ist so schlecht, daß sie auch unmittelbar auf die politische Situation und die Art und Weise des Umgangs mit den Hochschulen zurückschlägt. Wenn ich vor einem Jahr hier noch von Autonomie durch Profil "geträumt" habe, dann habe ich damals ausgeführt, daß wir dafür Planungssicherheit benötigen. Ich bin mittlerweile einen Schritt zurückgegangen sage: " Wenn wir keine Planungssicherheit erhalten, dann brauchen wir zumindest Transparenz über die Entscheidungen der Mittelverteilung". Also Transparenz der Entscheidung auf politischer Ebene ist das mindeste, was die Hochschulen einfordern können.

Die Restriktionen, über die ich das letzte Mal schon gesprochen habe, treffen uns weiterhin. Wir haben einen großen Anteil an Stellenkürzungen hinzunehmen. Dabei unterscheiden wir zwischen Zeitsperren, die in diesem Jahr über 4 Millionen betragen, und Stellenstreichungen. Wir müssen insgesamt 73 Stellen innerhalb von 5 Jahren abgeben. Bisher war das Abzugskontingent auf 5 Jahre aufgeteilt. Man hat uns jetzt mitgeteilt, daß man ab 1997 den Stellenabzug beschleunigen möchte. D.h., 50 % mehr Stellen nächstes Jahr abgeben, und ich bin Realist genug, zu befürchten, daß dann weitere Kürzungen auf uns zukommen.

Wir haben innerhalb der Hochschule in diesem Jahr erstmalig ein leistungsbezogenes Mittelverteilungsmodell angewandt. Dies ist noch ein sehr vorsichtiger Versuch, aber es zeigt die Richtung an. Auch der Globalhaushalt, von dem Sie sicherlich schon häufig gehört haben, d.h. die größere Freiheit, eine flexiblere Haushaltsführung innerhalb der Hochschule, geht Schritt für Schritt nach voran. Wir haben die Übertragbarkeit über das Jahr und zwischen verschiedenen Titelgruppen bereits erreicht, aber es gibt noch weitere Schritte, und ich gehe davon aus, daß wir dort ebenfalls vorwärtskommen. Bei all diesen Restriktionen und dieser finanziell sehr belastenden Situation kommen natürlich auch immer neue Ideen auf, woher sich die Hochschule das Geld besorgen könnte. Und ich denke, es gibt eine ganze Reihe von Quellen, die wir nutzen sollten. Ich denke aber, es muß auch für eine Hochschule in diesem Bereich auch Grenzen geben, z.B. der "Verkauf" einzelner Lehrveranstaltungen. Also die Vorlesung wurde Ihnen präsentiert von "XY" und eben Professor "Z". Ebenfalls sollten wir nicht akzeptieren, daß eine Vorlesung für einen kurzen Werbeblock unterbrochen wird.

Wir haben den großen Vorteil, das Vermächtnis eines ungeheuren Anfalls von Investitionen zu

Nun, wieder zurück von diesen finanziellen Situationen hin zu einem ganz anderen Punkt. Und zwar zu einem Punkt, der ebenfalls die Gemüter erregt hat. Der Name unserer Einrichtung. Die TH Darmstadt, die Technische Hochschule Darmstadt, hat einen sehr renommierten Namen. Dieser Name ist sehr anerkannt, er ist über Deutschland hinaus weltweit ein Begriff für Forschung und für gute Arbeit. Trotzdem gab es immer wieder Diskussionen, ob man diesen Namen nicht ändern sollte. Es gab verschiedene Begründungen dafür. Eine war die Übersetzungsproblematik (Technical-High-School???). Ein anderer Punkt ist, wir sind Universität des Landes Hessens, warum uns also nicht auch Technische Universität nennen. Ich habe das Ergebnis des Diskussionsprozesses kurz und knapp dargestellt. Wir heißen noch Technische

Hochschule Darmstadt. Nunmehr liegen einen Beschluß des Senats und seit vorgestern auch einen Beschluß des Konvents vor, unsere Hochschule in "Technische Universität Darmstadt" umzubenennen und gleichzeitig die englische Übersetzung ebenfalls festzulegen in "Darmstadt University of Technologie".

Wir arbeiten im Moment sehr massiv an einem Hochschulentwicklungsplan. Diese Arbeit ist natürlich auch durch die Stellenabzüge stark beschleunigt oder mußte beschleunigt werden. Gleichzeitig bemühen wir uns um eine stärkere Internationalisierung unserer Studiengänge, dort geht es z. B. um ein Punktesystem, was eine europäische und internationale Vergleichbarkeit von einzelnen Vorlesungs- und Übungsangeboten ermöglicht. Eine weitere Initiative betrifft Existenzgründungen.

Der o.g. Hochschulentwicklungsplan soll im Dialog von Externen und Internen entstehen. Wir haben dafür Diskussionsforen eingerichtet, von denen mittlerweile 3 stattgefunden haben: Anforderungen an die Lehre von Innen und Außen, Anforderungen an die Forschung und, welche Transferleistungen sollte eine Technische Universität bringen? Weitere Diskussionsforen zur Struktur und Verwaltung sind geplant. Wie schon bei den vergangenen Diskussionforen werden wir auch wieder versuchen Beteiligung von Außen zu bekommen. Die Freunde haben sich in der Vergangenheit hier außerordentlich effektiv einbracht, an dieser Stelle möchte ich ganz herzlich Herrn Nothnagel und Herrn Müller-Donges für ihr Engagement danken.

Bei der Struktur- und Planungsdiskussion wird häufig der Ruf nach Einsatz transparenter, kriterienbasierter Verfahren laut. Die Kriteriendiskussion ist bei einer heterogenen Struktur einer technischen Universität äußerst schwierig. Wenn Sie zwei Geschäftsbereiche eines Unternehmens nebeneinander haben, dann kann man Input/Output vergleichen und etwas zur Effektivität sagen. Wie aber Input und Output bei einer Universität, bei unterschiedlichen Fachbereichen von Geisteswissenschaften, über Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, mit einer möglichst einheitliche Meßlatte definieren? Diese Diskussion hat uns sehr beschäftigt. Vier Indikatoren haben sich bisher als handhabbar herauskristallisiert. Der eine ist sicherlich die Auslastung mit Studierenden. Dies ist ein Faktor, an dem wir auch aus politi-

schen Gründen nicht vorbeikommen. Der Zweite ist: Wieviel Absolventen "produziert" ein Fachbereich? Der dritte Indikator beinhaltet die Promotionen, Habilitationen, also die Qualifikationen innerhalb eines Fachbereiches, bezogen auf die Professuren, die es gibt. Und der Vierte, ein sehr monetärer Ansatz, berücksichtigt die Drittmittel, wiederum geteilt durch das wissenschaftliche Personal.

Ich zeige Ihnen jetzt ein Diagramm, auf dem diese vier Indikatoren gleichzeitig bildlich dargestellt sind. In diesem Achsenkreuz sind die vier Indikatoren aufgetragen. Also studentische Auslastung, Absolventen, Promotionen, Drittmittel. Immer bezogene Größen und immer gemittelt, um vergleichende Informationen zu erhalten. Wenn also ein Fachbereich, so wie hier dargestellt, nach allen Richtungen relativ breit ausgebildet ist, dann ist dies ein leistungsstarker, gut ausgelasteter Fachbereich. Man findet nun tatsächlich Fachbereiche, die haben derzeit nicht sehr viel Studierende, auch nicht sehr viele Absolventen, aber sie kompensieren das sehr stark durch die Promotionen und die Drittmittel. Sie sehen, der Flächeninhalt dieser Fläche, als grobes Maß für die Leistungsfähigkeit ist relativ groß. Dann gibt es Fachbereiche, die können zwar nicht viele Promotionen und nicht viel Drittmittel vorweisen, aber sie haben hohe studentische Auslastung und eine hohe Anzahl von Absolventen, also ein Fachbereich, der stark in der Lehre engagiert ist. Aber, was machen wir mit Fachbereichen, die insgesamt eine sehr kleine Fläche aufweisen? Ich kann Ihnen heute hier kein abschließendes Ergebnis darstellen, aber sicher bildet das die Grundlage für weitere Diskussionen.

Wir haben den großen Vorteil, daß Darmstadt eine ungeheure Anzahl von Einrichtungen im Lehr- und Wissenschaftsbereich vorweisen kann, mit der Technischen Hochschule im Zentrum. Unsere Intention ist es, eine intensivere Zusammenarbeit dieser interessanten wissenschaftlichen Einrichtungen zu erreichen und gemeinsam in die Öffentlichkeit zu gehen, z.B. auf der Hannover Messe. Was können solche Einrichtungen zusammen tun, außer Öffentlichkeitsarbeit? Sie können z. B. bei der Vernetzung zusammenarbeiten. Dieses ist bereits erfolgt: MANDA steht für "Metropolitan Area Network Darmstadt"; dieses Netz, das den Zugang zum DFN-Wissenschaftsnetz schafft, verknüpft hier wesentliche Einrichtungen Darmstadts. Durch diese Maßnahme konnten die Kosten für die einzelne Einrichtung erheblich reduziert werden bei Sicherstellung einer sehr hohen Leistungsfähigkeit des Netzzugangs. Sicherlich

ein konkreter Punkt, bei dem wissenschaftliche Einrichtungen wirkungsvoll zusammenarbeiten können. Ein weiterer Bereich, in dem wir mit der Region kooperieren wollen, ist ein Punkt, der politischen Sprengstoff birgt, nämlich der August Euler-Flugplatz, den wir für Forschung stark benutzen. Dort können Flugversuche, Fahrversuche, biologische Untersuchungen und Vermessungsübungen durchgeführt. Ich denke, es ist außerordentlich wichtig, daß wir alles dafür tun, daß diese Fläche, die mittlerweile unter Naturschutz steht, für uns und unsere Forschung weiterhin zur Verfügung steht.

