



Netzwerk-Report

Nr. 1

Aktivierende Lehr- und Lernformen in der Ingenieurausbildung

Dokumentation des Workshops
am 16./17.10.98 an der TU Darmstadt

Herausgeber:
Technische Universität Berlin
Zentraleinrichtung Kooperation



Netzwerk Innovative Ingenieurausbildung – Ingenieurinnen und Ingenieure für die Zukunft

Reihe
Netzwerk-Report
Nr. 1

**Aktivierende Lehr- und Lernformen
in der Ingenieurausbildung**

Workshop
des Netzwerks Innovative Ingenieurausbildung
am 16. und 17. Oktober 1998
an der TU Darmstadt

Impressum

Herausgeber:

Netzwerk Innovative Ingenieurausbildung
– Ingenieurinnen und Ingenieure für die Zukunft

Geschäftsstelle:

Zentraleinrichtung Kooperation
Technische Universität Berlin
Steinplatz 1
10623 Berlin

Redaktion und Layout:

Marita Ritter
Holger Kleeßen

Druck:

TU-Druckerei
1. Auflage
Berlin, Januar 1999

Gefördert vom Bundesministerium
für Bildung und Forschung



Inhalt

Editorial	6
Teil I: Der Workshop	
„Aktivierende Lehr- und Lernformen in der Ingenieurausbildung“ Einladung und Tagungsprogramm	7
Netzwerk „Innovative Ingenieurausbildung“ – Ingenieurinnen und Ingenieure für die Zukunft <i>Dr. Wolfgang Neef, Zentraleinrichtung Kooperation, TU Berlin</i>	9
Projektarbeit: Konstruktionspraxis und Anforderungen an Lehr- und Lernformen <i>Dr.-Ing. Eckart Frankenberger, Entwicklung Heidelberger Druckmaschinen</i>	13
A way of continuous Quality assessment: Project-organisation in University-Studies and University-Systems. The Aalborg Experiment. <i>Prof. Sven Hvid Nielsen, Department of Production, University of Aalborg, Denmark</i>	26
Arbeitsgruppe A:	
Ein Planspiel als Studieneinstieg für das Maschinenbaustudium <i>Prof. Peter Fröhlich, Prof. H. J. Holland, Fachhochschule Wiesbaden</i>	35
Arbeitsgruppe B:	
Projects in Higher Education of Engineers Teaching engineering design in the new four-year course at Cambridge University <i>Ken Wallace, Department of Engineering, University of Cambridge</i>	43
Projects in Higher Education of Engineers (Zusammenfassung) <i>Ute Berbuir, Wissenschaftl. Sekr. f. d. Studienreform in NRW</i>	59
Reflection in Project Work: A Case Study from the Basic Study Programme at Faculty of Technology and Science, Aalborg University. <i>Prof. Mona Dahms, University of Aalborg</i>	63
Arbeitsgruppe C:	
Studienbüro als organisierendes Zentrum am Fachbereich – ein Schritt auf dem Weg zu einem Fachbereich als lernende Organisation <i>Wim Görts, TU Darmstadt</i>	67
Teil II: Das Netzwerk	
Das Netzwerk/Projekt „Innovative Studiengänge in der Ingenieurausbildung“ – Schlußfolgerungen für die Bachelor/Master - Diskussion? <i>Dr. Bernd Kaßbaum, IG Metall - Vorstand</i>	72
Netzwerk-AG Berufsfähigkeit und Praxisintegration	79
Reformen der Ingenieurausbildung in internationaler Perspektive <i>Günter Heitmann, TU Berlin</i>	83
Netzwerk-AG Frauen und Studienreform (FuS)	89
Netzwerk-AG Interne Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit	91
Teil III: Anhang	
Liste der Netzwerk-TeilnehmerInnen	92
TeilnehmerInnen am Workshop	96
AutorInnenverzeichnis	97

Editorial

Der vorliegende Netzwerk-Report Nr. 1 erfüllt mehrere Funktionen. Er ist zunächst im Teil I der Bericht über den 1. Tag des Workshops „Aktivierende Lehr- und Lernformen in der Ingenieurausbildung“ im Oktober 1998 in Darmstadt. Neben dem BMBF, das den Löwenanteil der Finanzierung getragen hat, danken wir der TU Darmstadt und den Kolleginnen und Kollegen der Hochschuldidaktischen Arbeitsstelle, insbesondere Marion Eger für die Vorbereitung und Organisation. Wir danken auch der Fa. Siemens für die ergänzende finanzielle Unterstützung des Workshops. Es lagen nicht aus allen Arbeitsgruppen schriftliche Berichte vor; wir haben zusätzlich ein Papier aus Aalborg, verfaßt von Mona Dahms, aufgenommen, das das Referat von Sven Hvid Nielsen gut ergänzt.

Im Teil II haben wir – zusätzlich zur Wiedergabe der Überlegungen der Arbeitsgruppen am 2. Tag des Workshops - Papiere aufgenommen, die durch die Arbeitsgruppen des Netzwerks im Jahr 1998 erarbeitet wurden. Insofern ist dieser Bericht auch der erste „Netzwerk-Report“, der gleichzeitig die aktuellen Listen für die interne Kommunikation des Netzwerks enthält (Teil III).

Wir würden uns freuen, wenn diese Veröffentlichung dazu beiträgt, durch die Papiere zum Projektstudium Reformprozesse an den Hochschulen zu unterstützen, das Netzwerk bekannter zu machen und gleichzeitig die interne Kommunikation im Netzwerk einen weiteren Schritt voranzubringen. Wir hoffen, bald einen zweiten Report herausbringen zu können – geplant ist 1999 ein Workshop zum Thema „Studienreform als Frauenförderung“.

Die Herausgeber

Aktivierende Lehr- und Lernformen in der Ingenieurausbildung

Fachtagung am 16. und 17. Oktober 1998 an der TU Darmstadt

Präambel

Der methodische Anteil der Ingenieurausbildung muß die Befähigung zum Handeln fördern und an den aktuellen und erwarteten realen Ingenieur Tätigkeiten orientiert werden.

Große Teile der Ingenieurausbildung müssen in problemorientierten und selbstorganisierten Lehr- und Lernformen angeboten werden.

("Leitbilder zur Reform der Ingenieurausbildung." In: W. Neef, T. Pelz (1997) "Innovative Studienmodelle in der Ingenieurausbildung")

In einigen Technischen Universitäten in Europa ist problem- bzw. projektorientiertes Studium seit Jahren breitflächig eingeführt und ständig weiterentwickelt worden. Diese Erfahrungen, auch mit den Schwierigkeiten des Projektstudiums, sollen in unserer Fachtagung ausgetauscht und Möglichkeiten der Einführung bzw. Verbesserung dieser Studienform diskutiert werden. Dabei liegt ein wesentlicher Akzent auch auf konkreter Hilfestellung aus dem Netzwerk für Fachbereiche, die die Einführung aktivierender Lehr- und Lernformen beabsichtigen.

Kurzbeschreibung

"Projektarbeit" ist in Unternehmen seit einigen Jahren im Ingenieurbereich gängige Praxis. Die Fähigkeit dazu wird jedem Absolventen/jeder Absolventin der Ingenieurwissenschaften vom ersten Tag im Beruf abverlangt. Das darauf vorbereitende "Projektstudium" als aktivierende Lehr- und Lernform wird deshalb von allen Seiten gefordert. Erfahrungen jedoch mit dieser Studienform in den klassischen deutschen Ingenieur-Studiengängen sind eher selten. Die im Rahmen der Internationalisierung erforderliche Neugestaltung der deutschen Ingenieurausbildung, z. B. durch Einführung von Bachelor- und Master-Abschlüssen und Akkreditierungssystemen oder Modularisierung, erfordert jedoch rasche Reformen in dieser Richtung.

Im "Netzwerk innovative Ingenieurausbildung" sind mehrere Reformprojekte vertreten, die seit längerer Zeit Projekte im Grund- und Hauptstudium durchführen und die Schwierigkeiten bei der Einführung, die Vorteile und Probleme dieser Studienform erfahren haben.

Veranstalter

Netzwerk Innovative Ingenieurausbildung
- Ingenieurinnen und Ingenieure
für die Zukunft.

Tagungsprogramm

1. Tag:

- 09.00 Uhr Eröffnung der Postersession / Filme
- 09.30 Uhr Vorstellung des Netzwerkes, Gegenseitiges Kennenlernen
- 09.45 Uhr Begrüßung durch den Präsidenten der TUD, Prof. Dr.-Ing. Wörner
- 10.00 Uhr Dr. Eckart Frankenberger, Heidelberger Druckmaschinen Projektarbeit: Konstruktionspraxis und Anforderungen an Lehr- und Lernformen
- 10.15 Uhr Diskussion
- 10.30 Uhr SA. Prof. Nielsen, Aalborg University, Dänemark
Project work in undergraduate programs of higher education of engineers.
- 10.45 Uhr Diskussion
- 11.00 Uhr Parallele Kleingruppen:
- Planspiel zur Einführung in das Maschinenbaustudium (Prof. Fröhlich, Prof. Holland, FH Wiesbaden)
 - Projects in Higher Education of Engineers (Prof. Wallace, Cambridge University)
 - Organisationales Lernen (Dr. Deneke, TU Darmstadt)
 - Lernen in selbstorganisierten studentischen Gruppen (Lernzentrum Maschinenbau, u.a.)

- 12.00 Uhr Mittagessen
- 13.00 Uhr Fortsetzung: Parallele Kleingruppenarbeit (s.o.)
- 17.00 Uhr Plenum
- 19.00 Uhr Ende des 1. Tages; Abendessen, informelles Zusammensein

2. Tag:

- 9.00 Uhr Parallel zur Postersession /Filmen Arbeit in den ständigen Arbeitsgruppen des Netzwerkes:
- Berufstätigkeit von Ingenieuren und Ingenieurinnen
 - Frauen und Studienreform
 - Internationalisierung¹
 - Öffentlichkeitsarbeit
- 10.30 Uhr Stand der Arbeit in den ständigen Arbeitsgruppen des Netzwerkes, Plenum
- 11.30 Uhr Verabredungen für das nächste Plenum
- 12.00 Uhr Ende der Veranstaltung, Mittagessen

¹ Die beiden Protagonisten der AG Internationalisierung haben zeitgleich an zwei großen internationalen Veranstaltungen zum Thema teilgenommen. Die AG hat nicht getagt; der aktuelle Stand der Diskussion ist jedoch im Beitrag von Günter Heitmann (S. 81 ff) nachzulesen.

Netzwerk „Innovative Ingenieurausbildung“ – Ingenieurinnen und Ingenieure für die Zukunft

Wolfgang Neef, Zentraleinrichtung Kooperation, TU Berlin

Das Netzwerk wurde gegründet zur Unterstützung von Reformen in der Ingenieurausbildung an Universitäten und Fachhochschulen. Es baut auf auf folgenden Faktoren, die Reformen in der Ingenieurausbildung dringend erfordern:

Schon seit mehreren Jahren verzeichnen wir einen starken Rückgang der Studienanfängerzahlen in fast allen Ingenieurstudiengängen. In den technischen Fachbereichen verstärkt sich die Sorge, daß angesichts der Finanzknappheit der Hochschulen dieses Wegbrechen der Studienanfängerzahlen unmittelbare Folgen für die Ausstattung haben würde. Auch die Beschäftigten sind alarmiert: Es wird befürchtet, daß in wenigen Jahren ein deutlicher Mangel an Absolventinnen und Absolventen der Ingenieurwissenschaften herrschen wird.

Dieser Rückgang der Studienanfängerzahlen ist zwar auch darauf zurückzuführen, daß in den letzten Jahren die Arbeitslosenzahlen im Ingenieurbereich nicht nur konjunkturell, sondern auch strukturell stark gestiegen sind – mit ursächlich ist sicherlich aber auch eine mangelnde Attraktivität des Ingenieurstudiums. Es gilt als hart, fachlich deutlich zu eng, verschult, kurz als „Durststrecke“, die absolviert werden muß, um dann schließlich zum Abschluß zu kommen. Besonders Frauen werden durch das Ingenieurstudium in seiner jetzigen Form stark abgeschreckt, wie die Zahlen deutlich zeigen: Wir liegen in Deutschland, international verglichen, fast an letzter Stelle bezüglich des Frauenanteils in Ingenieurberufen.

Die Einmündung in den Beruf hat sich für Absolventinnen und Absolventen der Ingenieurwissenschaften ebenfalls deutlich gewandelt. Nach Studienabschluß werden in der Regel eher prekäre Arbeitsverhältnisse angeboten, in Gestalt von Projekt- und Zeitverträgen – und dieser Einstieg heißt, daß vom ersten Tag an möglichst die volle Leistung im Beruf erbracht werden muß. Bisherige Einarbeitungszeiten fallen weg

oder werden stark reduziert. Auch die Selbstständigkeit als Perspektive nach Abschluß des Studiums verlangt einen sofortigen Einstieg in riskante Berufssituationen. Hinzu kommt, daß Studierende oft schon während ihres Studiums praktisch als Ingenieurinnen oder Ingenieure arbeiten – nach einer (nicht repräsentativen) Studie an der TU Berlin ist dies etwa die Hälfte der Studierenden, und zwar in einem Volumen von durchschnittlich 20 Stunden pro Woche über das gesamte Jahr. Diese Studierenden sehen eine erhebliche Diskrepanz zwischen den an der Hochschule angebotenen Qualifizierungsmöglichkeiten und den Notwendigkeiten, die sich aus ihrer Berufspraxis ergeben.

Seit spätestens Ende der 80er Jahre finden in den Unternehmen, die klassischerweise viele Ingenieurinnen und Ingenieure beschäftigen, erhebliche strukturelle Veränderungen statt. Neue Anforderungen ergeben sich aus der Organisationsform der Projektarbeit, aus flachen Hierarchien, aus Outsourcing-Vorgängen, aus produkt- statt fachbezogener Arbeitsweise und deutlich größerer Kundennähe auch bislang eher „kundenferner“ Ingenieurarbeit z. B. in Forschung und Entwicklung.

Die deutschen Ingenieurinnen und Ingenieure geraten seit einigen Jahren international unter Druck. Spürbar ist dies an der Diskussion über das deutsche Ingenieurdiplom: Es wird nicht mehr umstandslos akzeptiert. Die Einführung von Bachelor und Master, in der Folge die Einführung von Akkreditierungssystemen steht auf der Tagesordnung. Dies kann nicht nur als Etikettenwechsel geschehen: Eine Reform in Strukturen und Inhalten in der Ingenieurausbildung ist unvermeidlich. Erst auf dieser Basis können sich dann die verschiedenen Hochschulen im Wettbewerb profilieren, und statt Einheitlichkeit wird Vielfältigkeit erforderlich sein.