Es ist an dieser Stelle auch die Zeit für mich, den Freunden ganz herzlich für ihre Unterstützung zu danken. Ich tue dies mit einem Zitat, um die Vereinigung von Freunden gleich für die Zukunft zu "verpflichten": "Freundschaft ist nicht nur ein köstliches Geschenk, das wir empfinden können, sondern es ist eine dauernde Aufgabe" von Ernst Zacharias. Mit diesem Dank an Sie möchte ich meinen Beitrag beenden.

Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel, Vorsitzender

Lieber Herr Wörner, recht recht herzlichen Dank für den klaren Bericht. Wenn ich einmal mit einem beginnen darf. Ich komme aus der Industrie, da wird man für seine Schandtaten, für die Dinge, die man nicht richtig gemacht hat, stark gerügt, gelobt nie, insofern tut es einem gut, wenn man auch einmal gelobt wird, weil man etwas richtig gemacht hat. Vielen Dank für die überaus positiven Worte, die Sie hier für die Freunde getroffen haben.

Es macht einem natürlich schon betroffen, wenn man sieht, wo die politische finanzielle Entwicklung der Hochschule hingeht. Aber ich muß Ihnen ehrlich sagen, daß Sie es nach den ersten eins/zwei Minuten sehr rasch geschafft haben, uns doch zu zeigen, wie Sie mit diesem Problem umgehen. Ich muß sagen, ich persönlich war an einem Ihrer Foren da, zu den anderen konnte ich leider nicht einmal als Gast kommen. Es hat mir gut gefallen, und ich glaube, daß Sie mit dieser Einrichtung auf einem sehr sehr guten Weg sind. Zumindest, in der Art, wie diese Foren abgehalten werden, kann keiner hinterher kommen und kann sagen, er sei nicht gefragt worden beizutragen, die Technische Hochschule Darmstadt neu zu gestalten.

Ich persönlich glaube, daß hier eine ganze Menge läuft, aber, was mich besonders freut, ist doch der Eindruck, den man hier gewinnen muß, daß an der Technischen Hochschule Darmstadt nicht wie ein wie immer gearteter Aktivismus Platz greift, sondern, daß ganz gezielt und ganz strukturiert mit dem finanziellen Mangel, den man nun einmal hat und auf Dauer haben wird, umgegangen und versucht wird, ein Optimum herauszuholen. Wir als Freunde, das wissen Sie, sind jeder Zeit bereit, Ihnen zu helfen und mit Ihnen zu diskutieren, unseren Teil dazuzutragen. Wir haben nicht immer alle Zeit, aber ich bin sicher, ganz gleich, welches Thema Sie diskutieren, irgendeiner von uns wird immer zu dem jeweiligen Zeitpunkt bereit sein. Ich kann Sie eigentlich nur ermuntern, auf diesem Weg weiterzumachen, und ich persönlich bin auch glücklich, daß für die Technische Hochschule ein anderer Namen gefunden worden ist, denn in der Tat hat man es im Ausland etwas schwierig, zu erklären, was sich denn dahinter verbirgt. Wenn ich das sehe, was Sie uns hier darstellen, wissen wir alle, daß sich eine ganze Menge dahinter verbirgt, und das muß man auch geschickt verkaufen. Ich hoffe, daß Sie mit Ihrer Einstellung, wo moralische Grenzen sein sollen, konsequent bleiben. Wir als Freunde sind zufrieden, wenn wir in Ihrer TH-INTERN ab und zu auftauchen dürfen, das langt uns. Ich kann Sie, wie gesagt, nur noch einmal ermuntern, machen Sie so weiter, es lohnt sich.

In Anbetracht der fortgeschrittenen Zeit würde ich vorschlagen, auf eine Diskussion zu verzichten. Statt dessen schlage ich vor, eine 20-minütige Kaffeepause einzulegen, so daß wir uns pünktlich um 17.45 Uhr hier wieder treffen. Anschließend, das wissen Sie, sind Sie herzlich zu einem Imbiß eingeladen. Sie dürfen auch, wenn Sie wollen, ein bißchen Geld zu diesem Imbiß zusteuern, damit wir unsere Gemeinnützigkeit behalten, wenn nicht, ist es auch nicht schlimm, so arm sind wir Gott sei Dank nicht. Ansonsten haben Sie während der Pause oder nach dem Festvortrag Gelegenheit, mit Herrn Wörner, mit uns und mit wem immer, sich zu unterhalten.

Darf ich, nachdem wir den Festvortrag als letzten Tagesordnungspunkt haben, hoffen, vielleicht muß ja der eine oder andere von Ihnen weg, daß wir uns allesamt im nächsten Jahr wiedersehen. Diesbezüglich danke ich Ihnen, daß alle hier trotz des schlechten Wetters gekommen sind. Das freut uns und das brauchen wir auch. Danke schön.

Darf ich nun den letzten Teil unserer Veranstaltung ankündigen. Wir kommen zu unserem Festvortrag von Herrn Professor Isermann. Das Thema ist: „Mechatronische Systeme - Theematik und Ergebnisse des Sonderforschungsbereiches 'Neue integrierte mechanisch-elektronische Systeme für den Maschinenbau (IMES)' an der Technischen Hochschule Darmstadt“.

Einige von uns hier hatten heute Gelegenheit, Teilaspekte vor Ort zu sehen. Wir waren alle sehr überrascht, was sich da tut. Und ich glaube, die meisten haben eigentlich bedauert, daß die Zeit so knapp war. Und diejenigen, die auf der Lichtwiese waren, wahrscheinlich, daß sie nicht noch in die Stadt gehen konnten und umgekehrt. Deswegen sind wir gespannt, die Zusammenfassung über dieses interessante Thema nun präsentiert zu bekommen.

Professor Dr.-Ing. Dr.h.c. Rolf Isermann

Mechatronische Systeme

R. Isermann

Institut für Regelungstechnik

Fachgebiet Regelsystemtechnik und Prozeßautomatisierung

Technische Hochschule Darmstadt

64283 Darmstadt

Integrierte mechanisch-elektronische Systeme entstehen durch eine geeignete Kombination von Mechanik, Elektronik und Informationsverarbeitung. Dabei beeinflussen sich diese Bereiche wechselseitig. Man beobachtet zunächst eine Verlagerung von Funktionen der Mechanik zur Elektronik, dann die Hinzunahme von erweiterten und neuen Funktionen. Schließlich entwickeln sich Systeme mit gewissen intelligenten bzw. autonomen Eigenschaften. Für dieses Gebiet der integrierten mechanisch-elektronischen Systeme wird seit einigen Jahren der Begriff "Mechatronik" verwendet.

Im folgenden wird zunächst die Entwicklung vom mechanischen zum mechatronischen System beschrieben. Es ergeben sich mehrere Aufgabenstellungen, verschiedene Integrationsformen von Prozeß und Elektronik und verschiedene Arten der Informationsverarbeitung. Hierzu sind auch die Entwicklungen bei der Sensorik, Aktorik und der Mikroelektronik von grundsätzlicher Bedeutung. Die einzelnen Entwurfsschritte mechatronischer Systeme werden zusammengefaßt und einige Software-Entwurfswerkzeuge zitiert. Schließlich wird noch ein Ausblick auf mikromechatronische Systeme gegeben.

Mechatronic systems

Integrated mechanical electronic systems result from combining of mechanics, electronics and information processing with mutual interactions. First a shift of functions from mechanics to electronics is observed, then the addition of extended and new functions. Finally systems are developed with intelligent or autonomous properties. These integrated systems are now covered with the expression "mechatronics".

In the following first the development from mechanical to mechatronic systems is described. Several problems, different forms of integration of the processes and electronics and various ways of information processing result. Also the developments for sensors, actuators and microelectronics are fundamental. The design steps of mechatronic systems are summar-

zed and some development tools are given. Finally micromechatronic systems are considered.

1 Einführung

Mechanische Systeme erzeugen bestimmte Bewegungen oder übertragen Kräfte oder Drehmomente. Zur gezielten Beeinflussung von z.B. Wegen, Geschwindigkeiten oder Kräften werden bei mechanischen Komponenten und Maschinen seit vielen Jahrzehnten Steuerungen und Regelungen eingesetzt. Sie arbeiten entweder ohne Hilfsenergie (z.B. Fliehkraft-Drehzahlregler) oder mit elektrischer, hydraulischer oder pneumatischer Hilfsenergie, um die zu beeinflussenden Größen direkt oder über einen Leistungsverstärker zu stellen. Bei einer Realisierung mit festverdrahteter (analoger) Gerätetechnik ist die Informationsübertragung in den Steuerungen und Regelungen relativ einfach und stößt schnell an Grenzen. Ersetzt man diese additiv angebrachten Geräte durch Digitalrechner in Form von z.B. on-line gekoppelten Mikrorechnern, kann die Informationsverarbeitung wesentlich flexibler und umfangreicher gestaltet werden.

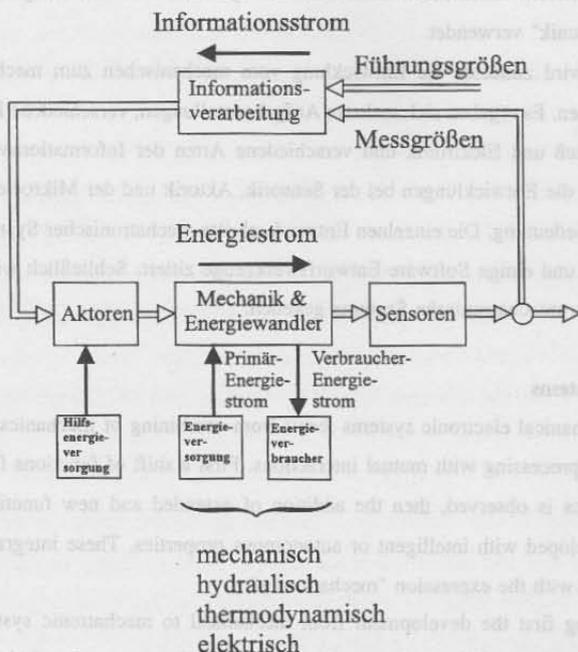


Bild 1: Mechanischer Prozeß und Informationsverarbeitung entwickeln sich zum mechatronischen System

Bild 1 zeigt ein allgemeines Schema eines überwiegend mechanischen Prozesses wie z.B. einer Kraftmaschine oder Arbeitsmaschine. Dann können in der Regel ein Energiestrom und verschiedene Zustandsgrößen über Aktoren mit Stellsignalen kleiner Leistung (Hilfsenergie) gestellt werden. Sensoren erfassen einige meßbare Ausgangsgrößen. Bei einem *mechanisch-elektronischen System* wird der mechanische Prozeß durch ein elektronisches System ergänzt. Dieses elektronische System wirkt aufgrund der Meßgrößen und von außen kommenden Führungsgrößen in steuerndem oder regelndem Sinne auf den mechanischen Prozeß ein. Wenn dann das mechanische und elektronische System zu einem untrennbaren Gesamtsystem verschmelzen, entsteht ein *integriertes mechanisch-elektronisches System*. Das elektronische System verarbeitet hierbei Prozeß-Informationen im Sinne einer allgemeinen Prozeß-Automatisierung. Ein solches System ist deshalb zumindest durch einen *mechanischen Energiestrom* und einen *Informationsstrom* gekennzeichnet.

Integrierte mechanisch-elektronische Systeme werden zunehmend als "mechatronische Systeme" bezeichnet. Hierbei wird die Verbindung von MECHANIK und ELEKTRONIK zum Ausdruck gebracht. Diese Bezeichnung wurde etwa 1975 in Japan geprägt, [1], siehe auch [2]. Eine einheitliche Definition ist in der Literatur noch nicht zu finden, siehe z.B. [3 bis 7].

Allen bisherigen Festlegungen ist jedoch zu entnehmen, daß *Mechatronik* ein interdisziplinäres Gebiet ist, bei dem folgende Disziplinen zusammenwirken vgl. Bild 2:

- Mechanische Systeme (Maschinenbau, Feinwerktechnik, Apparatebau)
- Elektronische Systeme (Mikroelektronik, Leistungselektronik, Sensorik, Aktorik)
- Informationstechnik (Systemtheorie, Modellbildung, Automatisierungstechnik, Software-Technik, künstliche Intelligenz).

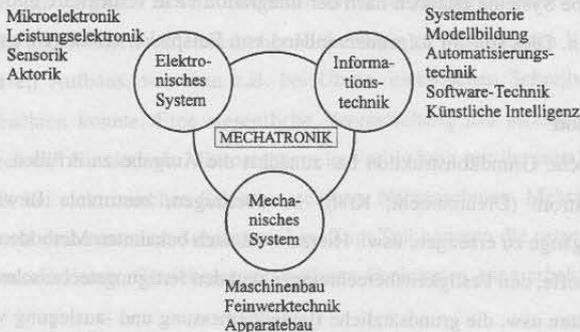


Bild 2: Mechatronik: Synergie aus verschiedenen Disziplinen

Mechanische Systeme kommen vorwiegend bei Maschinen, Geräten und Apparaten vor. In diesen findet häufig eine Energiewandlung statt, bei der außer der mechanischen Energie noch andere Energieformen auftreten. Deshalb können mechatronische Systeme zusätzlich zur eigentlichen Mechanik auch mit ihnen gekoppelte, elektrische, thermodynamische, chemische und informationsübertragende Teilprozesse einschließen. Die Mechatronik umfaßt aufgrund dieser Betrachtung also mechanische und mit ihnen gekoppelte Teilprozesse. Der mechanische Teilprozeß soll dabei jedoch dominierend sein.

Bei mechatronischen Systemen erfolgt die *Lösung der Aufgaben* sowohl auf prozeßseitigem als auch digital-elektronischem Wege. Hierbei spielen die Wechselbeziehungen bei der Konstruktion eine Rolle. Während bei einem konventionellen System sowohl der Entwurf als auch die räumliche Unterbringung der prozeßseitigen und elektronischen Komponenten getrennt sind, zeichnet sich ein mechatronisches System dadurch aus, daß der Prozeß und das elektronische System von Anfang an als räumlich und funktionell *integriertes Gesamtsystem* zu betrachten ist. Dann wird die Gestaltung des Prozesses schon beim Entwurf auch vom elektronischen System her beeinflußt.

Dies wird auch als *simultanes Entwerfen* (simultaneous engineering) bezeichnet. Dabei sind in der Regel synergetische Effekte zu erwarten, die mehr beinhalten als die reine Addition der Disziplinen. Zusammenfassende Literatur über mechatronische Systeme ist bisher nur vereinzelt und verstreut zu finden. Außer ersten Büchern [1], [4], [7] und den Zeitschriften [8] und [9] geben [10 bis 16] eine Übersicht der Entwicklung.

Der vorliegende Beitrag ist eine Einführung in die Thematik dieses Schwerpunkteftes.

2 Funktionen mechanischer Systeme

Mechatronische Systeme erlauben nach der Integration viele verbesserte und auch gänzlich neue Funktionen. Dies soll im folgenden anhand von Beispielen erläutert werden.

2.1 Konstruktion

Die mechanische Grundkonstruktion hat zunächst die Aufgabe zu erfüllen, den mechanischen Energiestrom (Drehmoment, Kraft) zu übertragen, bestimmte Bewegungen oder Bewegungsvorgänge zu erzeugen, usw.. Hierzu wird nach bekannten Methoden in Abhängigkeit der Werkstoffe, den Festigkeitsberechnungen und den fertigungstechnischen Möglichkeiten, Herstellkosten usw. die grundsätzliche Bauteilbemessung und -auslegung vorgenommen. Durch Anbringung von Meßfühlern, Stellgliedern und analog arbeitenden mechanischen

Steuerungen und Regelungen hat man in früheren Jahren auch einen einfachen informationsverarbeitenden Teil mechanisch realisiert (z.B. Fliehkraft-Drehzahlregler). Dann setzte sich allmählich der Einsatz elektrischer bzw. analoger Regelungen mit elektrischen Sensoren und Aktoren durch. Durch das Aufkommen von digitalen Steuerungen und Regelungen konnte der informationsverarbeitende Teil wesentlich flexibler und anpassungsfähiger gemacht werden, besonders durch die Mikroelektronik ab etwa 1975. Die Grenzen der Anwendbarkeit dieser zu den mechanischen Grundkonstruktionen additiv hinzugefügten elektronischen Komponenten war dabei zunächst gegeben durch die jeweiligen Eigenschaften der Sensoren, Aktoren und Elektronik, der oft nicht ausreichenden Zuverlässigkeit und Lebensdauer unter den meist rauen Umgebungsbedingungen (Temperatur, Vibrationen, Verschmutzung), einen noch großen Raumbedarf, die erforderlichen Kabelverbindungen und eine zu langsame Verarbeitungsgeschwindigkeit.

Mit den zunehmenden Verbesserungen der Miniaturisierung Robustheit und Leistung elektronischer Komponenten kann man jetzt jedoch versuchen, ein größeres Gewicht auf die elektronische Seite zu legen und die mechanische Konstruktion von Anfang an im Hinblick auf ein mechanisch-elektronisches Gesamtsystem auszulegen. Dabei ist auch anzustreben, zu einer größeren Autonomie zu kommen, z.B. durch eine gewisse eigene Energieversorgung und berührungslose Signalübertragungen, so daß man aus bewegten oder gekapselten Anordnungen möglichst nicht herausgehen muß.

2.2 Funktionsaufteilung Mechanik - Elektronik

Wie bereits im Abschnitt 1 erläutert, spielt bei mechatronischen Systemen das Wechselspiel zwischen der Aufteilung von Funktionen im mechanischen und elektronischen Teil eine wesentliche Rolle. Im Vergleich zu rein mechanischen Lösungen führte bereits die Einführung von Verstärkern und Aktoren mit elektrischer Hilfsenergie zu wesentlichen Vereinfachungen des konstruktiven Aufbaus, wie man z.B. bei Uhren, elektrischen Schreibmaschinen und Kameras beobachten konnte. Eine wesentliche *Vereinfachung des mechanischen Aufbaus* ergab sich durch den Einsatz von Mikrorechnern in Verbindung mit dezentralen elektrischen Antrieben, z.B. bei elektronischen Schreibmaschinen, Nähmaschinen, Mehrachsen-Handhabungsgeräten und automatischen Schaltgetrieben. Zum Teil konnten die ursprünglich mechanisch durch verschiedenste Getriebeformen gelösten Funktionen ganz erheblich vereinfacht werden.

Im Zuge des Leichtbaus entstehen relativ elastische und durch den Werkstoff schwach

gedämpfte Systeme, die somit zu Schwingungen neigen. Hier kann man nun durch zusätzliche Rückführung über eine geeignete Sensorik, Elektronik und Aktorik eine *elektronische Dämpfung* verwirklichen und sie auch noch einstellbar machen. Beispiele sind elastische Roboter, elastische Antriebsstränge, hydraulische Systeme, Hebebühnen und weitauskragende Kräne oder Leitern und Konstruktionen im Weltraum.

Durch den Einbau von *Regelungen* z.B. für Position, Geschwindigkeit oder Kraft kann nicht nur eine vorgegebene Führungsgröße relativ genau eingehalten werden, sondern es kann auch ein näherungsweise lineares Gesamtverhalten erzeugt werden, obwohl das unregelte mechanische System nichtlineares Verhalten besitzt. Durch den *wegfallenden Zwang der Linearisierung* des mechanischen Teils kann der konstruktive und fertigungstechnische Aufwand kleiner gehalten werden. Beispiele sind mechanisch einfach aufgebaute pneumatische oder elektromagnetische Aktoren mit ihren nichtlinearen Kennlinien oder Durchflußventile.