Zum Netzwerk selbst:

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen haben DGB, IG Metall und Hans-Böckler-Stiftung 1996 das Projekt „Innovative Studienmodelle in der Ingenieurausbildung“ begonnen (Ergebnis als gleichnamige Broschüre erhältlich bei DGB, IGM, ZEK). Die Ergebnisse dieses Projektes sind inhaltliche Basis für eine Tagung gewesen, die 1997 an der Fachhochschule Frankfurt stattfand (Tagungsdokumentation in Buchform: Neef, W. und Th. Pelz (Hrsg.): „Ingenieurinnen und Ingenieure für die Zukunft“, TU Berlin, 1997). Bei dieser Tagung wurden erstmals systematisch Reformansätze in Deutschland zusammengetragen und vorgestellt. Das unerwartet große Echo führte dann zur Gründung des Netzwerks „Innovative Ingenieurausbildung“ durch die an dieser Tagung beteiligten Organisationen und Projekte im Herbst 1997 (DGB, IG Metall, IG Chemie, HBS, RKW, Arbeitgeber- und Unternehmensvertreter(innen), Hochschulangehörige, Hochschuldidaktik- und Weiterbildungszentren, VDI). Dabei stand eine wesentliche Erkenntnis Pate: Zwar ist inzwischen die Debatte über die notwendige Reform in der Ingenieurausbildung bundesweit verbreitet und sehr lebhaft – es gibt aber eine erhebliche Vollzugslücke zwischen diesem Diskurs und der Umsetzung in die Praxis der Hochschulen. Die Trägheit des Gesamtsystems der Ingenieurausbildung ist immer noch groß, obgleich der Finanz- und inzwischen auch der

Konkurrenzdruck zwischen den Hochschulen zusätzliche Antriebe liefern dürfte.

Das Netzwerk soll genau in die Umsetzungslücke hineinstoßen, die zum Schluß der Tagung besonders deutlich vom Vertreter des Gesamtverbandes Metallindustrieller Arbeitgeberverbände artikuliert wurde: Reformideen und –verfahren gibt es genug, auch im europäischen Ausland, man muß diese nun anwenden. Aufgrund dieses praktischen Ansatzes haben sich inzwischen auch große Unternehmen für das Netzwerk interessiert und nicht nur erste Kontakte geknüpft, sondern z. T. auch durch aktive finanzielle Hilfe Unterstützung gegeben (Siemens, Bosch, Daimler Benz - Forschung Gesellschaft und Technik).

Auch der VDI arbeitet mit seinem Bereich Berufs- und Standesfragen im Netzwerk mit.

Nach einem zweiten Workshop im Frühjahr 1998 umfaßt das Netzwerk inzwischen Mitglieder von über 20 Universitäten und Fachhochschulen: Diese sind in der Regel durch Projekte, Weiterbildungseinrichtungen bzw. hochschuldidaktische Einrichtungen und studentische Fachschaften sowie durch einzelne Interessentinnen und Interessenten vertreten. Die Gesamtzahl der Personen, die sich zur aktiven Mitarbeit im Netzwerk bereit erklärt haben, beträgt z. Zt. ca. 100.

Die Aufgaben des Netzwerkes sind folgende:

Anstoßen und Führen des notwendigen Diskurses zur Reform der Ingenieurausbildung. Der Bedarf an einem solchen Diskurs entsteht hauptsächlich dadurch, daß in den meisten Fachbereichen über Berufsanforderungen an Ingenieure und Folgerungen für die Ausbildung nahezu keine Diskussion stattfindet. Studienpläne entstehen nach wie vor fast überall additiv durch die Zusammenstellung der Fächer, der Zusammenhang zwischen den Studienzielen und der realen Lehre ist in der Regel kaum vorhanden.

Voranbringen des Informationsaustauschs. Dies gilt innerhalb einer Hochschule zwischen den Fachbereichen, zwischen deutschen Hochschulen landes- und bundesweit und auf internationaler Ebene.

Konkrete Unterstützung bei der Umsetzung von Studienreform in den Ingenieurstudiengängen. Dies geschieht nicht nur durch Informationsaustausch, sondern auch durch gezielte Vermittlung von Expertinnen und Experten und örtliche Aktivitäten des Netzwerkes, wobei auch daran gedacht ist, dies mit regionalen Unternehmen zusammen zu leisten.

Die Netzwerkorganisation wurde im Ansatz dezentral aufgebaut. Es gibt Netzwerkknoten an mehreren Hochschulorten – z. Zt. sind dies insbesondere Darmstadt, Bochum, Aachen und Berlin. Diese Netzwerkknoten sind jeweils angebunden an entsprechende Einrichtungen in diesen Hochschulen: Hochschuldidaktische Zentren, Weiterbildungseinrichtungen, Außenamt. An der Zentraleinrichtung Kooperation der TU Berlin befindet sich derzeit die zentrale Anlaufstelle des Netzwerkes.

Das Netzwerk nutzt das Internet. Es ist über eine mailing-list miteinander verbunden und hat eine eigene Web-Site. Parallel dazu wird auf konventionellen Wegen Information organisiert, weil nicht alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer am Netzwerk über das Internet erreichbar sind.

Inhaltlich ist es in Arbeitsgruppen organisiert, die ihren Stützpunkt jeweils an einem Netzwerkknoten haben. Diese Arbeitsgruppen sind flexibel konzipiert – z. Zt. gibt es vier Gruppen:

- ♦ **AG Berufsfähigkeit und Praxisintegration** (Unternehmenskontakte), angebunden an das Weiterbildungszentrum und die gemeinsame Arbeitsstelle IGM/RUB der Ruhr Universität Bochum
- ♦ **AG Frauen und Studienreform**, angebunden an die Ruhr-Universität Bochum, Projekt BELMA
- ♦ **AG Internationalisierung**, angebunden an das Außenamt der RWTH Aachen und
- ♦ **AG interne und externe Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit**, angebunden an die Zentraleinrichtung Kooperation der TU Berlin und das Wissenschaftliche Sekretariat für die Studienreform in NRW.

Die Finanzierung des Netzwerkes wurde in der Anfangsphase von der Hans-Böckler-Stiftung geleistet. Sie hat zusammen mit dem DGB und der IG Metall sowohl das initiiierende Projekt „Innovative Studienmodelle in der Ingenieurausbildung“ finanziert als auch die beiden Workshops zum praktischen Anschub. Das Rationalisierungskuratorium der Deutschen Wirtschaft

(RKW) hatte gemeinsam mit der Fachhochschule Frankfurt die initiiierende Tagung im April 1997 finanziell und organisatorisch getragen. Die Geschäftsstelle in Berlin sowie die Arbeitsgruppen, die an den dezentralen Knotenpunkten angesiedelt sind, werden durch die Infrastruktur der jeweiligen Institutionen unterstützt. Seit August 1998 beteiligt sich auch das BMBF an der Förderung des Netzwerkes: Der Workshop „Aktivierende Lehr- und Lernformen in der Ingenieurausbildung“ am 16./17.10.1998 in Darmstadt wurde von ihm finanziert; einen weiteren Beitrag dazu leisteten die TU Darmstadt und die Fa. Siemens.

Das Netzwerk strebt die Verstetigung der Finanzierung an, wobei der bisherige Finanzierungsmix weitergeführt werden soll. Dies soll auch zeigen, daß das Netzwerk nicht aus Einzelinteressen heraus gegründet ist oder arbeitet, sondern eine breite Basis hat.

Nicht nur aufgrund seiner Genese aus dem Projekt „Innovative Studienmodelle in der Ingenieurausbildung“, sondern auch zur Profilbildung und als Orientierungshilfe haben wir für das Netzwerk versucht, einige Leitbilder zu entwickeln. Dies heißt nicht, daß das Netzwerk auf bestimmte Konzepte festgelegt wäre – das wäre auch angesichts der Heterogenität der Beteiligten kaum sinnvoll. Dennoch zeigen die Leitbilder an, in welche Richtung sich die Zielsetzungen der am Netzwerk beteiligten Projekte bündeln lassen.

Das Netzwerk strebt eine verstärkte Integration gesellschaftlicher, sozialer, ökologischer und ökonomischer Bezugspunkte der Technik in die Ingenieurausbildung an. Dies bedeutet, daß die Lehrinhalte um diese Inhalte ergänzt werden sollen, und zwar vorzugsweise in integrativer Form, d. h. nicht nur additiv als Hinzufügung entsprechender Fächer. Damit verbunden ist auch die Zielsetzung, die Übernahme von Verantwortung im Ingenieurberuf schon in der Ausbildung vorzubereiten.

In stärkerem Maße als bisher soll das Studium einen reflektierten Praxisbezug aufweisen. Reflektiert heißt: Durch konkrete Erfahrungen am Lernort Praxis (durch Praktika, Projekte, Studien- und Diplomarbeiten in Zusammenarbeit mit Betrieben)

sollen die Studierenden Hochschulausbildung und praktische Umsetzung besser zueinander in Beziehung setzen können; es heißt aber auch, daß diese Praxis einer kritischen Reflexion in der Hochschule unterzogen wird und daß Anforderungen der Beschäftigten nicht alleinige Richtschnur des Studiums sein können.

Zentraler Bestandteil des Studiums sollen aktivierende und problemorientierte Lehr- und Lernformen sein. Solche Formen gewährleisten, daß „Schlüsselqualifikationen“ wie z. B. soziale Kompetenz integriert vermittelt werden können, indem sie im Studium unmittelbar eingeübt werden. Lehrveranstaltungen zu diesen Themen könnten zwar begleitend wirken, aber dieses Einüben keinesfalls ersetzen.

Es wird die Verstärkung der Beteiligung von Frauen im Ingenieurstudium und im Ingenieurberuf angestrebt. Die derzeitigen Quoten besonders in den „Kernstudiengängen“ Elektrotechnik und Maschinenbau sind absolut unzureichend und international

verglichen auf niedrigstem Niveau. Dabei geht es nicht vordergründig um das Heraufsetzen dieser Quoten, sondern um eine verbesserte Motivation von Frauen für dieses Studium und gleichzeitig durch Studienformen vergrößerte Attraktivität des Ingenieurstudiums selbst.

Das Studium soll als „Lernende Organisation“ gestaltet werden. Es muß damit auf die Veränderungen in Beruf und Gesellschaft schnell reagieren können, was beim derzeitigen System verregelter, relativ starrer und stark normierter Curricula nicht bzw. nur in aufwendigen und zeitraubenden Verfahren möglich war.

Das Netzwerk soll mithelfen, das deutsche Ingenieurstudium in internationale Reformansätze einzubetten, es für Ausländer besser zugänglich zu machen und gleichzeitig die internationale Anerkennung durch entsprechende Abschlüsse und die Einführung von Akkreditierungssystemen zu verbessern.

Zusammenfassend erscheinen mir vier Faktoren für den Erfolg des Netzwerks zentral zu sein:

Weiterhin muß die Unterstützung und Mitwirkung vielfältig und pluralistisch gestaltet sein. Weder darf das Netzwerk sich auf die „Reformszene“ beschränken, die schon seit 25 Jahren mehr oder weniger mühsame Versuche unternimmt, das Ingenieurstudium zu innovieren, noch sollte das Netzwerk seine Aufgabe darin sehen, Anforderungen der Beschäftigten 1:1 ins Ingenieurstudium zu übersetzen. Lebenswichtig ist es in diesem Zusammenhang, möglichst viele bisher in der Studienreform nicht primär aktive Akteure wie Unternehmen, Verbände, Gewerkschaften zur Unterstützung zu gewinnen und so insbesondere die bisherige Dominanz der Kultusbürokratien in der Studiengestaltung abzubauen.

Das heißt aber nicht, daß dadurch die Politik aus der Verantwortung entlassen ist. Das Netzwerk ist auf ihre Unterstützung angewiesen, soll aber seine Selbständigkeit eben durch den Pluralismus der Beteiligten aufrechterhalten. Eine regelmäßige Finanzierung der Netzwerkaktivitäten durch die Politik ist anzustreben, muß aber immer wieder ergänzt werden durch entsprechende Unterstützung

der beteiligten Unternehmen, Verbände und Gewerkschaften.

„Nichts ist erfolgreicher als der Erfolg“: Das Netzwerk wird nicht zuletzt davon abhängig sein, ob es in relativ kurzer Zeit spürbare Wirkungen entfalten kann. Um dies zu erreichen, wird es sowohl an den Hochschulen selbst auf allen Ebenen als auch mit übergeordneten Institutionen wie z. B. der HRK mehr Kooperation suchen. Erfolge des Netzwerks sollten nicht nur an seiner Mithilfe bei der Realisierung einzelner Reformprojekte gemessen werden, sondern an seiner Gesamtwirkung auf die Strukturen des Ingenieurstudiums. Dies bedeutet angesichts der Realität in den Hochschulen, daß es sich nicht nur auf kurzfristige Resultate, sondern auch auf mittelfristig wirkende Veränderungen konzentrieren wird.

Das Netzwerk muß besondere Anstrengungen machen, die Studierenden wieder stärker in den aktiven Reformprozeß hineinzuziehen: Ohne deren innovatives Drängen und ihre aktive Beteiligung wird es keine wirkliche Reform des Ingenieurstudiums geben.

Projektarbeit: Konstruktionspraxis und Anforderungen an Lehr- und Lernformen

Dr.-Ing. Eckart Frankenberger, Entwicklung Heidelberger Druckmaschinen

1 Einleitung

Traditionell werden Studenten auf ihre künftigen Aufgaben als Produktentwickler vorbereitet, indem ihnen zunächst die theoretischen Grundlagen vermittelt und anschließend Gelegenheit gegeben wird, Handlungswissen in Übungen zu erwerben. Rückmeldungen der „Kunden“ dieser Dienstleistung sind durchaus kritisch: von studentischer Seite wird die Grundlagenvermittlung häufig als anwendungsfern und isoliert erlebt (s. z.B. Umfragen AK Lehre). Die an „teamfähigen“ Mitarbeitern interessierte Industrie kritisiert, daß traditionelle Übungsformen noch stark in der individuellen Anwendung von Wissen verharren (Beitz & Helbig, 1997).

Tatsächlich sind Produktentwicklungsprojekte in der Industrie in hohem Maße arbeitsteilig, da die Komplexität industrieller Produkte und Prozesse die enge Zusammenarbeit mit Kollegen und Fachleuten aus anderen Unternehmensbereichen erfordert. Neben dem eigentlichen technischen Problemlösen gibt es dabei auch für den Konstruktionsprozeß oft entscheidende Situationen, in denen Konflikte und Störungen bewältigt werden müssen. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, daß der Verlauf der Konstruktionsarbeit ausgehend von einer Aufgabenstellung beeinflusst wird von den individuellen Voraussetzungen der einzelnen Entwickler, den Voraussetzungen der Gruppe bzw. des Teams, in dem sie arbeiten, sowie von den allgemeinen Rahmenbedingungen des Unternehmens und den spezifischen Rahmenbedingungen z.B. der Konstruktionsabteilung.

Damit stellt die Praxis der Produktentwicklung eine komplexe Arbeitsumgebung dar, die Anforderungen an den Entwickler stellt, welche über die rein technische Problembearbeitung hinausgehen: Entwick-

lungsarbeit stellt eine umfangreiche Integration vielfältiger technischer und sozialer Lehr- und Lerninhalte im Berufsalltag dar.