Mit Hilfe von frei *programmierbaren Führungsgrößengebern* kann die Anpassung eines nichtlinearen mechanischen Systems an die Bedienung durch den Menschen verbessert werden. Hiervon wird z.B. beim elektronischen Gaspedal (Fahrregler) von Verbrennungsmotoren, bei hydraulischen Aggregaten (Bagger, Schwerlastfahrzeuge) und bei ferngesteuerten Manipulatoren, Fahrzeugen und Flugzeugen Gebrauch gemacht.

Mit zunehmender Anzahl von Sensoren, Aktoren, Schaltern und Steuerungen oder Regelungen wächst die Zahl der erforderlichen Kabelverbindungen beträchtlich an, so daß nicht nur hohe Kosten, zusätzliches Gewicht und viele Kontaktstellen entstehen, sondern auch der erforderliche Bauraum knapp wird (z.B. Roboter, Kraftfahrzeuge). Hier schafft die Verwendung von digitalen *Bussystemen* eine Abhilfe.

2.3 Betriebseigenschaften

Bei Verwendung von Regelungen wird die *Präzision* einer Positionierung durch einen Vergleich von Soll- und Istwert über eine Rückführung erreicht und nicht alleine durch eine hohe mechanische Präzision eines nur gesteuerten mechanischen Elements. Dadurch kann unter Umständen die Präzision in der Fertigung etwas reduziert werden, oder es können einfachere mechanische Bauformen (Lager, Führungen) verwendet werden (mechanische Entfeinerung). Eine größere und veränderliche Reibung läßt sich dabei durch eine *adaptive Regelung* kompensieren. Adaptive Regelungen erlauben ferner einen Betrieb in mehreren Arbeitspunkten, in denen bei konstanten Regelungen mit instabilem oder zu trägem dynami-

schen Verhalten gerechnet werden muß. Dadurch wird ein Betrieb in größeren Bereichen möglich (z.B. Durchfluß-, Kraft-, Drehzahl-Regelungen, Hochleistungs-Flugsysteme). Eine bessere Regelgüte erlaubt es in vielen Fällen, die Sollwerte *näher an Grenzwerte* mit besseren Wirkungsgraden oder Ausbeuten zu legen (z.B. höhere Temperaturen, Verdichter an der Pumpgrenze, größerer Bandzug und größere Geschwindigkeiten bei Papiermaschinen und Walzwerken).

2.4 Neue Funktionen

Nach mechatronischen Gesichtspunkten ausgelegte Systeme ermöglichen eine Reihe von Funktionen, die vorher nicht realisierbar waren.

Zunächst können über einige meßbare Größen und analytische Beziehungen oder dynamische Zustandsbeobachter *nichtmeßbare Größen* bestimmt und durch Steuerungen und Regelungen gezielt beeinflußt werden. Beispiele sind zeitabhängige Variable wie Schlupf, innere Spannungen, Temperaturen und der Schwimmwinkel bei der Lenkungsregelung von Fahrzeugen, oder Parameter wie Dämpfungen, Steifigkeiten, Widerstände, Induktivitäten.

Die selbsttätige *Adaption von Parametern* wie z.B. Dämpfungen und Steifigkeiten bei schwingenden Systemen aufgrund einfacher gemessener Größen wie Schwingungswegen oder -beschleunigungen ist ebenfalls eine neue Möglichkeit.

Eine *Überwachung mit Fehlerdiagnose* über die Berechnung von analytischen Symptomen ermöglicht eine Fehlerfrüherkennung und die Einleitung von Gegenmaßnahmen wie z.B. Redundanzaktion, Rekonfiguration, Betriebsstop oder einfach der Hinweis auf erforderliche Wartung oder Reparatur. Diese Überwachungsfunktionen werden mit zunehmender Komplexität und höheren Ansprüchen an die Zuverlässigkeit immer bedeutender.

2.5 Sonstige Entwicklungen

Mechatronisch gestaltete Systeme erlauben häufig eine flexible Anpassung an Randbedingungen. Ein Teil der Funktionen und auch der Präzision wird *programmierbar* und daher schneller änderbar. Voraussimulationen erlauben die Reduktion von experimentellen Untersuchungen mit vielen Parametervariationen. Insgesamt scheint eine *schnellere Markteinführung* möglich zu sein, wenn die Grundelemente parallel entwickelt werden und die funktionelle Integration besonders durch Software erfolgt.

Die weitgehende Integration von Prozeß und Elektronik macht es erforderlich, daß der Kunde das funktionsfähige System *von einem Hersteller* bezieht. In der Regel ist das der

Hersteller der Maschine, des Gerätes oder Apparates. Dieser muß sich deshalb intensiv mit der Elektronik und der Informationsverarbeitung auseinandersetzen und bekommt die Chance, das Produkt aufzuwerten. Bei kleineren Geräten und Maschinen mit relativ großen Stückzahlen ist diese Entwicklung selbstverständlich. Für größere Maschinen und Apparaten kommen der Prozeß und die Automatisierung bisher oft von verschiedenen Herstellern.

Tabelle 1 faßt einige Eigenschaften mechatronischer Systeme im Vergleich zu konventionell elektromechanischen Systemen zusammen. In Tabelle 2 werden Ausführungsbeispiele zu den jeweiligen Zeilen der Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1: Einige Eigenschaften konventionell und mechatronisch entworfener Systeme

	Konventionell	Mechatronisch
	• Koppelung von Komponenten	• Integration von Komponenten (Hardware)
1	Umfänglich	Kompakt
2	Komplexe Mechanik	Einfache Mechanik
3	Kabelprobleme	Bus oder drahtlose Kommunikation
4	Verbundene Komponenten	Autonome Einheiten
	• Einfache Steuerung/Regelung	• Integration durch Informationsverarbeitung (Software)
5	Steifer Aufbau	Elastischer Leichtbau
6	Gesteuerte oder analog geregelte Bewegung	Programmierbare, geregelte Bewegung
7	Präzision durch enge Toleranzen	Präzision durch Messung und Rückführung
8	Nichtmeßbare Größen ändern sich beliebig	Regelung nichtmeßbarer, berechneter Größen
9	Einfache Grenzwertüberwachung	Überwachung mit Fehlerdiagnose
10	Konstante Eigenschaften	Adaptive und lernende Eigenschaften

3 Integrationsformen von Prozeß und Elektronik

Bild 3a) zeigt als Ausgangsbasis ein prinzipielles Schema für klassisch angeordnete mechanisch-elektronische Systeme mit additiv zusammengefügt Komponenten. Hiervon ausgehend, können zwei Formen der Integration, die Integration der Komponenten und die Integration durch die Informationsverarbeitung unterschieden werden (siehe auch Tabelle 1).

Bei der *Integration der Komponenten* (Hardwareseitige Integration) erfolgt die Integration durch einen organischen Einbau der Sensoren, Aktoren und Mikrorechner in den mechani-

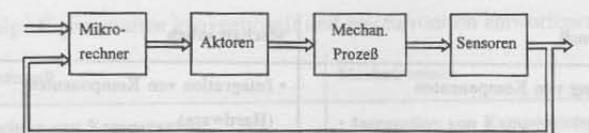
sehen Prozeß, Bild 3b). Diese örtliche oder bauliche Integration kann zunächst auf den Prozeß und Sensor oder den Prozeß und Aktor beschränkt sein. Der Mikrorechner kann mit dem Aktor, Prozeß oder Sensor integriert werden und mehrfach vorkommen. Integrierte Sensoren und Mikrorechner entwickeln sich dabei zu intelligenten Sensoren (smart sensors) [18], integrierte Aktoren und Mikrorechner zu intelligenten Aktoren (smart actuators) [24]. Dadurch steigen die Anforderungen an die mikroelektronischen Komponenten wegen der erhöhten Umgebungsanforderungen (Temperaturen, Beschleunigungen, Verschmutzung) an.

Tabelle 2: Ausführungsbeispiele zu Tabelle 1

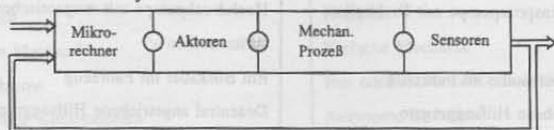
	Konventionell	Mechatronisch
	• Koppelung von Komponenten	• Integration von Komponenten (Hardware)
1	Elektromechanische Schreibmaschine	Elektronische Schreibmaschine oder Drucker
2	Gesteuerte Einspritzpumpe mit Drehkolben und Nuten	Hochdruckpumpe mit magnetischen Einspritzventilen
3	Mehrere Kabelbäume im Fahrzeug	Ein Buskabel im Fahrzeug
4	Riemengetriebene Hilfsaggregate	Dezentral angetriebene Hilfsaggregate
	• Einfache Steuerung/Regelung	• Integration durch Informationsverarbeitung (Software)
5	Steifer Antriebsstrang für Fahrzeuge	Elastischer Antriebsstrang mit elektronischer Dämpfung über Antriebsmotor
6	Gesteuerter Greifer bei Robotern	Kraft- und schlupfgeregelter Greifer
7	Gesteuerte Aktoren	Geregelte Aktoren mit Reibungskompensation
8	Gelenktes Fahrzeug im Schleuderzustand	Geregelter Schwimmwinkel in Fahrzeugen durch differentielles Bremsen
9	Stromaufnahme bei Werkzeugmaschinenantrieben	Schneidenbruch- und Verschleißerkennung aus Motorsignalen
10	Bahngeführtes Transportfahrzeug	Mobiles Transportfahrzeug mit automatischer Navigation

Die *Integration durch die Informationsverarbeitung* (Softwareseitige Integration, algorithmische Integration, funktionelle Integration), beruht hauptsächlich auf modernen Methoden der Meß-, Regelungs- und Automatisierungstechnik. Bild 3c) zeigt, daß neben einer Grundrückführung eine zusätzliche Einflußnahme über das Prozeßwissen und entsprechende höhere

Informationsverarbeitung stattfinden kann. Dies bedeutet eine Verarbeitung der vorliegenden Signale in höheren Ebenen. Hierbei sind Aufgaben der Überwachung (ohne und mit Fehlerdiagnose) und Aufgaben des Prozeßmanagements (z.B. Optimierung, Koordinierung) durchzuführen. Die entsprechenden Problemlösungen sind als Echtzeit-Algorithmen realisiert und müssen an die Eigenschaften des mechanischen Prozesses und die zur Verfügung stehende Basis-Software angepaßt werden. Dadurch ergibt sich eine prozeßgekoppelte Informationsverarbeitung mit eventuell intelligenten Eigenschaften, und insofern eine funktionelle Integration aller Komponenten über die Software.

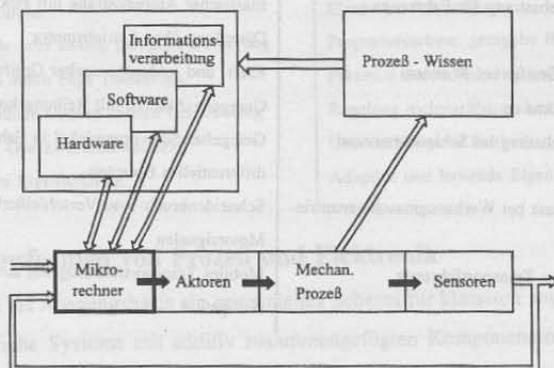


a) Allgemeines Schema für (klassische) mechatronische Systeme



○ Mögliche Integrationsstellen

b) Integration der Komponenten (Hardware-Integration)



c) Funktionelle Integration (Software-Integration)

Bild 3: Zur Integration von mechatronischen Systemen

4. Elektronische Komponenten

Eine wesentliche Rolle spielt für mechatronische Systeme die Entwicklung der Komponenten der informationsverarbeitenden Kette, bestehend aus Sensoren, Mikroelektronik und Aktoren. Aus Gründen des Umfangs können hier jedoch nur einige kurze Anmerkungen gemacht werden.

Bei den *Sensoren* ist von besonderer Bedeutung für mechatronische Systeme die Integration mit dem Prozeß, die Miniaturisierung, die Entwicklung von Sensoren mit integrierter Auswerteelektronik, Anbindung an Bussysteme, Multisensorik und Halbleitersensoren für Temperaturen bis 350° C auf Gallium-Arsenid-Basis, siehe z.B. [17 bis 21].

Die *Aktoren* arbeiten meistens nach elektromechanischen, fluidischen und unkonventionellen Prinzipien befinden sich wie die Sensoren in einer laufenden Weiterentwicklung. Da sie selbst mechatronische Systeme sind, spielen die wichtigsten Gesichtspunkte von Abschnitt 2 auch hier eine Rolle. Es bahnt sich eine Entwicklung zu "intelligenten" Aktoren an z.B. mit Korrektur nichtlinearer Kennlinien, adaptiven Lageregelungen, Überwachung mit Fehlererkennung und Busankopplung, siehe z.B. [22 bis 25].

Die fortschreitende Integrationsdichte bei der *Mikroelektronik* führt zu immer interessanteren Lösungen in Bezug auf Kosten/Rechenfunktion, kleineren Raumbedarf und größere mechanische Robustheit. Für kleine mechatronische Systeme kommen hauptsächlich Standard-Prozessoren oder anwendungsspezifische Mikroelektronik-Lösungen in Betracht.

Bei *Standard-Hardware*-Realisierungen bieten sich zunächst *Mikroprozessoren* und Mikrocontroller an, da sie sehr universell und flexibel einsetzbar sind. *Signalprozessoren* eignen sich besonders für die zeitkritische Berechnung von Skalarprodukten, brauchen aber in der Regel ein zusätzliches Prozeß-Interface. Eine weitere Steigerung der Rechengeschwindigkeit erreicht man durch die parallele Datenverarbeitung mit *Transputern*.

Neben den Standardprozessoren spielen die *anwendungsspezifischen mikroelektronischen Schaltungen* (ASIC) eine zunehmende Rolle, bei denen vollständige Mikrorechnersysteme problemangepaßt auf einem Chip untergebracht werden.

Da die an mechanischen Systemen direkt angebrachte Mikroelektronik hohen mechanischen und zum Teil thermischen Beanspruchungen unterliegt und durch Staub, Wasser, Öl stark verschmutzt werden kann, ist die *mechanische Einbindung* von entscheidener Bedeutung. Die Qualität von Kapselungen, Kabeldurchführungen und Kühlung muß deshalb hoch sein.

Bei größeren Systemen entstehen, ähnlich wie bei der Automatisierung von Großanlagen *hierarchisch gegliederte Architekturen* mit horizontal und vertikal angeordneten Mikroelektro-

nik-Komponenten, die über geeignete *Bus-Systeme* verbunden sind. Diese Bus-Systeme können in Form lokaler Netze, z.B. als Feldbus-Systeme ausgeführt werden. Für bestimmte Anwendungsgebiete wurden spezielle Bussysteme entwickelt, wie z.B. der Profi-Bus (serieller Linienbus in Zweidrahtausführung für Automatisierungssysteme), CAN-Bus oder ABUS (schnelle serielle Bussysteme für Kraftfahrzeuge), oder SERCOS (Serieller Ringbus in Lichtwellenleiterausführung für numerische gesteuerte Antriebe). Für mechatronische Systeme müssen evtl. noch schnellere Bussysteme für die Übertragung größerer Datenmengen in sehr kurzer Zeit entwickelt werden.

Einzelheiten zum Stand und zur Entwicklung der Mikroelektronik sind z.B. in [26 bis 28] zusammengefaßt.

Durch den größeren Funktionsumfang der Sensorik, Mikroelektronik und Aktorik bei mechatronischen Systemen kommt die *Zuverlässigkeit* und auch *Sicherheit* besonders des anfälligeren elektronischen Teils eine große Bedeutung zu. Die Zuverlässigkeit läßt sich im allgemeinen durch zwei Maßnahmen erhöhen: Perfektion und Toleranz. Mit *Perfektion* wird versucht, Fehler und Ausfälle zu vermeiden durch entsprechende Auslegung, hohe Qualität, wenig Kabelverbindungen, Prüfungen usw.. Die *Toleranz* soll die Auswirkung von Fehlern und Ausfällen verhindern. Hierzu können verschiedene *Redundanzprinzipien* verwirklicht werden um Fehler tolerieren zu können [29].

5. Entwurfsschritte und Entwurfswerkzeuge

5.1 Entwurfsschritte für mechatronische Systeme

Tabelle 3 faßt die verschiedenen Entwurfsschritte mechatronischer Systeme stichwortartig zusammen. Hierbei entsprechen die Schritte 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12 anfänglich dem konventionellen Vorgehen. Dann kommen jedoch durch die Integration entstehende neue Möglichkeiten hinzu. Typisch für den Entwurf mechatronischer Systeme sind dabei die Schritte, die die ganzheitliche Betrachtung beinhalten, nämlich bei 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10 und 11. Der Entwurf läuft dabei in der Regel iterativ ab, so daß die angegebenen Schritte mehrfach durchlaufen werden.

Tabelle 3: Schritte beim Entwurf mechatronischer Systeme (mit Beispielen). Die für mechatronische Systeme typischen Schritte sind *kursiv* angegeben

<p>1. Erste Grundkonstruktion des Prozesses (Mechanik, Elektrik, Thermodynamik)</p> <p>2. <i>Erste Aufteilung der Grundfunktionen: Prozeß ↔ Informationsverarbeitung</i></p> <p>3. <i>Sensorik, Aktorik, Hilfsenergie</i> - Prinzipien - Bauliche Integration - Dezentrale Signalverarbeitung (<i>"Intelligente"</i> Komponenten)</p> <p>4. Grundfunktionen der Informationsverarbeitung - Steuerung, Regelung - Überwachung - Koordination, Optimierung</p> <p>5. Bedienung, Mensch-Maschine-Schnitt-Stellen - Konventionelle Gestaltung - <i>neue Möglichkeiten</i></p> <p>6. <i>Hardware-Architektur</i> - Mikroprozessoren (<i>standardisiert, speziell</i>) - <i>Dezentrale - zentrale Grundstruktur</i> - <i>Bussystem</i></p> <p>7. <i>Software</i> - <i>Aufgaben, Anforderungen</i> - <i>Lösungskonzeption</i> - <i>Software-Struktur</i> - <i>Implementierung (Codierung)</i> - <i>Validierung</i> - <i>Sprache (Prozessorabhängig)</i> - <i>Echtzeitfähigkeit</i></p>	<p>8. <i>Funktionelle Integration von Prozeß und Elektronik durch Informationsverarbeitung:</i> - <i>Anpassung der Grundfunktionen</i> - <i>Elektronische Dämpfung</i> - <i>Linearisierung durch Algorithmen</i> - <i>Beeinflussung nichtmeßbarer Größen</i> - <i>Große Betriebsbereiche durch adaptive Algorithmen</i> - <i>Lernende Eigenschaften</i> - <i>Fehlerdiagnose</i></p> <p>9. <i>Vereinfachung der Grundkonstruktion</i> - <i>Kinematik, dezentrale Antriebe</i> - <i>Entfall einer Linearisierung</i> - <i>Leichtbau</i> - <i>Entfall Zwischenspeicher</i></p> <p>10. <i>Maßnahmen zur Erhöhung der Zuverlässigkeit und Sicherheit</i> - <i>Fehlerfrüherkennung</i> - <i>Redundanz, Fail-safe</i> - <i>Rekonfiguration</i></p> <p>11. <i>Verwendung von besonderen Entwurfswerkzeugen</i> - <i>Modellbildung, Identifikation</i> - <i>Simulation (auch Hardware-in-the-Loop)</i> - <i>Optimierung (C.A.D) der Funktionen</i></p> <p>12. Experimentelle Verifikation - <i>Komponenten</i> - <i>Gesamtsystem</i></p>
--	--

5.2 Software-Werkzeuge für den Entwurf

Die Integration durch Informationsverarbeitung erfordert für leistungsfähige mechatronische Systeme einen systematischen, aufeinander abgestimmten Entwurf aller Komponenten. Dies schließt folgende Stufen ein: Konstruktiver Entwurf, Modellbildung, Simulation, Identifikation, Entwurf der Algorithmen, Software-Implementierung, Inbetriebnahme.