So kennt jeder Produktentwickler aus seinem Arbeitsalltag Beispiele für das Zusammenwirken einzelner Einflußfaktoren aus Individuum, Gruppe und Rahmenbedingungen. Doch wann ist welcher Einflußfaktor wichtig, wie wirken diese in unterschiedlichen Situationen der Arbeit zusammen und wie beeinflussen diese Faktoren das Konstruktionsergebnis im Hinblick auf Qualität, Kosten und Termine? Antworten auf diese Fragen können dazu beitragen, die Ausbildung von Produktentwicklern praxisnah zu gestalten, also die richtigen Ausbildungsschwerpunkte inhaltlich und didaktisch zu legen.

2 Untersuchung von Konstruktionsprojekten

In Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet Maschinenelemente und Konstruktionslehre der TH Darmstadt wurde eine Untersuchung durchgeführt, die sowohl die Einflußfaktoren als auch deren Bedeutung für den Konstruktionsprozeß in der Praxis erfaßt (Frankenberger, 1997).

Ausgehend von einem Vormodell (s. Abb. 1), das die verschiedenen Bereiche der Einflußfaktoren in Individuum, Gruppe, Rahmenbedingungen und Aufgabe unterteilt, wurden folgende Ziele der Untersuchung angestrebt:

- ♦ Erweiterung des Wissens über die Gruppenarbeit in der Konstruktion
- ♦ Identifikation der Einflußfaktoren, die den Konstruktionsprozeß und das Ergebnis in der Praxis beeinflussen
- ♦ Aufbau eines Modells der arbeitsteiligen Konstruktionsarbeit in der Praxis

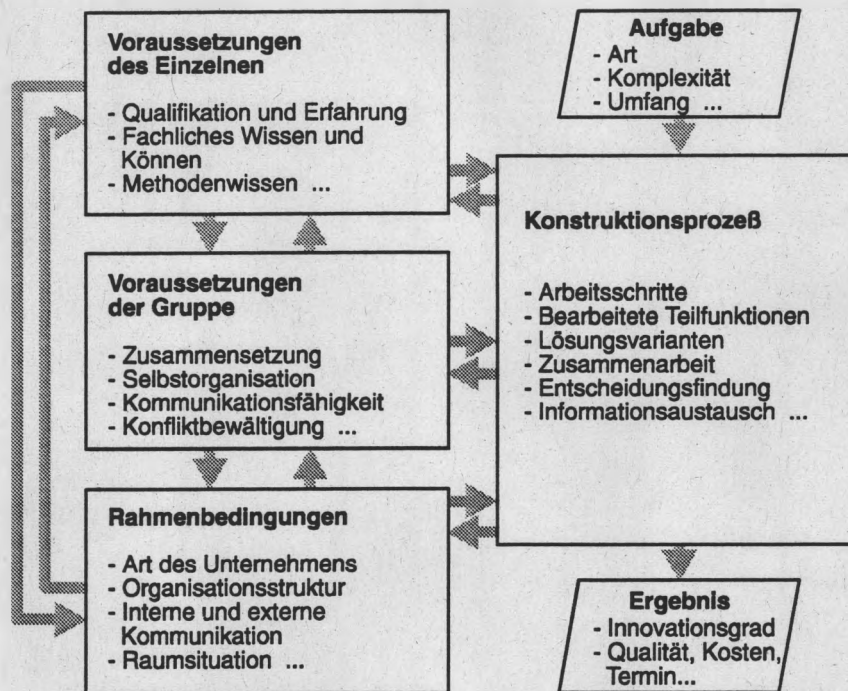


Abb. 1: Vormodell der Untersuchung.

In zwei Unternehmen wurden vier Konstruktionsprojekte über insgesamt 28 Wochen beobachtet und die Konstruktionsarbeit der beteiligten Entwickler protokolliert. Es wurden sowohl Interviews, Fragebögen als auch Computersimulationen eingesetzt, um die Rahmenbedingungen, die Voraussetzungen des Einzelnen und die Voraussetzungen der Gruppe zu erheben.

Im folgenden sollen kurz einige Beispiele zu der Erhebung der verschiedenen Daten dargestellt werden.

2.1 Erfassung des Konstruktionsprozesses

Der Konstruktionsprozeß und seine Rahmenbedingungen wurden im Unternehmen über die Beobachtung und computerbasierte On-Line Protokollierung der Einzel- und Gruppenarbeit erfaßt. Dies ist mit hinreichender Genauigkeit nur möglich, wenn die Beobachter (Ingenieure und Psychologen) in den Projekten nicht mitarbeiten. Die

Prozeßdokumentation wird ergänzt durch Erkenntnisse aus

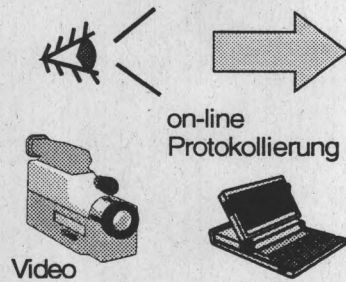
- ♦ Tagebuchformularen,
- ♦ Interviews sowie durch die
- ♦ Analyse der von den Konstrukteuren erstellten Unterlagen.

Die folgende Abbildung (Abb. 2) zeigt den Zugang zur Erfassung des Konstruktionsprozesses über verschiedene Methoden der direkten und indirekten Datenerhebung. In dem On-Line - Protokoll, das während der Beobachtung entstand, wurden die Kategorien Zeit, Hauptarbeitsschritte, Personen sowie der Text on-line protokolliert, die übrigen Kategorien wie Komponenten, Lösungsvarianten, Teilfunktionen, etc. wurden nachträglich protokolliert.

Zusätzlich wurden Phasen der Gruppenarbeit und wichtiger Einzelarbeiten zur detaillierteren Auswertung mit Video aufgezeichnet.

Protokolldatei

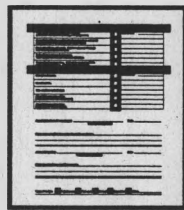
direkte Datenerhebung



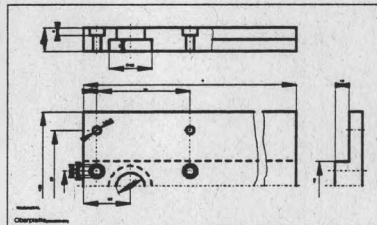
von_Zeit	bis_Zeit	HS	PS	TF	VA	PM	A	VP	Text
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
11:45:21	11:45:49	1d	ze	ps		z	2	B	gleich an fertiger Maschine testen
11:45:49	11:46:00	1d	ze	ps		z	2	B	umrüsten...
11:46:00	11:46:19	1d	ze	ps		z	3	A	beides probieren
11:46:19	11:46:32	2i	la	s	sl	c	2	B	wir haben Maschine, stecken Saftkanäle rein
11:46:32	11:46:51	2i	la	ps		i	2	E	macht das Sinn, Steuerteil nachzurüsten
11:46:51	11:47:00	2i	la	bm		i	2	E	nachrüstbar, die symm. Membraneinspannung?
11:47:00	11:47:28	2i	la	bm				A	darüber sprechen wir noch
11:47:28	11:47:53	2i	la	ps		z	3	E	Steuerteil M. Nov. mit Interieur M. Dez. testen
11:47:53	11:48:00	2i	la	s	sl	z	2	A	Saftkanäle auch aus letztem Jahr vorhanden
11:48:00	11:48:40	1d						E	wir springen jetzt etwas...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Legende: HS: Hauptarbeitsschritt, PS: Problemlöseschritt, TF: Teilfunktion, VA: Variante/Idee, PM: Produktmerkmal, A: Abstraktionsgrad, VP: Versuchsperson

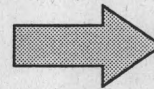
indirekte Datenerhebung



Tagebuchformulare, Fragebögen



Unterlagen, Dokumente



Interviews

Abb. 2: Methoden der direkten und indirekten Datenerhebung des Konstruktionsprozesses.

2.2 Erfassung der Voraussetzungen des Individuums und der Gruppe

Der erfaßte Konstruktionsprozeß ist die zentrale Datengrundlage für Analyse und Interpretation der Entwicklungsarbeit. Darüber hinaus sollten aber auch Aussagen über die Voraussetzungen der Entwickler als Individuen und als Gruppe zur Erklärung des Vorgehens im Projekt möglich sein.

Neben einer Reihe anderer Voraussetzungen (s. Tab. 1) wurden dazu situationsübergreifende Vorgehensstrategien der Konstrukteure bei der Bearbeitung konstruktionsfremder Probleme mit drei verschiedenen computersimulierten Problemen erfaßt. Ziel des Einsatzes dieser simulierten Szenarios ist es, spezifische Anforderungen für den einzelnen und/ oder die Gruppe zu schaffen, ohne daß für die Bearbeitung der Probleme spezifisches Fachwissen notwendig wäre (s. Badke-Schaub & Tisdale, 1995).

Datengruppe	Variablen	Methoden
Biographische Daten	♦ Alter, Ausbildung, ♦ beruflicher Werdegang ♦ Qualifikation und Erfahrung	♦ Halbstrukturiertes Interview ♦ Fragebogen
Arbeitsumfeld	♦ Motivation und Zufriedenheit ♦ Bewertung der Firma ♦ Bewertung des Projektes ♦ Beziehung zu Kollegen und ♦ Vorgesetzten	♦ Halbstrukturiertes Interview ♦ Fragebogen ♦ Videorekonstruktion
Fähigkeiten beim Umgang mit komplexen Problemen	♦ Analysefähigkeit ♦ Flexibilität ♦ Planungsfähigkeit ♦ Umgang mit Zeitdruck ♦ Streßresistenz	Computersimulationen ♦ Feuer (Individuum) ♦ Maschine (Individuum) ♦ Manutex (Gruppe)
Kompetenzen	♦ Heuristische Kompetenz ♦ Soziale Kompetenz	♦ Fragebogen (Stäudel, 1987) ♦ Beobachtung und Analyse der Interaktionen in der Gruppe
Fähigkeiten im Konstruktionsprozeß	♦ Zielanalyse ♦ Lösungssuche ♦ Lösungsauswahl und Kontrolle	♦ Tagebuchblätter / Unterlagen ♦ On-line Protokoll des Konstruktionsprozesses (Video) ♦ Videorekonstruktion

Tab.1: Variablen und Methoden zur Erfassung der Voraussetzungen des Individuums und der Gruppe.

Für diese Untersuchung wurden drei Szenarien ausgewählt, die sehr verschiedenartige Anforderungen stellen, welche im Alltag der Konstruktionspraxis eine wichtige Rolle spielen. Während das Simulationssystem 'Maschine' (Schaub, 1986) analytische Fähigkeiten und Streßresistenz fordert, erfaßt die Simulation 'Feuer' (Dörner & Pfeifer, 1991) die Fähigkeiten Flexibilität und vorausschauende Planung in einer Situation unter Zeitdruck.

Die dritte Simulation 'Manutex' (Schaub, 1988) verbindet Anforderungen des Handelns in einer komplexen Situation und des Handelns in der Gruppe. Die Bewältigung der Informationssuche und der Maßnahmengestaltung erfordert zum Beispiel die Wahl eines angemessenen Auflösungsgrades, eine geeignete Priorisierung der Teilprobleme und eine gleichzeitige Kontrolle der Wirksamkeit der durchgeführten Maß-

nahmen. Die Gruppensituation erfordert Gruppenorganisation, d.h. Strategien, die Arbeit der Gruppe zu planen und auf das Ziel hin zu strukturieren.

Die Bearbeitung der Simulationen wurde mit einem Kategoriensystem protokolliert, das die Anforderungen komplexer Situationen ebenso wie den prozeduralen Aspekt der Gruppenorganisation abbildet (Badke-Schaub, 1993).

2.3 Erfassung der Rahmenbedingungen

Interviews, Tagebuchblätter und Fragebögen wurden eingesetzt, um den Bereich der Rahmenbedingungen aus der Sicht der einzelnen Personen zu erfassen und somit Hinweise auf problematische Arbeitsabläufe zu erkennen.

Aus diesen Bewertungen können zentrale Probleme der Konstruktionsabteilung wie

auch des Unternehmens erfaßt werden. Andererseits werden auch die Auswirkungen der Rahmenbedingungen auf den einzelnen Konstrukteur erkennbar. So wird in dieser Darstellung der Äußerungen der Person B im Interview deutlich, daß dieser

Konstrukteur in seiner Arbeit frustriert ist, zum einen aufgrund der Zustände in der Konstruktionsabteilung und zum anderen aufgrund seiner eigenen Position, die ihm keinerlei Verbesserungen für die Zukunft verspricht.

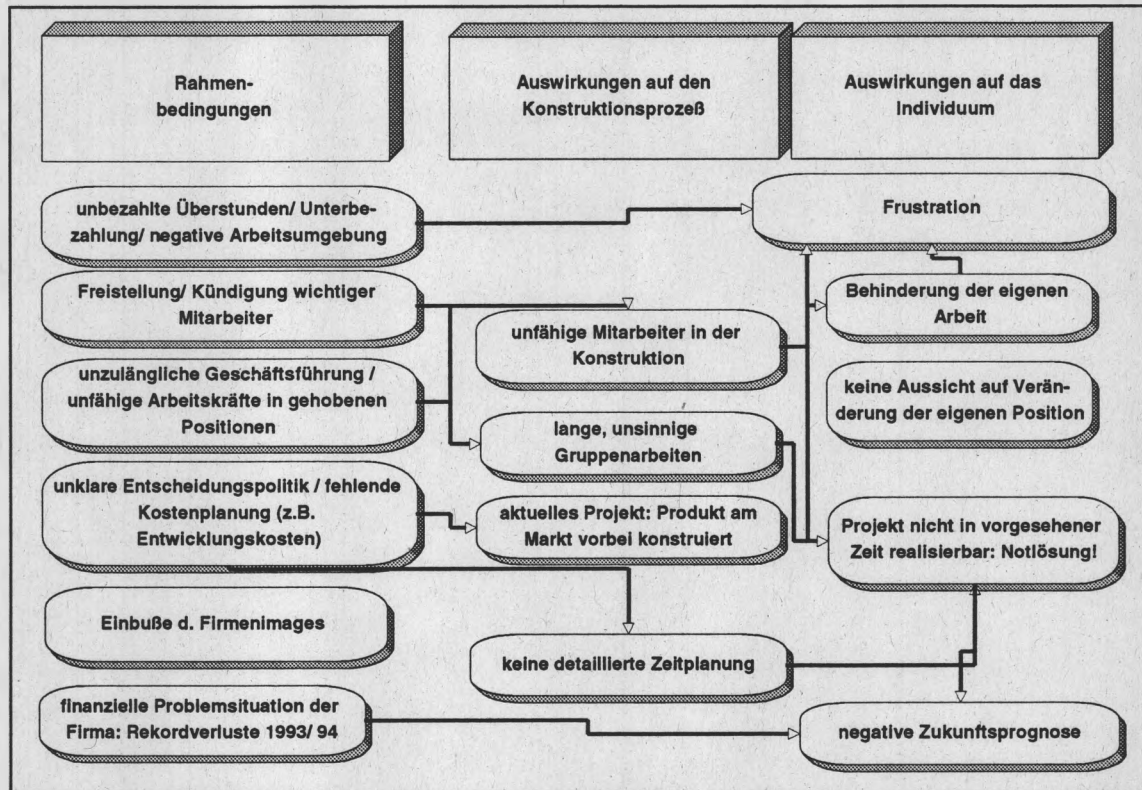


Abb. 3: Sichtweise eines Konstrukteurs zu den Rahmenbedingungen innerhalb der Firma.

3 Kritische Situationen

Wie können wir nun mit den einzelnen Untersuchungsdaten den Verlauf des Konstruktionsprozesses und das Zustandekommen des Konstruktionsergebnisses nachvollziehbar erklären?

Zunächst kristallisieren sich aus der Vielzahl der Daten Einflußfaktoren heraus, die kennzeichnend für die Individuen, die Gruppe und die Rahmenbedingungen im Unternehmen sind. Doch welche Einflußfaktoren sind besonders einflußreich und daher für eine praxisnahe Ausbildung besonders zu berücksichtigen, und in welchen Mechanismen und wo im Projekt wirken diese Einflußfaktoren zusammen?

Um dann jedoch den gesamten beobachteten und protokollierten Konstruktionsprozeß hinsichtlich seiner Einflußfaktoren und Mechanismen erklären zu können, mußte eine Methode eingesetzt werden, welche die Verknüpfung zwischen den verschiedenen Einflußfaktoren und den Prozeßcharakteristika ermöglicht.

3.1 Klassifikation kritischer Situationen

Dazu wurde der Konstruktionsprozeß in sogenannte kritische Situationen und Routinearbeit unterteilt. Kritische Situationen sind solche, in denen der weitere Prozeß auf seiner konzeptionellen und grobgestalterischen Ebene richtungsweisend geprägt bzw.

festgelegt wird; solche Situationen können demzufolge positive oder negative Auswirkung auf den weiteren Projektverlauf und das Ergebnis haben.

Notwendigerweise gibt es Regeln, nach denen solche kritischen Situationen identifiziert wurden, und zwar wurden diese zunächst anhand des allgemeinen Problemlösezyklus abgeleitet.

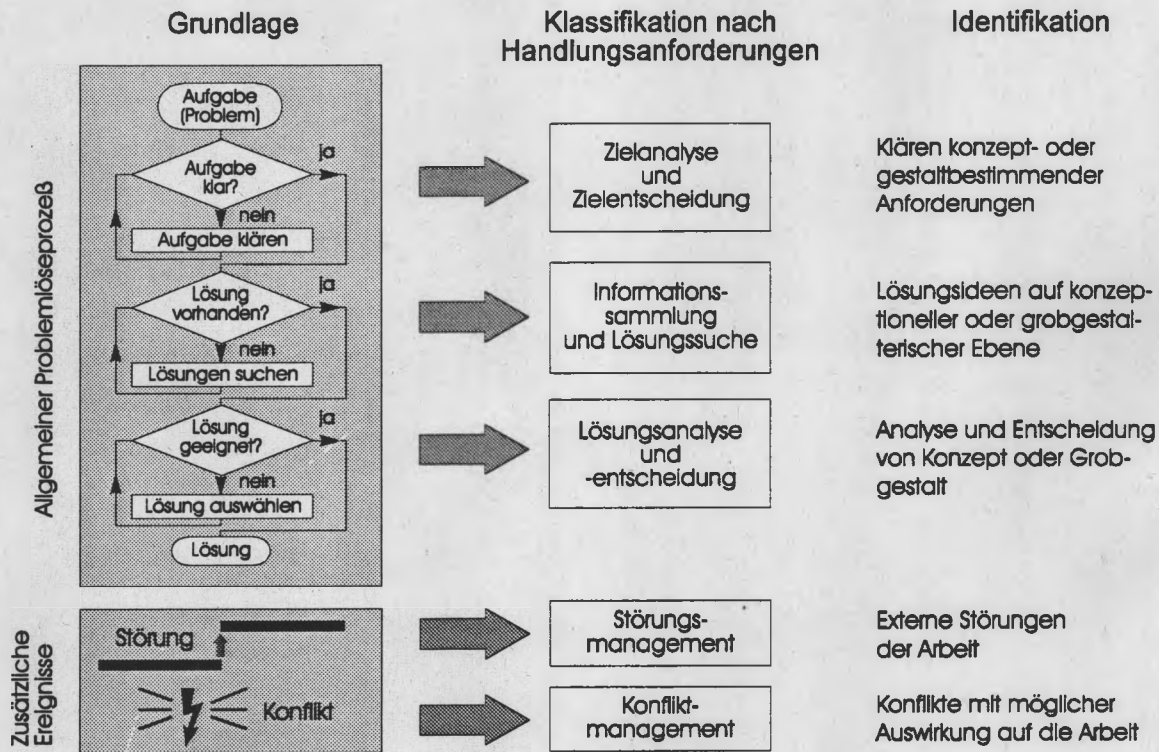


Abb. 4: Klassifikation kritischer Situationen.

3.2 Dokumentation kritischer Situationen

Jede einzelne kritische Situation wird von mindestens zwei Personen unabhängig voneinander klassifiziert und schließlich dokumentiert.

Eine Beschreibung einer kritischen Situation ist beispielsweise:

...Veranlaßt durch notwendige Änderungen sucht Konstrukteur C erstmalig nach der genauen Angabe des geforderten Durchsatzes des Streukopfes in den Verkaufsprotokollen. Dabei stellt er entsetzt fest, daß dort pro Kopf ein Spänedurchsatz von 78 m³/h vereinbart ist. Er sucht daraufhin sofort seinen Gruppenleiter B auf, mit dem er gemeinsam die Verkaufsprotokolle analysiert, um diese zentrale Anforderung zu klären („...das kann nicht sein...“).

Daher berechnet B überschlägig mit einem pragmatischen Ansatz die Durchsatzleistung der neuen Konstruktion, mit der jedoch allenfalls die halbe Durchsatzleistung zu erzielen ist. Dies führt zu der Vermutung, daß beide Deckschichtstreköpfe gemeinsam 78 m³/h Streuleistung bringen sollen.

Aus den vorhandenen Unterlagen, die zudem auf englisch sind, kann diese Frage nicht geklärt werden („...die täten die Dinge besser in Deutsch schreiben, dann würden auch weniger Fehler entstehen...“). Konstrukteur C ist verärgert und sieht die Schuld für die Unklarheit einer so zentralen Anforderung in der Abstimmung.

Nach mehreren eigenen vergeblichen Versuchen kann diese Anforderung erst drei Tage später durch den erfahrenen Leiter der Planung geklärt werden („...da gibt es nur einen der sich da auskennt und das ist der Herr L!“).

Die Dokumentation dieser kritischen Situation sieht dann folgendermaßen aus:

Kritische Situation: C 49

Datum	17.10. 1995	Dokumentation:	
Uhrzeit	14:20 Uhr	Tagesprotokoll:	t1710c.muk
Kategorie:	za-	Video (Band/Szene, Datei):	9/28, ks_C49.xls
Aktueller Arbeitsschritt:	Aufgabe klären	Tonband (Band/ Nummer):	
Beteiligte Personen:	C, B	Mitschrift:	SW 126,127

Thema:

Wie groß ist der geforderte Durchsatz des Streukopfes?

Historie:

Veranlaßt durch die Änderung der dritten Streuwalzengruppe kümmert sich C um die Klärung der genauen Anforderungen.

Verlauf:

C findet einen ungewöhnlich großen Wert für den Durchsatz im Verkaufsprotokoll. Er weiß nicht weiter und konsultiert B. Mit Hilfe von B wird in einer Rechnung die Durchsatzleistung der neuen Konstruktion abgeschätzt. Das Ergebnis liegt deutlich unter dem Wert aus dem Verkaufsprotokoll. Auch weitere Abschätzungen klären die Anforderung nicht.

Wie kam es zu der kritischen Situation?

ungenügende Anforderungsklä rung wegen Routine und unklarer Koordination der Aufgaben zwischen den Abteilungen.

Welche Auswirkung hatte die kritische Situation auf den weiteren Prozeß?

Auch zusammen mit B wird die anstehende Frage nach dem Durchsatz nicht geklärt, so daß sich C noch bis zum 20.10. 1995 (C54) mit dieser Frage beschäftigen wird.

Abb. 5: Dokumentation einer kritischen Situation.

In dieser Situation liegt eine erfolglose Zielanalyse zwischen Konstrukteur C und Gruppenleiter B vor, weil trotz intensiver Bemühung keine Klärung der Anforderung erreicht wurde.

Die Folge war, daß Konstrukteur C drei Tage lang nicht weiter arbeiten konnte und somit der Lösungsfortschritt in dieser Zeit behindert war.

3.3 Anzahl verschiedener kritischer Situationen

Insgesamt wurden in den vier Konstruktionsprozessen 265 kritische Situationen identifiziert. Dabei traten die verschiedenen Typen kritischer Situationen unterschiedlich häufig auf, wie die folgende Abbildung zeigt:

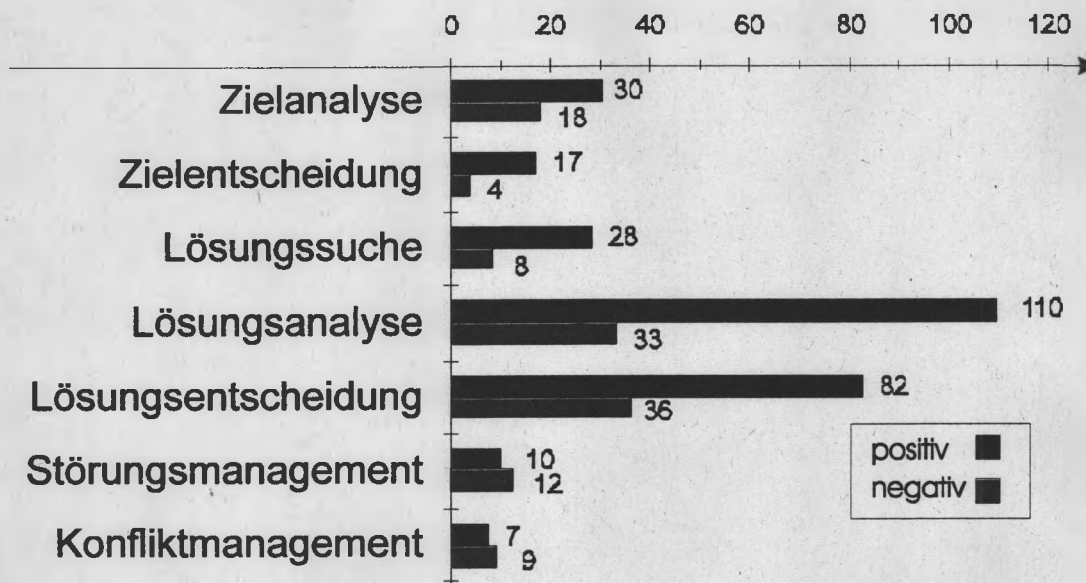


Abb. 6: Häufigkeit der verschiedenen Typen kritischer Situationen.

Am häufigsten treten Situationen der *Lösungsanalyse* auf, die auch mehrmals mit Lösungsentscheidungen zusammenfallen, was in ähnlicher Weise für Zielanalyse und Zielentscheidung zutrifft, so daß die Gesamtanzahl von 265 kritischen Situationen von der Summe der Situationstypen überschritten wird.

Die sehr niedrige Anzahl von Konflikt- und Störungssituationen liegt darin begründet, daß grundsätzlich nur Situationen erfaßt wurden, die nachweislich eine Prozeß- bzw. Ergebnisbeeinflussung hatten, was bei Störungen und Konflikten nicht so leicht festzustellen ist wie beispielsweise bei Lösungsanalysen.

Ist nun solch eine kritische Situation klassifiziert, werden die Einflußfaktoren, die Prozeß- und Ergebnismerkmale sowie ihre Relationen untereinander zu identifizieren. Diese verschiedenen Relationen führen dann zu einem Modell der jeweiligen kritischen Situation, die diese nachvollziehbar erklärt.

Insgesamt ergaben sich für alle Situationen 2265 einzelne Relationssätze, die sich aber letztlich auf 266 unterschiedliche Relationssätze reduzieren lassen, d.h. es gibt Relationssätze, die häufig auftreten und sol-

che, die seltener auftreten. Über die Häufigkeit des Auftretens von Relationssätzen können somit die zentralen Mechanismen für den Erfolg oder Mißerfolg bestimmter Phasen oder auch bestimmter Situationen identifiziert werden.

4 Funktionserfüllung, Kosten und Termin

Anhand der Gesamtauswertung können verschiedene Fragen an die Daten gestellt werden. Interessant ist zum Beispiel die Frage, welche Relationen sind besonders typisch für Zielanalysen oder für Lösungsanalysen, welche dagegen für Konflikte und Störungen? I

In gleicher Weise können die Situationen zusammengeführt werden, in denen beispielsweise die Kosten, der Termin oder die Qualität d.h. die Funktionserfüllung negativ oder positiv beeinflusst wurden.

Das heißt: Wenn wir nach den Relationen fragen, die für Erfolg oder Mißerfolg typisch sind, so sind die Mechanismen interessant, die das Endergebnis positiv oder negativ, und damit die drei Kriterien Qualität, Kosten und Termin, determinieren.

4.1 Häufigkeit der kritischen Situationen mit Ergebnisbeeinflussung

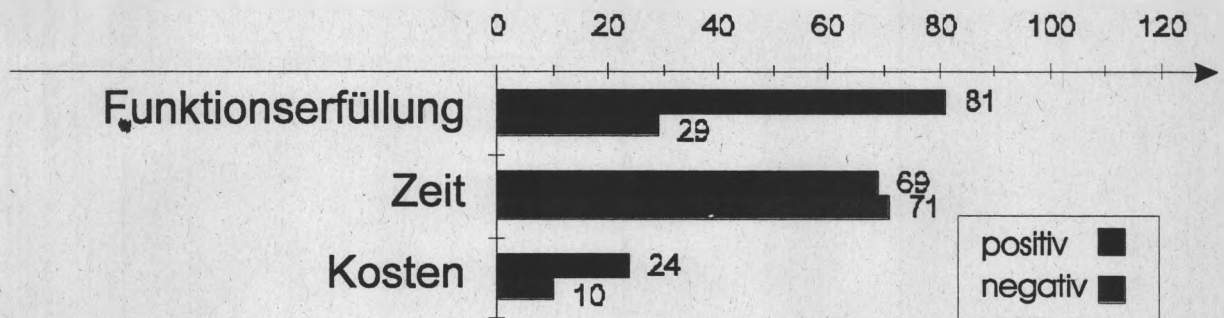


Abb. 7: Häufigkeit der kritischen Situationen mit Ergebnisbeeinflussung.