Zum rechnergestützten Entwurf von mechatronischen Systemen kann man folgende Software-Werkzeuge einsetzen:

- a) Konstruktiver Entwurf der mechanischen und elektrischen Komponenten mit CAD- und CAE-Software
- b) Entwurf von spezieller Mikroelektronik (z.B. ASIC's)
- c) Modellbildung des statischen und dynamischen Verhaltens
- d) Rechnergestützter Entwurf der Steuerungen und Regelungen
- e) Simulation mechatronischer Systeme
- f) Identifikation und Parameterschätzung
- g) Inbetriebnahme-Adaption
- h) Programmierung und Implementierung der endgültigen Echtzeit-Software.

Das umfangreichste Angebot findet man für den zwei- und dreidimensionalen Entwurf der mechanischen und der elektrischen/elektronischen Komponenten. Die Unterstützung für eine allgemeine rechnergestützte Modellbildung ist jedoch relativ gering, [30]. Programme zur Modellbildung und Simulation von Mehrkörpersystemen sind in NEWEUL [31], ADAMS, DADS, MECHANICA, SIMPACK, siehe z.B. [32]. Sie sind für Standardaufgaben der Mechanik geeignet. Ein Programmsystem zur Modellbildung unter Einbeziehung von Computer-Algebra entwickelte [33]. Eine objektorientierte Sprache DYMOLA zur Modellbildung großer, verschiedener Systeme wird in [34] und [35] beschrieben. Sie erlaubt die Behandlung mit gewöhnlichen Differentialgleichungen, algebraischen Gleichungen und Unstetigkeiten. Siehe auch [32]. Für die allgemeine Systemsimulation und den Entwurf von Regelungen stehen viele Programmsysteme zur Verfügung, z.B. ACSL, MATLAB/SIMULINK, MATRIX-X. Diese Simulationswerkzeuge sind wertvolle Hilfsmittel für den Entwurf. Sie erlauben z.B. Studien über das Zusammenwirken der Komponenten und Variationen von Entwurfsparametern vor der Herstellung. Sie sind jedoch nicht geeignet für die Echtzeit-Simulation. Ein systematischer Entwurf von Regelungen für lineare Mehrgrößenprozesse ist durch das Entwurfs- und Analyse-Softwaresystem ANDECS möglich [35]. Eine modular aufgebaute Software ermöglicht dabei eine iterative Vorgehensweise von der objektorientierten Modellbildung mit z.B. DYMOLA, über die digitale Simulation mit z.B. ACSL, den Entwurf der Regelungen mit RASP oder SLICOT, der Verwendung externer Entwurfswerkzeuge von MATLAB bis zur visuellen Darstellung mit einem graphischen Objekteditor. Hierbei werden die verschiedenen Software-Moduls über einen Berechnungsdatenbus und eine Entwurfs-Datenbank in Anlehnung an RSYST zusammengekoppelt.

Modellgestützte Methoden der Regelung, Überwachung, usw. benötigen meist relativ genaue Modelle der Prozesse. Da eine genaue theoretische Modellbildung meist nicht

möglich ist z.B. wegen der inherenten Nichtlinearitäten durch verschiedene Reibungsformen oder Lose, und wegen der hohen Dimension, und viele Parameter nicht genau genug bekannt sind und sich ändern, empfiehlt sich grundsätzlich der Einsatz von Programmen zur Identifikation und Parameterschätzung oder adaptiven (selbsteinstellenden) Regelungen, z.B. ADA-REG, CADREG, [36], [37]. Software-Pakete zur experimentellen Modellbildung und zur Adaption der Algorithmen in allen Automatisierungsebenen sind beim Entwurf und bei der Inbetriebnahme von mechatronischen Systemen für den praktischen Erfolg sehr wesentlich [14].

5.3 Hardware-in-the-loop-Simulation

Für die Entwicklung von mechatronischen Systemen spielt die Echtzeit-Simulation mit teilweise echten Komponenten eine besondere Rolle. Hierbei kann man drei verschiedene Arten unterscheiden (Bild 4).

Im Falle a wird die Informationsverarbeitung in einem Entwicklungs-Echtzeitrechner (z.B. Prozeßrechner) realisiert, um die Software zu entwickeln und zu testen und die Auswirkung des Fehlverhaltens auf der Seite der Mikroelektronik zu untersuchen.

Beim Fall b erfordert die Echtzeit-Simulation der verbleibenden Komponenten relativ genaue Modelle um z.B. Parametervariationen zu untersuchen. Durch diese Art der Simulation können auch verschiedene Realisierungen des Prozesses und der Aktoren untersucht werden.

Die Echtzeit-Simulation des Prozesses für den Fall c erlaubt z.B. das Testen der elektronischen Komponenten und der Auswirkungen ihres Fehlverhaltens. Diese Art der Simulation ist besonders interessant, wenn der echte Prozeß noch nicht existiert (parallele Entwicklungen) oder sein Betrieb einen teuren Prüfstand erfordert (Verbrennungsmotoren, Fahrzeuge). Ein besonderes Problem stellt hierbei die Nachbildung der Meßgrößen für die Sensoren da.

Die Echtzeitsimulation ist in der Regel eine schwierige Aufgabe und erfordert bei schnellen Systemen im Fall b und c den Einsatz von parallel arbeitenden Rechnern wie z.B. Signalprozessoren [38], oder Transputern [39].

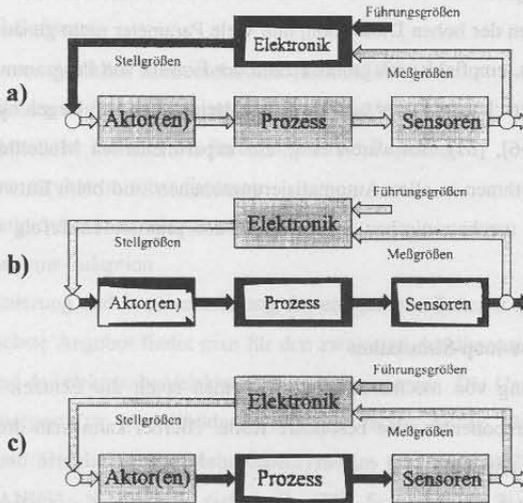


Bild 4: Verschiedene Formen der Hardware-in-the-loop Simulation:

- a) Simulation der Elektronik (Rechner). Aktoren, Prozeß und Sensoren sind echt Hardware.
- b) Simulation von Prozeß, Aktor, Sensor. Elektronik und Software sind echt.
- c) Simulation des Prozesses. Elektronik (Hardware und Software), Aktoren und Sensoren sind echt.

6 Ein Ausblick: Mikromechatronik

Aufgrund des hohen Kenntnisstandes bei der Herstellung von hochintegrierten Schaltungen und Fortschritten bei der Herstellung bestimmter Strukturen in der Form von Membranen, Zungen, Balken (zum Teil mit Massen) ist es gelungen, *mikromechanische Sensoren* für Druck und Beschleunigung zu erzeugen. Als Herstellverfahren dienen das isotrope und anisotrope Ätzen von einkristallinem Silizium und die Oberflächen-Ätztechnik von auf Silizium aufgebrachtten dünnen Schichten.

Auf ähnliche Art lassen sich auch *mikromechanische Aktoren* z.B. Mikroschalter, Mikroventile, Mikrospiegel-Arrays, Mikrogreifer, Mikropumpen und elektrostatisch angetriebene Mikromotoren (Durchmesser 150 µm) herstellen. Wenn man dann auf demselben Substrat noch hochintegrierte Schaltungen für eine Interface-Elektronik oder ganze Prozessoren unterbringt, entstehen im Rahmen der *Mikrosystemtechnik mikromechatronische Systeme*.

Weitere Produktionsmöglichkeiten ergeben sich mit dem LIGA-Verfahren (Lithographie, Galvanoformung, Abformung), das sich auf Metalle, Polymere und Keramik anwenden läßt [40], [41]. Hierbei ist es möglich, größere Strukturen, vor allen Dingen in vertikaler Richtung auf wenige μm genau herzustellen. Beispiele sind: Mikroschalter, Beschleunigungssensoren, Mikrogetriebe, Mikroturbinen, lineare Schrittmotoren, elektromagnetischer Mikromotor, Steckverbindungen für Fasern, mikrooptischen Komponenten.

Eine weitere Entwicklungsmöglichkeit sind *Mikromaschinen* in der Größenordnung von Millimetern und Bewegungen im Mikrometerbereich [42], [43]. Sie bestehen aus Komponenten wie z.B. Mikroaktoren, mikromechanischen Strukturen, Mikrosensoren und Mikroprozessoren. Beispiele einer sich anbahnenden Entwicklung sind mobile Mikroroboter zur Inspektion, aktive Mikrokatheter und Mikropumpen. Hier sind allerdings noch viele Probleme zu lösen.