Betrachten wir die Häufigkeit der kritischen Situationen mit Ergebnisbeeinflussung in den vier Projekten, so liegt der Blick der Konstrukteure an vorderster Stelle auf der Qualität bzw. der Funktionserfüllung, d.h. das Verhältnis positiver zu negativer Auswirkungen ist in diesem Bereich offensichtlich am besten.

Auch im Hinblick auf die Kosten ist das Verhältnis positiver zu negativer Situationen noch relativ erfreulich. Insgesamt ist die Anzahl der unmittelbaren Kostenbeeinflussungen eher niedrig, weil Kostenkriterien oftmals erst in späteren Phasen eines Projektes an Bedeutung gewinnen, während in der Konzeptphase Konzepte oft zunächst nach ihrer Funktionserfüllung beurteilt werden.

Am häufigsten wurden Auswirkungen kritischer Situationen auf den Termin festgestellt, wobei hier die positive und negative Auswirkungen fast gleich häufig gesehen wurden.

4.2 Determinanten der Funktionserfüllung

An dieser Stelle soll im folgenden die Qualität als ein zentrales Erfolgsmerkmal des Konstruktionsprozesses näher betrachtet werden.

Zunächst werden die Mechanismen aufgezeigt, welche die Funktionserfüllung in positiver Weise beeinflussen. Also: Welche Faktoren führen zu einem qualitativ guten oder erfolgreichen Ergebnis?

Die folgende Abbildung zeigt die Mechanismen aus 85 Situationen, die zu guter Funktionserfüllung geführt haben.

Die Einflußfaktoren sind den Bereichen Individuum, Gruppe, Rahmenbedingungen und Aufgabenstellung zugeordnet, diese stehen in Relation zu Faktoren des Konstruktionsprozesses.

Die Relationen und ihre Richtung werden durch Pfeile zwischen den Einflußfaktoren mit den Zeichen + und/ oder - dargestellt, wobei ein + für 'je mehr' oder 'desto mehr' und ein - für 'je weniger' oder 'desto weniger' steht.

Die Häufigkeit der Wirksamkeit eines Einflußfaktors in Prozent der beobachteten Situationen wird durch die Dicke des Rahmens ausgedrückt (Einflußstärke), die Häufigkeit des Auftretens der Relationen ebenfalls in Prozent der beobachteten Situationen wird durch die Dicke der Pfeile dargestellt (Relationsstärke). Eine Häufigkeit kann 100% übersteigen, wenn Situationen aus der Vergangenheit als „Historie“ in die Situation miteinbezogen werden.

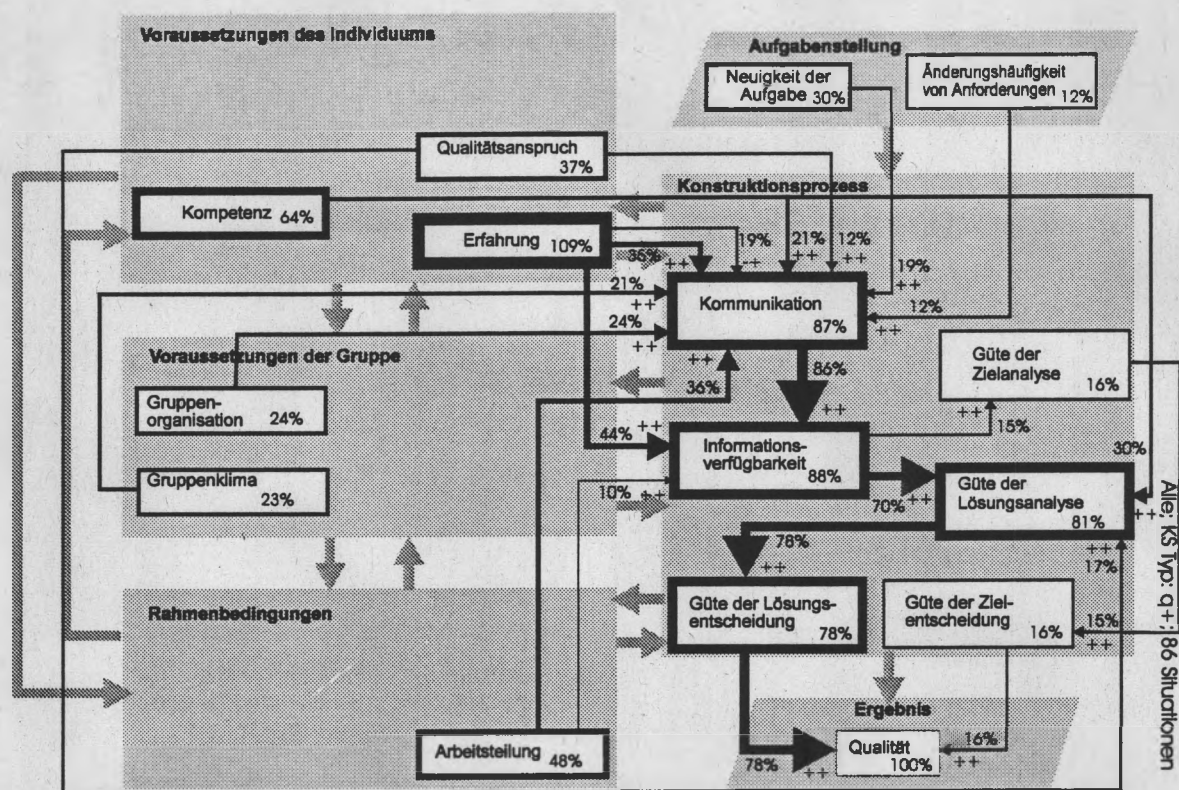


Abb. 8: Mechanismen, die zu guter Funktionserfüllung führen.

Wir können also den Königsweg zu einer erfolgreichen Qualität anhand der 'dick umrandeten' Kästchen nachvollziehen, und zwar finden wir im Prozeß folgende vier aufeinander folgende Schritte:

Kommunikation - Informationsverfügbarkeit - Güte der Lösungsanalyse - Entscheidung

Daß eine positive Funktionserfüllung fast vollständig von „vernünftigen“ Entscheidungen abhängig ist, verwundert nicht. Die Entscheidung selbst ist zu einem großen Teil von einer guten Analyse abhängig, der wiederum Informationsverfügbarkeit zugrundeliegt, das heißt ohne Informationen kann das Problem nicht ausreichend analysiert werden.

Wie aber kommen die Informationen zustande? Informationen können ja auf verschiedene Weise gesucht werden, in Datenbanken, Unterlagen, im eigenen Kopf, etc. Hier finden wir die Kommunikation mit den Kollegen, die zur Informationsverfügbarkeit führt. Aber welche Einflußfaktoren bedingen diese positive Schleife?

Betrachten wir die individuellen Voraussetzungen, so sehen wir Erfahrung als eine zentrale Variable, die sowohl für Kommunikation als auch für Informationsverfügbarkeit verantwortlich ist.

Qualitätsanspruch und Kompetenz sind dann die individuellen Charakteristika, welche die Güte der Lösungsanalyse entscheidend beeinflussen. Kompetenz meint hier nicht nur die ganz spezifische Erfahrung in einem Bereich, sondern die Fähigkeit, auch in neuen Situationen zu Lösungen zu kommen. Qualitätsanspruch bezeichnet dagegen mehr die Beharrlichkeit, an einer Sache dranzubleiben, auch wenn mitunter schon eine minder gute Lösung vorliegt.

Daß eine erfolgreiche Kommunikation auch in der Gruppe selbst ihre Voraussetzungen hat, ist in den beiden Gruppenvariablen Gruppenorganisation und Gruppenklima zu sehen. Gerade die Diskussion über bestimmte Lösungsmöglichkeiten, die einer Entscheidung vorausgehen, findet sich häufig in Gruppen, die einen guten freundschaftlichen Kontakt miteinander pflegen. Die andere Variante ist die Kommunikation

aufgrund von Gruppenorganisation, d.h. hier ist ein formeller Rahmen geschaffen, der festlegt, wer was wem mitzuteilen hat, so daß immer ein aktueller Wissensstand bei den zentral am Projekt Beteiligten vorliegt.

Auch die Arbeitsteilung ist eine wichtige Voraussetzung, die Kommunikation notwendig macht, aber auch dann Informationen bereitstellt. Natürlich sind Aufgaben, die neue Aspekte enthalten oder die Anforderungen immer wieder verändern, ein wichtiger Auslöser für Kommunikation sowohl in der Abteilung als auch zwischen Abteilungen.

Die folgende Abbildung zeigt die Mechanismen aus 29 Situationen, die zu negativer Funktionserfüllung geführt haben. Wie sehen die Mechanismen aus, die letztlich eine geringe Qualität zur Folge haben?

Welcher Weg ist ein erfolgloser, und wie wird er determiniert?

Auch hier finden wir wieder das Dreieck Informationsverfügbarkeit - Lösungsanalyse und Entscheidung, allerdings geht diesem Dreieck die Zielanalyse voraus, und es fehlt ein Element: die Kommunikation (Vorsicht, auch hier wurde oft kommuniziert, aber eben erfolglos, so daß keine Informationsverfügbarkeit folgte und daher die Komm. nicht kausal für den Mißerfolg verantwortlich war.).

Konkret sieht dieser Weg zu negativer Funktionserfüllung so aus: Mangelhafte Zielanalyse führt dazu, daß die wichtigen Informationen nicht vorhanden sind; dadurch erfolgt die Analyse der Lösung nicht ausreichend oder auch fehlerhaft, was wiederum zu negativen Entscheidungen und damit zu einer negativen Funktionserfüllung führt.

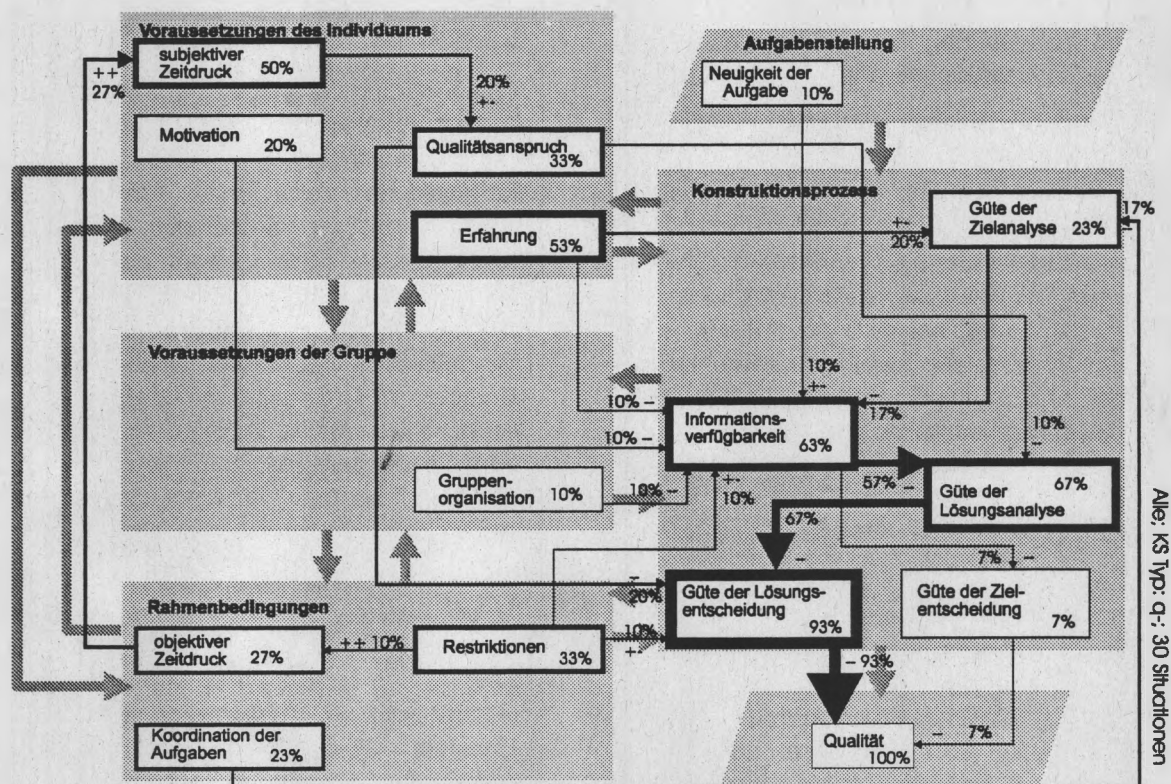


Abb. 9: Mechanismen, die zu schlechter Funktionserfüllung führen.

'Wenn ich das gewußt hätte, hätte ich alles anders gemacht, aber jetzt ändere ich nichts mehr.' So die Aussage eines Konstrukteurs, nachdem er ein Bauteil konstruierte, ohne die räumlichen Bedingungen für Anschlußmaße zu kennen, weil die Planungsabteilung keine Daten herausgeben wollte - bevor sie ganz sicher war. Irgend-

ierte, ohne die räumlichen Bedingungen für Anschlußmaße zu kennen, weil die Planungsabteilung keine Daten herausgeben wollte - bevor sie ganz sicher war. Irgend-

wann erhält der Konstrukteur die Information, daß er eigentlich einen Hilfsrahmen hätte konstruieren können und so keinerlei Einschränkungen unterlegen gewesen wäre. Diese Information kommt für ihn zu spät, denn er hat jetzt keine Lust und vor allem auch keine Zeit mehr, das Teil zu ändern, obwohl er dieses Teil mit diesem Hilfsrahmen zu einer wesentlich besseren Funktionserfüllung hätte bringen können.

Anhand dieses Beispiels werden die Mechanismen, die zu geringer Funktionserfüllung führen können, deutlich: Aus verschiedenen Gründen (Restriktionen) ist die Zeitvorgabe gering, der objektive Zeitdruck führt zu subjektivem Zeitdruck, der den Qualitätsanspruch senkt, was sich in der mangelnden Lösungsanalyse und in der geringen Güte der Entscheidung niederschlägt. Die Motivation des Kollegen aus der Planungsabteilung verhindert, daß die Informationen, die unser Konstrukteur braucht, rechtzeitig dort ankommen. Eine frühzeitige Koordination zwischen Planung und Konstruktion findet nicht statt, so daß eine Zielanalyse unterbleibt.

Darüber hinaus finden wir noch einen interessanten Zusammenhang zwischen der Erfahrung und der Güte der Zielanalyse: Insbesondere in Situationen, in denen sich der Konstrukteur erfahren fühlt, in denen er glaubt, Bescheid zu wissen, wird eine ausreichende Zielanalyse vernachlässigt nach dem Motto: „the same procedure as last time“. Dabei werden oftmals wichtige oder neu hinzugekommene Anforderungen nicht berücksichtigt, und die Routine endet erst, wenn aus irgendeinem Grund der Fehler offensichtlich wird - oftmals ist dies Zufall.