Die Entwicklung dieser durch Miniaturisierung und Integration gekennzeichneten mikro-mechatronischen Systeme steht noch im Anfangsstadium und es ist schwierig abzuschätzen, welche Produkte sich durchsetzen werden. Fest steht jedoch, daß mikromechanische Druck- und Beschleunigungssensoren für die Automobilindustrie und Medizin-Technik in großen Stückzahlen hergestellt werden. Für Mikroaktoren gibt es im wesentlichen Prototypen (mit Mikroleistungen). Wenn auch hier eine Massenproduktion in Chargenprozessen (auf Wafern) gelingt, lassen sich nicht nur die Kosten beträchtlich senken, sondern auch eine große Zahl von Aktoren parallel und/oder redundant einsetzen.

Diese mikro-mechatronischen Systeme benötigen einen genauen, rechnergestützten Entwurf in mehreren Phasen. Sie lassen sich in vielen Fällen im Unterschied zu makro-mechatronischen Systemen nicht einfach aus mehreren Komponenten zusammenmontieren, sondern bilden von Grund auf eine Einheit. Die hohe Integrationsdichte erfordert deshalb eine Modellbildung und Simulation von Anfang an.

Insgesamt ergeben sich mit diesen mikromechatronischen Systemen sehr viele Möglichkeiten für neue Produkte.

7. Zusammenfassung

Nach einer Festlegung des Begriffes "Mechatronik" wurden zunächst die Funktionen mechatronischer Systeme erläutert. Hierbei spielt eine ganzheitliche Betrachtung und das Wechselspiel zwischen der Aufteilung der Funktionen im mechanischen und elektronischen Teil eine wesentliche Rolle. Es ergeben sich z.B. Vereinfachungen im mechanischen Aufbau,

durch Software beeinflussbare Eigenschaften, selbststellende Systeme und autonome Einheiten. Bei der Entwicklung lassen sich eine Integration der Komponenten (Hardware) und eine Integration durch Informationsverarbeitung (Software) unterscheiden. Die verschiedenen Arten der Informationsverarbeitung von der Steuerung und Regelung bis zum Prozeßmanagement sind hierarchisch gegliedert. Es werden modellgestützte Methoden aus der Meß- und Regelungstechnik eingesetzt und mit der Verwendung wissensbasierter Methoden deutet sich eine Entwicklung zu mehr intelligenten Systemen an.

Entwicklungen bei Sensoren, Aktoren, der Mikroelektronik und Bussystemen werden kurz gestreift. Auch hier zeigt sich eine Integration der Komponenten und der Funktionen. Schließlich wurden die Entwurfsschritte für mechatronische Systeme zusammengefaßt, einige Software-Werkzeuge für den Entwurf angegeben und die Möglichkeit der Hardware-in-the-loop Simulation beschrieben. Ein Ausblick auf mikromechatronische Systeme schließt den Beitrag ab.

Zusammenfassend sind mechatronische Systeme also gekennzeichnet durch

- gesamtheitliche Betrachtung- Wechselspiel beim konstruktiven Entwurf zwischen Mechanik und Elektronik - Räumliche Integration der Komponenten (Hardware) und funktionelle Integration durch Informationsverarbeitung (Software)
- neuartige Funktionen
- synergetische Effekte
- systematischer rechnergestützter Entwurf.

Anmerkung: Dieser Beitrag ist im Zusammenhang mit dem Sonderforschungsbereich 241 "Integrierte mechanisch-elektronische Systeme für den Maschinenbau (IMES)" entstanden, der an der TH Darmstadt seit 1988 durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert wird. In diesem SFB arbeiten 10 Institute der Fachbereiche Elektrotechnik, Mechanik und Maschinenbau zusammen, um exemplarisch Grundlagen für mechatronische Systeme zu erforschen.

Literatur

- [1] Kitaura, K.: Industrial Mechatronics. New East Business Ltd. (1986), in Japanese.
- [2] Buß, M., Hashimoto, H.: Mechatronik in Japan. In [12].
- [3] Schweitzer, G.: Mechatronik-Aufgaben und Lösungen. VDI-Berichte Nr. 787 (1989).

- [4] *MacConaill, P.A., Drews, P. und Robrock, K.-H.*: (Hrsg.). *Mechatronics and Robotics* I. IOS Press, Amsterdam 1991.
- [5] *Ovaska, S.J.*: Electronics and information technology in high range elevator systems. *Mechatronics* 2 (1992) Nr. 1, S. 89-99.
- [6] *Weißmantel, H.*: *Mechatronik-Elektromechanik-Feinwerktechnik*. VDI-Workshop, Braunschweig 1992.
- [7] *Bradley, D.A., Dawson, D., Burd, D. and Loader, A.J.*: *Mechatronics-Electronics in products and processes*. Chapman and Hall, London 1991.
- [8] *Mechatronics: An International Journal*. Aims and Scope. Pergamon Press, Oxford 1991.
- [9] *Mechatronics System Engineering: Int. Journ. on Design and Application of Integrated Electromechanical Systems*. Kluwer Academic Publ., Nethol.
- [10] *Kontrollierte Bewegungen: Mechatronik im Maschinen- und Fahrzeugbau*. Düsseldorf: VDI-Verlag 1989.
- [11] *Mechatronics: Designing intelligent machines*. Proc. IEE-Int. Conf., 12-13.9.1990, Univ. of Cambridge.
- [12] *Isermann, R., u.a.*: Integrierte Mechanisch-Elektronische Systeme. Fachtagung TH Darmstadt 2./3.3.93. VDI-Bericht Reihe 12 (1993) Nr. 179.
- [13] *Hiller, M., Fink, B.*: *Meachtronics and Robotics*. 2nd Conf., 27.-29.9.1993, Duisburg/Moers.
- [14] *Leonhardt, W.* (1994): *Mechatronics - Another buzzword or real processin engineering*. IEEE Ind. Electron. Soc. Newsletter, June 1994.
- [15] *Kaynak, O. u.a.*: Recent advances in mechatronics. Proc. of Int. Confer. ICRAM'95 in Istanbul, Türkei, 14.-16.8.1995.
- [16] *Isermann, R.*: Information processing for mechatronic systems. Proc. Int. Confer. ICRAM'95 in Istanbul, Türkei, 14.-16.8.95 und IEEE/ASME Transaction on Mechatronics, Vol. 1, No. 1, 1996.
- [17] *Tränkler, H.R.*: *Taschenbuch der Meßtechnik*. R. Oldenbourg Verlag, München 1990.
- [18] *Kleinschmidt, P.*: *Intelligente Sensorsysteme*. VDI-Bericht (1990) Nr. 855.
- [19] *Kiencke, U.*: *Sensorik im Kraftfahrzeug - vom Sensor zum System*. VDI-Bericht (1992) Nr. 939.
- [20] *Hartmagel, H.L.*: New technology developments for III-V semiconductor devices operated above 300° C. 180th Electrochemical Soc. Meeting, Phoenix, USA 13-

- 18.10.91.
- [21] Integrierte Drehmomentmessung, Kolloquium TH Darmstadt, Leitung Prof. Dr.Dr. Pahl, 16.1.92. Berichtsband des DFG-Sonderforschungsbereiches 241 (IMES), TH Darmstadt.
- [22] Raab, U.: Stell- und Positionierantriebe im Kraftfahrzeug. FVV-Bericht Heft 457. Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V. Frankfurt (1990).
- [23] Janocha, H.: (Hrsg.). Aktoren - Grundlagen und Anwendungen. Springer Verlag, Berlin 1992.
- [24] Isermann, R. und Raab, U.: Intelligent actuators-ways to autonomous systems. Automatica 29 (1993) 5, S. 1315-1331.
- [25] Actuator'94: 4th Int. Conference. VDI/VDE-Technologiezentrum Bremen, (1994).
- [26] Färber, G.: Entwicklungstendenzen der Mikroelektronik und der Informationstechnik. Automatisierungstechnische Praxis 31 (1989) 9, S. 400-407.
- [27] Glesner, M.: Schlüsseltechnologie Mikroelektronik. GIT-Fachz. Lab. (1992) 2, S. 152-154.
- [28] Färber, G.: Feldbus-Technik heute und morgen, atp 11 (1994), S. 16-36.
- [29] Lauber, R.: Prozeßautomatisierung, Springer-Verlag, Berlin 1988.
- [30] Fasol, K.H., Diekmann (Ed.): Simulation in der Regelungstechnik. Springer-Verlag, Berlin 1990.
- [31] Kreuzer, E. Leister, G.: Programmsystem NEWEUL '90. TU Stuttgart, Institut für Mechanik, 1991.
- [32] Hiller, M.: Modelling, Simulation and Control design for large and heavy manipulators. Int. Conf. on Rec. Adv. in Mechatronics, Istanbul, Türkei, 14.-16. Aug. 1995.
- [33] Schumann, A. (1994): Rechnergestützte mathematische Modellbildung mittels Computeralgebra. Automatisierungstechnik 42, S. 23-33.
- [34] Elmquist, H.: Object-oriented modeling and automatic formula manipulation in Dymola. Scand. Simul. Society SIMS 93, Kongsberg, June 1993.
- [35] Grübel, G. (1995): Regelungstechnische Entwurfsautomatisierung. Automatisierungstechnik 43, S.3-13.
- [36] Pfannstiel, D.: Selftuning and adaptive control with personal computers. 9th IFAC-Symposium on Identification, Budapest 8.-12.7.1991.
- [37] Isermann, R., Knapp, Th. und Peter, K.-H.: Entwurf und Erprobung digitaler Regelungen mit Personal Computern. GMA-Kongress "Meß- u. Automatisierungstechnik",

- Baden-Baden 18./19.Sept. 1990.
- [38] *Hanselmann, H.*: Hardware in-the-loop simulation as a standard approach for development, customization, and production test. SAE 930207, March 1-5, 1993.
- [39] *Sinsel, St.*: Hardware-in-the-loop-Echtzeitsimulation von Dieselmotoren. Interner Bericht. Institut für Regelungstechnik, Technische Hochschule Darmstadt 1994.
- [40] *Lehr, H., Ehrfeld, W., Schmidt, M., Kallenbach, E. and Tuan, A.*: Application of the LIGA technique for the development of microactuators based on electromagnetic principles. J. Micromech. Microeng. 2 (1992), S. 229-233.
- [41] *Menz, W.*: Die Mikrosystemtechnik und ihre Anwendungsgebiete. Spektrum der Wissenschaft, Febr. 1994, S. 92-99.
- [42] *Fukuda, T., Arai, F.*: Microdevices and micro robotics. 2nd Conf. on Mechatronics and Robotics, Duisburg, Sep. 27-29, 1993 Imech, Moers.
- [43] *Bryzek, J., Petersen, K. and McCulley, W.*: Micromachines on the march. IEEE-Spectrum (1994) S. 20-31.

Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel, Vorsitzender

Sehr geehrter Herr Isermann,

zunächst einmal tut es mir leid, daß wir offensichtlich den falschen Titel hier gedruckt haben. Es wäre uns auch viel einfacher gefallen, hätten wir „Mechatronische Systeme“ geschrieben, auf der anderen Seite bin ich froh darüber, daß Sie sich nicht an unsere Einladung gehalten haben, denn da hätten wir nur ein Bruchteil dessen hier gehört, was Sie uns hier dargestellt haben. Ich persönlich muß sagen, es ist immer wieder erstaunlich, wenn man als Außenstehender sieht, wie weit eigentlich die Informationsverarbeitung Platz greift, wie die Informationsverarbeitung genutzt wird sozusagen als übergreifende und vereinigende Klammer, viele historisch gewachsene Dinge enger zusammenbringt, und hinten kommt etwas wesentlich besseres raus. Wir wissen ja alle, daß wir in der Bundesrepublik im Prinzip, was das Thema Datenverarbeitung anbelangt, die aktive Entwicklung auf der Hardware-Seite verschlafen haben, und ich sehe hier, in der intelligenten Nutzung und Weiterentwicklung der Software in Kombination mit traditionellen Gebieten eine enorme Chance, doch wieder auf dem Weltmarkt zu mehr Ansehen zu kommen und auf diesem Weg neue Produkte und neue Arbeitsplätze zu kreieren. Ein bißchen betrübt ist man dann während Ihres Vortrages geworden, so gegen Ende zu, als Sie uns dargestellt haben, wie enorm schwierig es ist, die Mittel zu beschaffen. Sie haben es sehr positiv dargestellt, in dem Sie sagten, wir gehen halt auf die Industrie zu, suchen Kooperationen. Es hat sicherlich den enormen Vorteil, daß Sie sehr anwendungsnah entwickeln können, daß Sie sehen, was hinten rauskommt, ist sicherlich für die Mitarbeiter von Ihnen sehr zufriedenstellend. Auf der anderen Seite kann natürlich das Heil nicht nur darin liegen, daß der Staat sich immer mehr zurückzieht mit seiner Unterstützung und am Schluß nur noch die Industrie die Mittel bereit stellen soll. Ich persönlich muß sagen, ich war fasziniert von diesem Vortrag. Aber, da ich ein Chemiker bin, ein Außenstehender und über keine Detailkenntnisse verfüge, möchte ich doch fragen, ob noch Wortmeldungen zu diesem Thema sind. Das scheint nicht der Fall zu sein. Es liegt wahrscheinlich daran oder es muß daran liegen, daß Sie das so klar dargestellt haben. Ich darf mich nochmals bedanken, und ich darf hoffen, daß Ihnen in Zukunft bezüglich der finanziellen Mittel das Wasser nicht abgegra-

ben wird, sondern mehr sprudelt, denn es scheint ja sehr sehr viel hinten herauszukommen. Nochmals besten Dank.

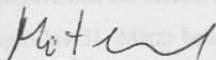
Sie alle möchte ich bitten, noch, sofern Sie Zeit haben, die Gelegenheit zu einem kleinen Imbiß zu nehmen, und nochmals auf Wiedersehen im nächsten Jahr.

Dipl.-Ing. Rainer Müller-Donges, Schatzmeister und Schriftführer

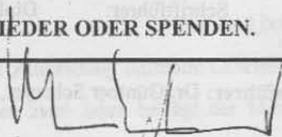
Meine Damen und Herren,

bevor Sie zum Imbiß schreiten, möchte ich mich doch noch ganz kurz zu Wort melden, nämlich, es wurde heute viel gedankt, Herr Dr. Nothnagel, aber einem wurde nicht gedankt, und das sind Sie. Das möchte ich jetzt übernehmen. Sie haben diese Jahrestagung, meine ich, ganz ausgezeichnet geleitet, und hier ein großes Interesse auch verspürt, an unserer Vereinigung. Aber nicht nur das, auch mein persönlicher Dank für dieses Jahr der Zusammenarbeit. Wir haben ja sehr intensiv uns hier einarbeiten müssen in diese Materie, und ich meine, es ist eine angenehme und freundschaftliche Art, mit der wir hier für die Vereinigung arbeiten können, und ich wünsche mir, daß das auch in Zukunft so weiter geht. Jedenfalls Ihnen auch nochmals an dieser Stelle, Herr Dr. Nothnagel, herzlichen Dank, und ich glaube, ich spreche auch im Auftrag hier der Versammlung. Vielen Dank.

**SIE SIND MITGLIED DER ERNST-LUDWIGS-HOCHSCHULGESELLSCHAFT
SIND ES IHRE FREUNDE AUCH?
BITTE WERBEN SIE NEUE MITGLIEDER ODER SPENDEN.**



Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel
Vorsitzender



Dipl.-Ing. Rainer Müller-Donges
Schatzmeister und Schriftführer

Vereinigung von Freunden der Technischen Hochschule zu Darmstadt e.V.

Ernst-Ludwigs-Hochschulgesellschaft

Geschäftsstelle und Postanschrift: Eduard Zintl-Institut

Hochschulstraße 10

64289 Darmstadt

Z 10/139

Telefon: 06151/21308

Telefon THD: 16 4144

Fax: 06151/21308

Email: Schreyer@hrz1.hrzh.th-darmstadt.de

Ehrenpräsident: Dr.rer.pol. Dr.-Ing.E.h. Dr.phil.h.c. Kurt Werner, Darmstadt

Vorstand: Vorsitzender: Dr.-Ing. Karlheinz Nothnagel, Darmstadt

Stv. Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Fritz Brandt, Darmstadt

Schatzmeister und

Schriftführer: Dipl.-Ing. Rainer Müller-Donges, Darmstadt

Vorstandsrat: Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Christoph Hars, Darmstadt

Stv. Vorsitzender: Dipl.-Ing. Horst H. Blechschmidt, Darmstadt

Schriftführer: Dipl.-Ing. Horst H. Blechschmidt, Darmstadt

Geschäftsführer: Dr. Günther Schreyer, Darmstadt

Die Vereinigung bezweckt die Förderung der Wissenschaft in Forschung und Lehre, insbesondere an der Technischen Hochschule Darmstadt. Dabei verfolgt sie ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige Zwecke. Dieses Ziel soll erreicht werden:

1. durch Vorträge und Aussprachen in Versammlungen,
2. durch Beiträge zur Errichtung und Ausgestaltung von Instituten und Einrichtungen der Hochschule,
3. durch Bewilligung von Mitteln zur Lösung bestimmter wissenschaftlicher, technischer und künstlerischer Aufgaben in Forschung und Lehre,
4. durch Bildung von Ausschüssen zur Bearbeitung wichtiger Fragen, zur Mitarbeit in Instituten, zur Beratung der Hochschule in wissenschaftlichen, technischen und künstlerischen Angelegenheiten in Forschung und Lehre,
5. durch Bekanntgabe von Arbeiten, namentlich von solchen, bei denen die Vereinigung Mittel zur Verfügung gestellt hat,
6. durch Verleihung von Preisen für hervorragende wissenschaftliche Leistungen.

Die Höhe des Jahresbeitrages wird der Selbsteinschätzung jedes Mitglieds überlassen; der Mindestbeitrag wird durch Beschluß der Hauptversammlung festgelegt. Er beträgt z.Z. für

- | | |
|---|-----------|
| a) Körperschaften, Firmen, Gesellschaften, Verbände und Vereine | DM 200,00 |
| b) Behörden und Verbände früherer Hochschulangehöriger | DM 100,00 |
| c) Einzelmitglieder | DM 60,00 |
| d) Pensionäre | DM 40,00 |
| e) Absolventen der Hochschule sind für das bei der Anmeldung laufende Geschäftsjahr (01. April bis 31. März) beitragsfrei. Für die nächsten zwei Jahre beträgt der Mindestbeitrag DM 10,00 pro anno, der sich in den dann folgenden Jahren 10,00 pro anno, der sich in den dann folgenden Jahren auf den regulären Mindestbeitrag für Einzelmitglieder) auf DM 60,00 erhöht. | |
- d.h.*

Einzelpersonen können nach Vollendung des 55. Lebensjahres ihren Beitrag durch Zahlung des 15-fachen Mindestbeitrages auf Lebenszeit ablösen.

In Sonderfällen kann der Vorstand die von der Hauptversammlung festgelegten Mindestbeiträge für Einzelpersonen ermäßigen.

**Konten der Vereinigung von Freunden
der Technischen Hochschule zu Darmstadt e.V.**

**Bankkonten für empfangerb bestimmte
Spenden:**

Deutsche Bank AG Darmstadt
Nr. 0 280 222 (BLZ 508 700 05)

Deutsche Bank AG Darmstadt
Nr. 0 281 121 (BLZ 508 700 05)

Dresdner Bank AG Darmstadt
Nr. 1 756 990 00 (BLZ 508 800 50)

Dresdner Bank AG Darmstadt
Nr. 1 756 990 01 (BLZ 508 800 50)

Postbank Frankfurt/Main
Nr. 3316 37-604 (BLZ 500 100 60)