Die Informationsverfügbarkeit, die im Falle einer positiven Funktionserfüllung durch die Kommunikation vorhanden ist, wird in diesem Fall durch Restriktionen (fehlendes Personal, fehlende Arbeitsmittel, etc.) durch die geringe Motivation und durch nicht vorhandene Erfahrung sowie aufgrund einer mangelnden Zielanalyse und neue Elemente der Aufgabe nicht gegeben.

5 Zusammenfassung und Diskussion

Erfolg und Mißerfolg von Konstruktionsgruppen in der Praxis hängt offenbar von *relativ typischen Mechanismen in einem komplexen Netzwerk von Einflüssen* ab.

Diese Mechanismen treten in bestimmten kritischen Situationen der Konstruktionsarbeit (wie Zielanalyse/-entscheidung, Lösungssuche, Lösungsanalyse/-entscheidung) oder zusätzlichen Ereignissen (wie Störungen und Konflikten) auf und beeinflussen den Konstruktionsprozeß und sein Ergebnis positiv oder negativ.

Ein zentraler Faktor in allen Phasen des Konstruktionsprozesses ist die Kommunikation und deren Determinanten, durch die maßgeblich die Informationsverfügbarkeit sichergestellt wird.

Störungen in der Kommunikation etwa durch unklare Koordination von Aufgaben, durch mangelnde Gruppenorganisation, etc. führen oftmals zu irreparablen Folgen im weiteren Prozeß.

Eine wichtige Erkenntnis für die Lehre ist, daß es nicht neuer Methoden bedarf, um in kritischen Situationen erfolgreich zu sein. Es liegen tatsächlich für die verschiedenen Typen kritischer Situationen zahlreiche Methoden vor. Diese müssen aber der Situation entsprechend flexibel angepaßt und eingesetzt werden. Wichtig ist dafür aber, die kritischen Situationen und damit die aktuellen Anforderungen zu erkennen. Studenten sollten daher befähigt werden, kritische Situationen und die in ihnen wirksamen Mechanismen zu erkennen, um sie zielführend beeinflussen zu können.

Zur erfolgreichen Bewältigung kritischer Situationen haben sich die Kompetenz und allgemeine Problemlösefähigkeiten im Umgang mit komplexen Problemen als sehr wichtig erwiesen. Daher sollten diese individuellen Voraussetzungen trainiert werden, unter anderem bieten sich hierzu computersimulierte Probleme an.

Und nicht zuletzt ist die Verstärkung kommunikativer Aspekte in z.B. in Projektseminaren zu empfehlen, was Konfliktlösestrategien und auch die Vorbereitung auf die Rolle als künftige Vorgesetzte einschließt. In einer verbesserten Kommunikation zwischen Projektmitarbeitern inner-

halb der Gruppe, aber auch über Abteilungs- und Unternehmensgrenzen hinweg liegt damit ein Potential zur Effizienzsteigerung in der Produktentwicklung, das letztlich zum Erfolg und damit zum Ausgleich anderer Wettbewerbsnachteile beitragen kann.

6 Literaturverzeichnis

- Badke-Schaub, P. (1993). Gruppen und komplexe Probleme. Strategien von Kleingruppen bei der Bearbeitung einer simulierten AIDS-Ausbreitung. Frankfurt a. M.: Peter Lang.
- Badke-Schaub, P. & Tisdale, T. (1995). Die Erforschung menschlichen Handelns in komplexen Situationen. In M. Kleinmann & B. Strauß, *Computersimulierte Szenarien in der Personalarbeit*. Göttingen: Hogrefe.
- Beitz, W. & Helbig, D. (1997). Zukunftsorientiertes Bildungssystem für Produktentwickler - Ergebnisse einer BMBF-Untersuchung. In: *Jahrbuch 97, VDI Gesellschaft Entwicklung, Konstruktion, Vertrieb*. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Bericht des AK Lehre des Fachbereichs Maschinenbau der TU Darmstadt, 1997
- Dörner, D. & Pfeifer, E. (1991). Strategisches Denken, strategische Fehler, Streß und Intelligenz. *Sprache und Kognition*, 11, 75-90.
- Frankenberger, E. (1997). Arbeitsteilige Produktentwicklung - Empirische Untersuchung und Empfehlungen zur Gruppenarbeit in der Konstruktion. Fortschr.-Ber. VDI Reihe 1 Nr. 291. Düsseldorf: VDI Verlag.
- Schaub, H. (1986). Maschine: Instruktion, Versuchsleiterhinweise und Hilfstexte. Bamberg: *Interner Bericht am Lehrstuhl Psychologie II der Universität Bamberg*.
- Schaub, H. (1988). Manutex: Instruktion, Versuchsleiterhinweise und Hilfstexte. Bamberg: *Interner Bericht am Lehrstuhl Psychologie II der Universität Bamberg*.

A way of continuous Quality assessment: Project-organisation in University-Studies and University-Systems. The Aalborg Experiment. Case: Studies in Industrial Technology (manufacturing).

Sven Hvid Nielsen, Department of Production, University of Aalborg, Denmark

Aalborg University's twenty-four years experience with project-organised and problem-oriented studies has proved by continuous assessment to be an important innovation in higher Education. The curriculum in Engineering as well in the natural science is project-organised from the day the freshman arrives until graduation. In the design-oriented project work the students deal with some degree of know-how problems which involve a great part of theories and knowledge they have acquired in their lectures. In the problem-oriented project work the students deal with know-why unsolved problems within in science and profession in a *dynamic interplay between development, applied and pure science*.

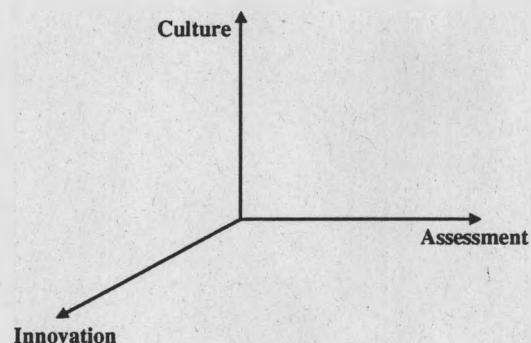
Introduction to Culture, Innovation and assessment.

People in different countries differ very much in the way; they think, enjoy, work, relate and value. Over the last decades these differences could be expected to vanish or at least diminish because of an intensive exposure to culture patterns by television and easy travel.

But both personal experience [1] and scientific research [2] point out that the old stereotypes on nationalities are still valid. It must be so, that the mechanisms of Education in family, school and early social environment make a very strong preservation means for all that forms the local culture: taste, sense of humour, conventions, beliefs, values. Living and working in or for a different culture, adjusting to it is more difficult, than generally is expected. Culture shocks are mildest results of misjudgements here, failed co-operation but even wars may be the more severe ones.

Innovation is a difficult process, executed by a team of specialists, working closely together [3]. Surely the way problems are

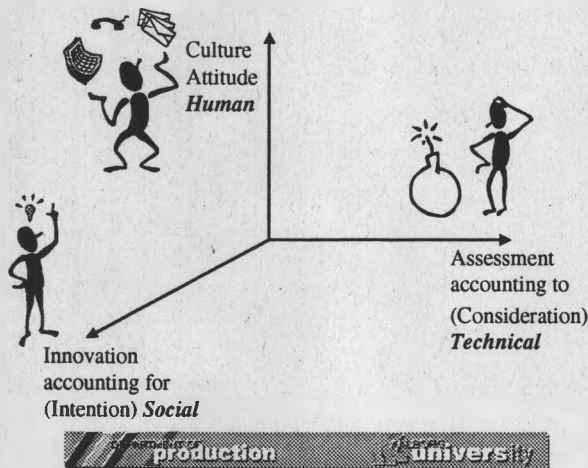
recognised, solutions are found and decisions are made depend of the culture involved. By product development the resulting products show where they are coming from. It is still not amazing that new, daring, exiting product concepts are generated in the UK, glorious (the idea of the boss) ones from France, high Quality in details from Germany and Japan [1].



At least indirectly these factors also are the reason for the differences in aesthetic perception both of final product, closely connected to art and design at its technical contents. Its elegance or visible loving attention to detail (Japan), its safely well-calculated constructions (Germany), the sometimes eccentric but very clear and strong signature of total approach (France), the uninteresting but cleverly optimised product assemblies (Dutch). The daring inventions that do not function 100% because detailed engineering is forgotten (UK), the pragmatic approach of the USA-engineering and the Scandinavian with a problem-oriented and project co-ordinated approaches to Engineering [4].

The roots of these differences are in the local/national culture. It takes careful training and selection of the concerned people to change to a new, more suitable innovation approach and teams. [5].

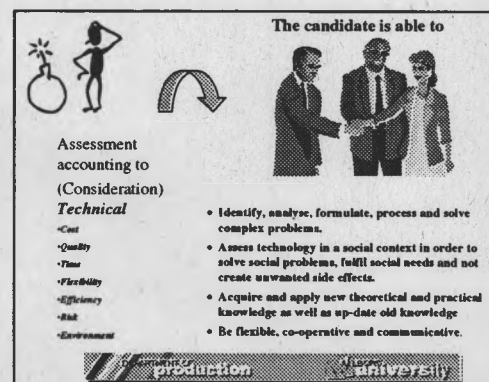
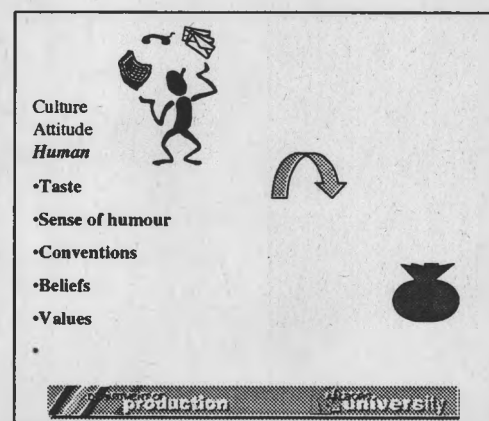
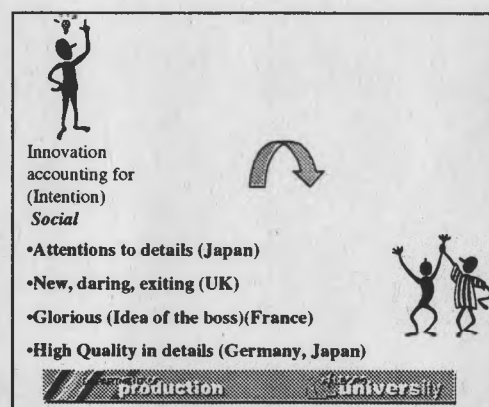
Not only multinational companies must be aware of this, and surely also Universities and Schools involved in national and especially international exchange programmes and students both guest and hosts. There are no easy guidelines for this adaptation process other than *be prepared for a lot of misunderstanding.*



The industrial world of today and not at least the Danish one, is in the middle of a turmoil, in a time that predicts changes practically for all disciplines within technology, recourses, business and politics. Several official and special statements points against a development which will accelerate and because of that, industrial firms must work intense and determined towards new demands, needs and expectations within the, at any time, ruling attitudes, technical and social frames. Therefore the assessment's (demands) from the industry to teach young people, students to become useful members for industry is, that the students are able to:

Identify, analyse, formulate, process and solve complex problems.

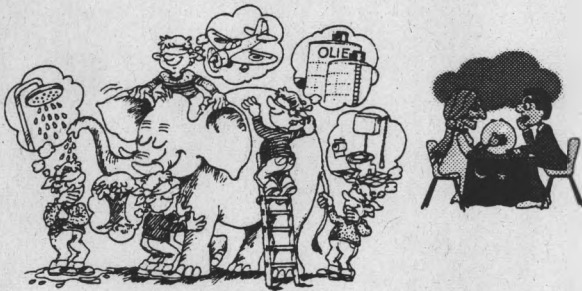
- ♦ Assess technology in a social context in order to solve social problems, fulfil social needs and not create unwanted side effects.
- ♦ Acquire and apply new theoretical and practical knowledge as well as up-date old knowledge
- ♦ Be flexible, co-operative and communicative.



Different management and organisation of studies, exchange of experiments, Innovation and creativity in context.

Thinking of creativity and innovation as social activities, one central concern is whether social contexts may be organised so, that the right kinds of social activities are likely to be performed at the right times. This is one fundamental aspect of design management. "Innovation" is confused with "creativity". Too frequently that which is new is only different, not better. We do not believe in constantly making change for the sake of change, but strive to

Innovation and creativity in context.



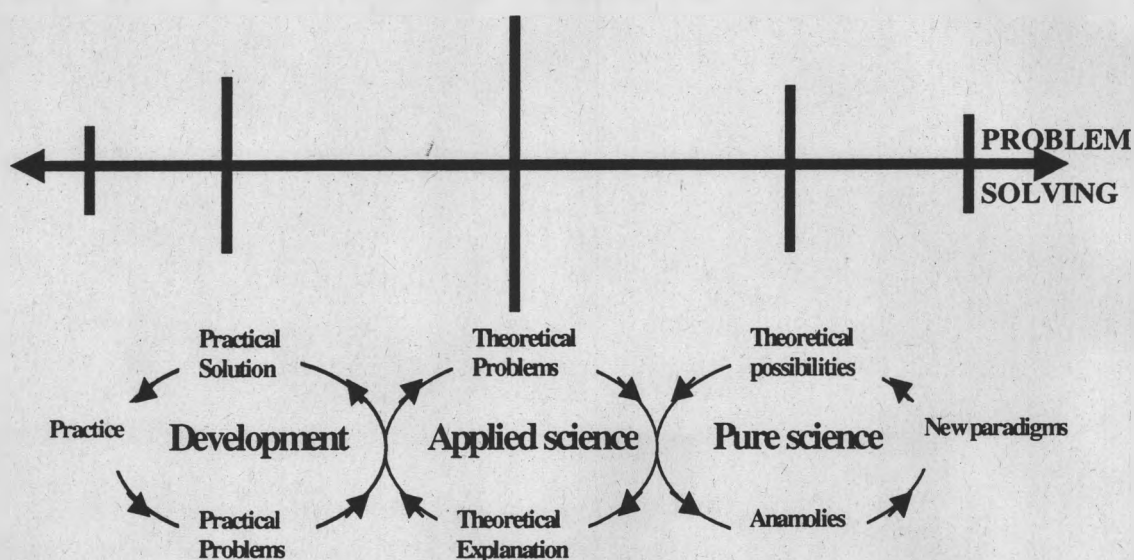
better every aspect of our business.

Thinking of what system theorists call the

principle of equifinality: "A system can reach the same final state from differing initial conditions and by a variety of paths. "[6], the fact that social structures are artificial or contrived, dynamic rather than static and it is not a socially neutral process. Rather it is political, having to overcome sectional views and perceived interests, and meeting to change. This means that successful follow through of educational innovations may require powerful backing from management of *continuous Quality assessment*

Aalborg University's project-organised and problem-oriented studies were introduced twenty-four years ago. The experience since then has proved this to be an important *innovation* in higher Education [3]. The curriculum in Engineering as well in the natural science is project-organised from the day the freshman arrives until graduation. In the design-oriented project work the students deal with some degree of know-how problems which involve a great part of theories and knowledge they have acquired in their lectures.

In the problem-oriented project work the students deal with unsolved problems within in science and profession in a *dynamic interplay between development, applied and pure science*.

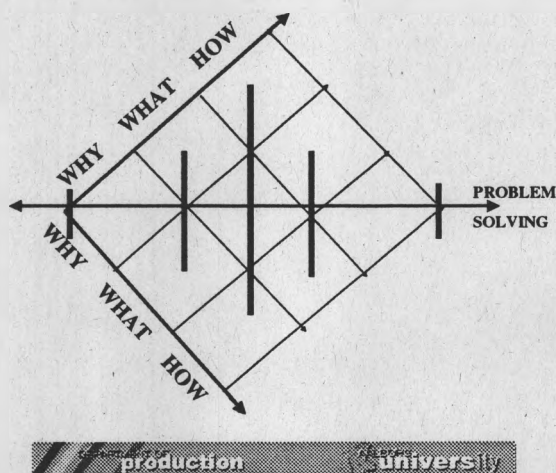


The dynamic interplay between development, Applied and Pure Science

Maybe the most important *Quality* to motivate/test/evaluate continuous through the project-work.

The project-work has a know-why approach and is supported by relevant lectures and prepare the students by a great deal of self-training, supervision and interaction with Companies to an improvement of:

- ♦ team skills, including collaborative, active learning
- ♦ communication skills
- ♦ leadership
- ♦ a system perspective
- ♦ an understanding and appreciation of the diversity of students interest, faculty and staff
- ♦ an appreciation of difference cultures and business practice of engineering is now global (Exchange programs inside EU)
- ♦ integration of knowledge thought the curriculum
- ♦ a multidisciplinary perspective
- ♦ a commitment to Quality, timeliness and continuous improvement
- ♦ undergraduate research and engineering work experience
- ♦ understanding of societal, economic and environmental impacts of engineering decisions and
- ♦ ethics



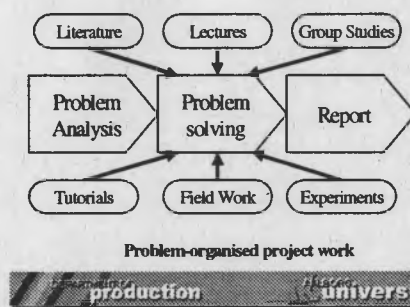
Some benefits of the innovation

The educational system [3] has proved to have great internal adaptability. It has not been difficult to adjust and change the educational programmes in accordance with developments in technology, society and economy. The system is innovative and has been able to cope with current problems in professions and in society.

The system has also shown great external adaptability. The graduates are well prepared to solve unknown problems of the future and to extend their professional work outside their major.

The results and experience of the research which is carried out at the university is easily incorporated in the teaching programmes because of their close relationship to problem solving, and because of their direct integration with the educational systems and its programmes.

The project-work has a know-why approach and is supported by relevant lectures and prepare the students by a great deal of self-training, supervision and interaction with Companies



The graduates achieve great experience in interdisciplinary teamwork and they will normally possess the latest scientific and methodological knowledge, which is thus spread quickly and free of charge to both public bodies and industry, due to the employment of new graduates.

Quality and evaluation

The engineering Education in Aalborg [3] has been evaluated and compared with traditional engineering Education. This was done by two international panels, as well as by external examiners, alumnus and their employers and undergraduate and graduate students.

Evaluation assessed that there were no differences in Quality or level between engineers' graduate from Aalborg University and the other Danish University engineering Education in Copenhagen.

But the evaluation also assessed significant difference between the profiles of the graduates from the two Danish engineering universities.

The engineers from Aalborg were assessed to be stronger in problem solving, communication, co-operation and general technical knowledge, while the traditional engineers were assessed to be stronger in specialist knowledge and technical methodology.

Case: Speciality in Industrial Technology (manufacturing).

In order to provide for the use of project work as a basic educational element, the curriculum has to be organised in general subjects or "themes", normally covering a semester. A semester is = $\frac{1}{2}$ year = 20 weeks = 36 Modules (M) = 36x 25 hours. The time allocation is 15-16 M for project work, 5-7 M for "project" courses, 6-7 M for study unit courses, 2 M for free study activities and 8 M for preparation and evaluation of project and courses.

The themes chosen in a programme must be generalised in such a way that the combination of themes will meet the aim and constitute the professional profile of the Education:

The speciality in Industrial Technology offer a professional competence in solving complex manufacturing problems as develop and construct equipment and manufacturing systems, primarily in connection with development, planning and implement industrial manufacturing.

The curriculum (Industrial Technology) as shown in Figure 2 is divided into the common 4 phases:

Phase	Semester	Description of project Themes
IV Final	10	Master Thesis
	9	Technology development/ Master Thesis
	8	Design/planning and manufacturing
	7	Control and manufacturing
III Speciality	6	Processes and manufacturing
	5	Production Preparation
II Common	4	Process Realisation
	3	Basic Mechanical Fundamentals
	2	
I Basic	1	Basic Studies Programme

The project themes of the surveying programme

The first phase, one-year of basic studies within Technical and Social Science, The studies include Course in fundamentals (mathematics, physics, chemistry, computer science etc.) and the basic skills for carrying out problem-oriented project work are

trained. After passing the examination of the first year, the students have to decide between several options of programmes, among which are the programme for chartered surveyors.

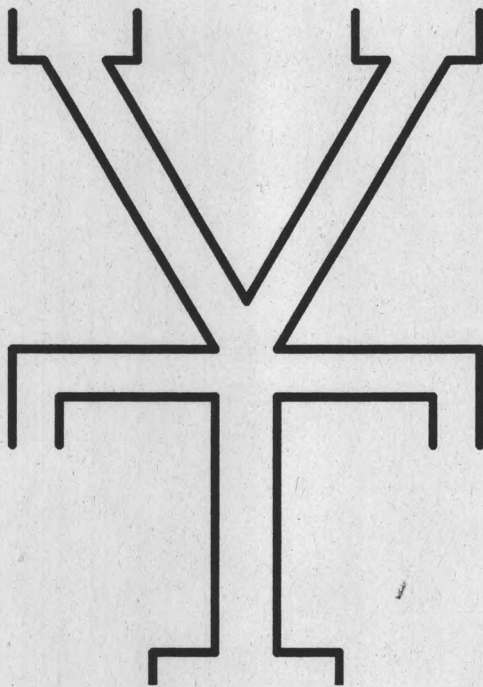
The second phase the themes provide for teaching the necessary disciplines through courses and for training the professional functions through the project work. Therefore this phase is characterised by a "know-how and know-what" approach.

The third phase the students within broad limits can choose their themes for obtaining a professional profile and choose their problems within the themes for obtaining special knowledge. The themes have a more scientific approach based on "know-how" combined with "know-what and know-how" and will provide for teaching the nec-

essary theories and knowledge's within the specific professional areas, and for training the methodological skills of problem analysis and applications as shown in the logo (following Figure).

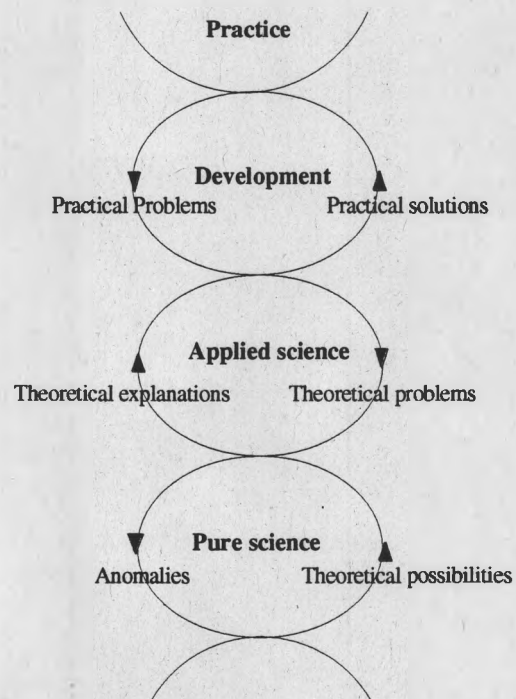
The fourth phase, the 9th and 10th semester is only for preparing a long master's thesis that is written as project work dealing with a problem chosen by the students groups themselves. They can also choose to use 9th semester for a free studies, often abroad and then make a short 10th semester masters thesis.

The aim and Logo



Industrial Technology (In Danish: Virksomhedsteknologi) logo.

It is our aim to teach young people, students to become useful members for industry (Danish: virksomhed), symbolised with the V. To ensure high-Quality research and Education and to enhance technology transfer and to stimulate industry-university partnerships, the Program has adopted an approach which is characterised by the T. Broad's view of Technology (the balk),



many aspects of integration to be considered, an appropriate depth and certain areas. A demonstration of ability to master both depth and width on chosen areas with focus on decision-making and information processes, often research based on issues from industry.

To an understanding and training of Industrial product development

Through the project-organised and problem-oriented studies [3] the students is trained in Engineering problem solving as an interdisciplinary activity, which usually require the collective effort of specialist with different kinds of expertise. Many project-work in interaction with Companies deals with Total design seen as a broadly based business activity in which specialists collaborate in the investigation of a market, the selection of a project, the conception and manufacture of a product, and in the provision of various kinds of user support [7,8].

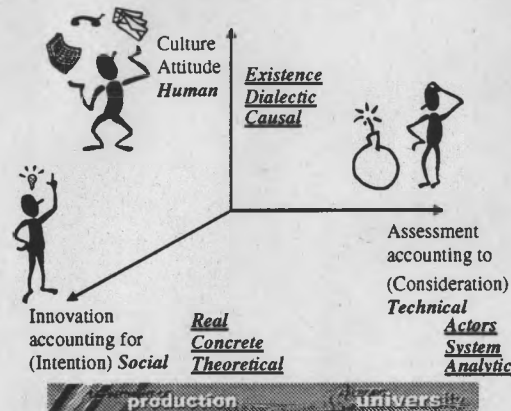
Our experience is, that Design science consist of normative models which have had very little impact on European industry, therefore we are trying to produce a theory which is quasi-prescriptive, which is clearly grounded in empirical research. Total design incorporate an understanding of creativity, innovation and design, the design of organisations, open systems theory, the effects of environments, design as a collective decision making, stages in design, stages in contexts of innovation, the business design boundary, models of small group performance etc.

One objective of design management may very well be to produce a set of organisational routines, which lead to imaginative and effective work. "Design methodology introduces order into design process; it creates the framework or organisation in which separate intuitive processes take place. Working in framework of design methodology means working intuitively but at the same time with methodical support. By analogy with CAD this could be termed MAD, that is 'method aided design' " [9] or a framework of Models/methods for Advantage Design Coordination [4]

Teaching materials for integrated design.

The teachers of the University not only have the task delivering engineers, fit for the industry; they have also a task to educate industry directly by advice, training and problem solving, based on knowledge and research. Industry only takes over methods from Education if they are proven to be effective

- Different design methodologies, from

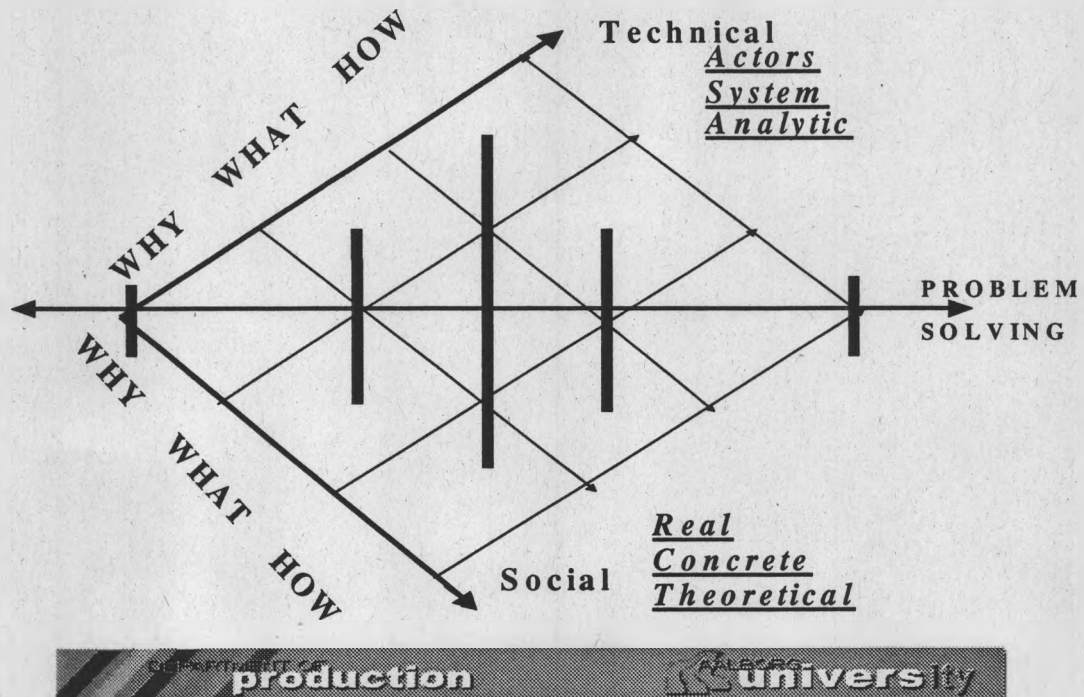


more academics (Pahl & Beitz) [10] to more fluent, holistic [7,8,11] and industrial based are used.

- Students have to learn these formal methods to do "product" design (solving the problem), but they must be able to use these methods with flexibility. A good way to bring them up to this to this frame of mind is first years training to formal methods and strict engineering skills and calculations. Last year the flexible and creative use of methods to tackle the core and details of real life problems and opportunities.
- The nature of chosen projects can either be:
 - Closed (know *how*). The problem is given, know methods and tools are available. Ex construction of a machine as an exercise for using learned skills, typical 3,4 and 5 semester projects.
 - Half-open (know *what* and *how*). The problem is partial given, (partial) know methods and tools are available. Ex designing of manufacturing systems, typical 6,7 and 8 semester projects.
 - Open (know *why*, *what* and *how*). The problem is partial given, know methods and tools are lacking (partial available). Ex development of manufacturing systems, or research project, typical 9 and 10 semester projects.
- It is difficult to judge projects of open nature; sometimes students have failed to develop a useful solution for

solving the problem. But the project was good (ex from an analysis point of view): then they can get a good mark, if industry or the researcher can do the right thing with the results. For this kind of work just applying the prescribed methods in the right order and

Project work demands much from teachers; they need to be multi-disciplinary or to work closely with other expert-teachers, have some experience in industry and international if possible; the teachers have to be supervised by an experienced teacher/leader/manager to adapt and co-ordinate the



way is not sufficient, the resulting product (new knowledge, etc.) is as important as the logical background used in the project. But no easy assessing and weighting method is available.

- Students have to use models, assignment-specifications and with care, (common) sense and flexibility; they have to listen carefully to the demands and wishes (spoken and unspoken) from endusers and industry.
- Projects are essential in design Education; hands-on experience of realist projects really teaches the trade. Only lessons are not enough. A high percentage of knowledge however is the base of technology and science, efficiently taught in the conventional way.

specialists inputs. In Aalborg the project responsibility and available means (specialist) are clearly defined. Generally the relative independence of professors and lectures is prominent and interfere with the project hierarchy.

Almost all teachers have tried to supervise projects on all semesters (1-10), have followed pedagogical courses, but it is a world wide know problem, that too many teachers have no industrial practice, which we try to compensate for with close industrial related projects, *until we find a better way.*

Pitfalls with project Education for design.

- You need to have one project leader; one project has more teachers involved; they have to communicate with each other.
- It is difficult sometimes not to give solutions to the students; but if so, the students have to be able to tell why that solution is the best.

- ♦ Different teachers have different opinions and solutions for problems; that are confusing the students, affect the authority of the staff, but is like real life.
- ♦ The report on the projects should not be an extensive scientific list of facts and proofs, but a documented management tool. Often is not read by the people from industry, because it is too thick, having a hidden result or advice. Most important is the (management) summary: one page with important points saying it is all, being the first page of the report
- ♦ The right convincing form is different for each business or science culture.
- ♦ Models, methods and tools for estimation of cost, time, Quality, efficiency, flexibility, risk and environment in "all" phases of product life cycle.
- ♦ Development/use of chromosome models (process-, function-, organ- and construction (structure) domains) for use of Designers Workbench [4,13]

Some important subjects of further co-operation:

- ♦ Curriculum development, teachers Mobility and Exchange of students.
- ♦ technological and organisational [12], models, methods and tools with aspects of Concurrent Engineering (simultaneous, integration and provident) [4]

Conclusion:

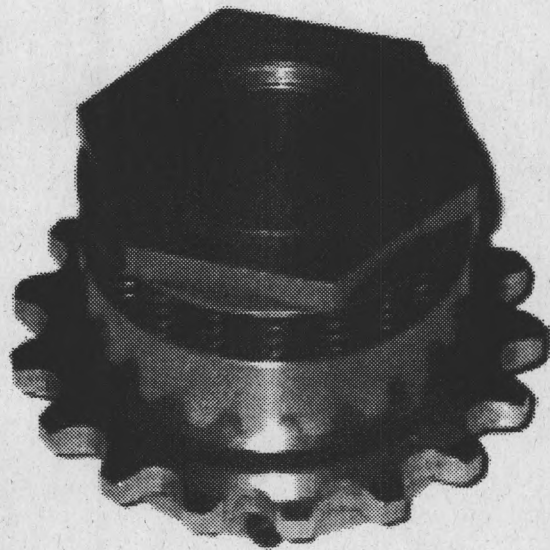
Commencing from a few statements of culture and innovation, the differences in management and organisation of studies, an understanding to Industrial Technology, product development, co-operation on materials for integrated design as pitfalls with project Education for design, I am convinced, that the chosen objectives, to evaluate, compare, adapt and develop different cultures curriculum will contribute the proposed short- as well as long-term effects, but we will never find "one best way".

References

- Gerson, Philips: Design, Notes from Hogesschool, Van Groningen, Holland in co-operation with University of Glasgow and Glasgow School of Art 1994/1995.
- Hofstede, Gert: Cultures and Organizations, McGraw-Hill Int, 1991, ISBN 0 00 637740 8
- Kjersdam, Finn & Stig Enemark: The Aalborg Experiment 1994, ISBN 87-7307-480-25.
- Duffy, Alex H. B. Ensuring Competitive Advantages with Design Co-ordination, Conf. Design to Manufacture in Modern Industry, Bled, Slovenia, 29-30 may 1995.
- Andreasen, M.M., "What Will Make the Designer Choose Aluminium", in Modern Design Principles. Editor K. Jacobsen, Tapir 1988.
- Katz, D. & R.L. Kahn: The Social Psychology of Organisations, Second edition, Wiley 1978
- Pugh, Stuart & Ian E. Morley: Total Design 1988, ISBN 1 87 1160 01 4, University of Strathclyde
- Stuart, Pugh: Total Design 1991, ISBN 0-201-41639-5
- Ehrenspiel, K.B. & T. John: Inventing by design methodology: ICED, 1987, New York
- VDI Guideline 2221 (1987)
- Andreasen, M. Myrup & L. Hein: Integreret produktudvikling: Jernets arbejdsgiverforening, 1985, Andreasen, M. Myrup, L. Hein: Integrated Product Development - A new Reference System for Methodical Design. CED 1983.
- Nielsen, S. Hvid and E. Valbak, "A Dynamic Approach Model", C377/168, ICED 1989.
- Andreasen, M. Myrup: Structuring Product Data -based on the Chromosome model, Seventh IPS Proceeding 5-7 October 1992, ISBN 87-89867-06-8.

MeTec

**Ein Planspiel
für die
Ingenieurausbildung**



Fachbereich Maschinenbau

der

Fachhochschule Wiesbaden

Ein Planspiel als Studieneinstieg für das Maschinenbaustudium

Am Fachbereich Maschinenbau der FH Wiesbaden startete im September 1997 ein neuer berufsintegrierter Studiengang (BIS): Meister und Techniker aus dem Metallbereich können berufsbegleitend - also in einem Teilzeitstudium - in 8 Semestern ihr Maschinenbaudiplom erwerben.

Ein Studienangebot für voll Berufstätige muß die Möglichkeiten und Lebensumstände der meist schon etwas älteren und berufserfahrenen Studentinnen und Studenten berücksichtigen. Zu den Anforderungen aus Beruf und Familie kommen gerade zu Studienbeginn hohe Belastungen hinzu.

Aus diesem Grund wurde für die BIS-Studentinnen und Studenten ein neuartiger Studienbeginn konzipiert: Gemeinsam mit mehreren Professoren, Dozenten und Tutoren startete das Studium in Form eines geschlossenen, viertägigen Blockseminars außerhalb der Hochschule mit einem völlig neu entwickelten Maschinenbau-Planspiel.

Die Entwicklung von MeTec

Ausgangspunkt für die Entwicklung des Maschinenbau-Planspiels *MeTec* war die Überlegung einiger Professoren des Fachbereichs Maschinenbau, daß Planspiele - wie sie in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften erfolgreich eingesetzt werden - auch für die Technikwissenschaften vorteilhaft sein könnten. Von Interesse für die Lehre sind vor allem die teamorientierten Aspekte, das Prinzip „Learning by Doing“ sowie die Motivation durch Wettbewerb. Recherchen bezüglich existierender Planspiele für den Maschinenbaubereich zeigten, daß es nichts Geeignetes auf dem Markt gab. Deshalb wurde in einem Team von Professoren, Mitarbeitern und Studenten ein eigenes Planspiel entwickelt.

Möglich war dies nur durch das Zusammentreffen einiger günstiger Umstände:

- ♦ Kennenlernen des Planspielkonzeptes durch eine Dozentenweiterbildungsveranstaltung und Interesse zur Übertragung dieses Lehrkonzeptes für das Maschinenbaustudium
- ♦ Informationsaustausch mit erfahrenen Planspielern aus dem Hochschulbereich
- ♦ Arbeitsintensive, sehr motivierte Zusammenarbeit mehrerer Professoren, Mitarbeiter, Studentinnen und Studenten
- ♦ Sofortige Verankerung des Planspiels in einem neuen Studiengang (BIS)
- ♦ Finanzielle Förderung durch den Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft

Die Ziele des Planspiels MeTec

- ♦ Sozialer Einstieg in das Studium: Kennenlernen eines neuen Umfeldes (Kommilitonen, Dozenten, Agieren in dieser neuen Situation) - neuer Lebensabschnitt, parallel zur Arbeitswelt.
- ♦ Vermitteln sozialer Kompetenz: Kommunikation, Teamarbeit, Wettbewerb, Vortrag und Bericht, Hilfen zur Organisation und zu notwendigen Lerntechniken.
- ♦ Fachlicher Einstieg in das Studium: Wiederaufnahme von „Lernen“; Konfrontation mit vernetzten Aspekten der Ingenieur Tätigkeit, ausgehend von der Erstausbildung und der Berufspraxis.
- ♦ Vermitteln fachlicher Inhalte: Produktentwicklung, Fertigung, Qualitätswesen, Vertrieb, Service, Kostenaspekte, Systemzusammenhänge und Prozeßabläufe. Methoden- und Fachwissen.

Konzept, Umfang und Organisationsform

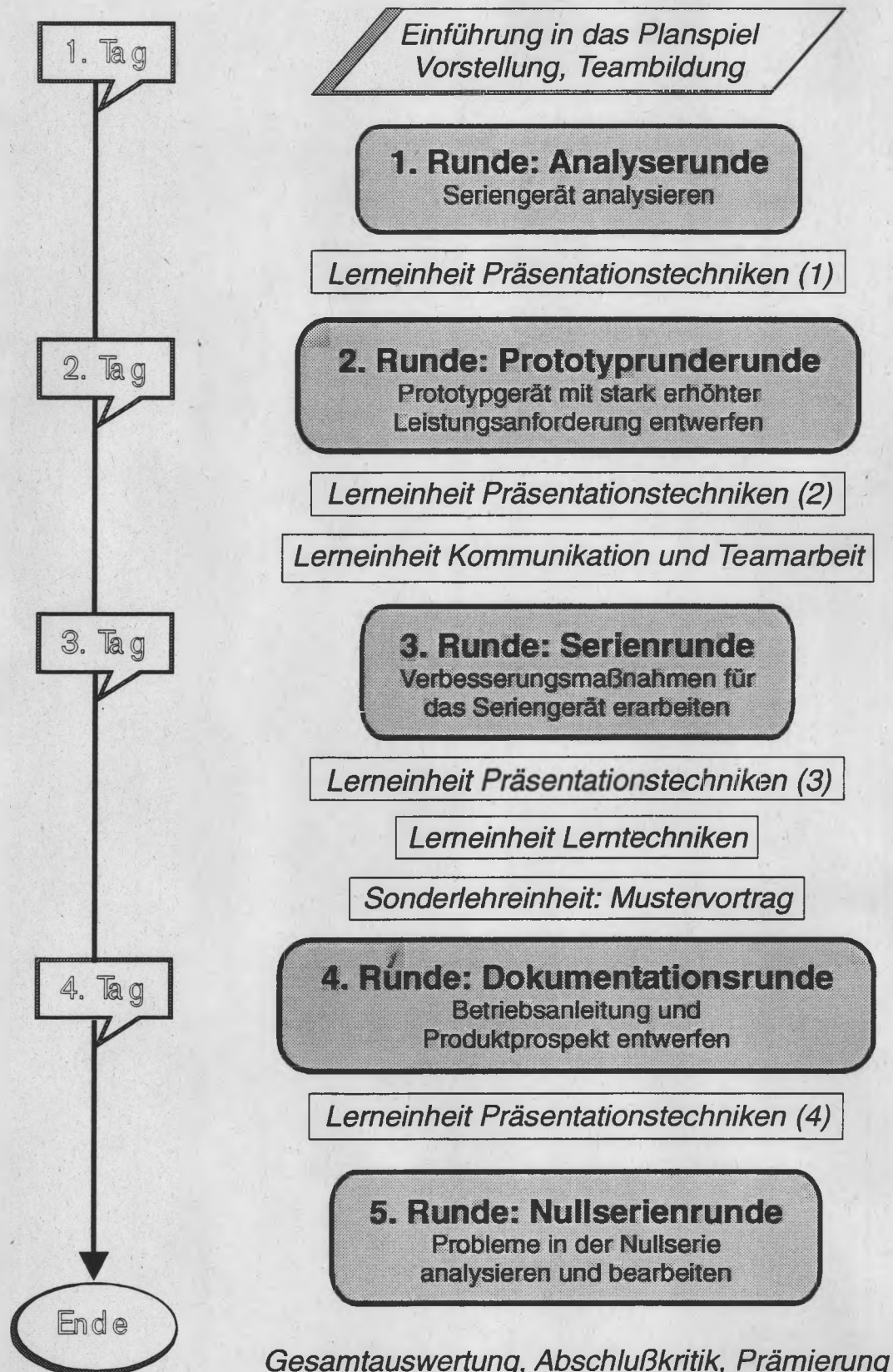
- ♦ Wegen der andersartigen Lernsituation wird das Planspiel in einem besonderen Rahmen außerhalb der FH durchgeführt. Die Abende dienen dazu, weiterführende Kontakte herzu-

stellen und das Gruppenbewußtsein zu fördern.

- Das Planspiel wird als Blockveranstaltung über vier Tage ganztägig durchgeführt (dieser Umfang entspricht ca. 2,5 Semesterwochenstunden).
- Mit insgesamt 30 Teilnehmern werden 6 Teams á 5 Studenten (= fiktive Firmen) gebildet, die gegeneinander spielen.
- Die Teams organisieren ihre interne Aufgabenverteilung selbständig. Der Teamleiter wechselt nach jeder Spielrunde.
- Als Hilfsmittel stehen den Studentinnen und Studenten Werkzeuge, Meßmittel, Fachliteratur, Herstellerkataloge, spezielle und Standard-Computerprogramme und Präsentationshilfsmittel zur Verfügung.
- Die Spielleitung besteht aus mehreren Dozenten, Beratern und Tutoren. Sie sind in der Hauptsache nur beratend tätig (organisatorisch und sozialpädagogisch, nur eingeschränkt fachlich).
- Die Spielleitung wertet die Spielrunden jeweils unmittelbar nach deren Abschluß mit Hilfe eines Computerprogramms aus; die einzelnen Teams erhalten eine detaillierte Beurteilung. Eine Übersicht des Spielstandes wird veröffentlicht, so daß der aktuelle Spielstand immer bekannt ist.
- Gewonnen hat das Team, das nach 5 Spielrunden die höchste Punktzahl erreicht hat.



Die Grobstruktur von MeTec

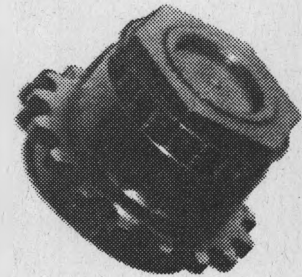


Einige Details zu Inhalt und Ablauf von MeTec

Thema:

Simulation der Produktentwicklung einer Überlastkupplung (Rutschnabe).

Erläuterung: Eine Rutschnabe begrenzt das übertragbare Drehmoment, indem ein Kettenrad, ein Zahnrad oder eine Riemenscheibe bei Überschreitung eines einstellbaren Grenzwertes durchrutscht. Auf diese Weise können Arbeits- und Antriebsmaschinen vor größeren Schäden bewahrt werden.

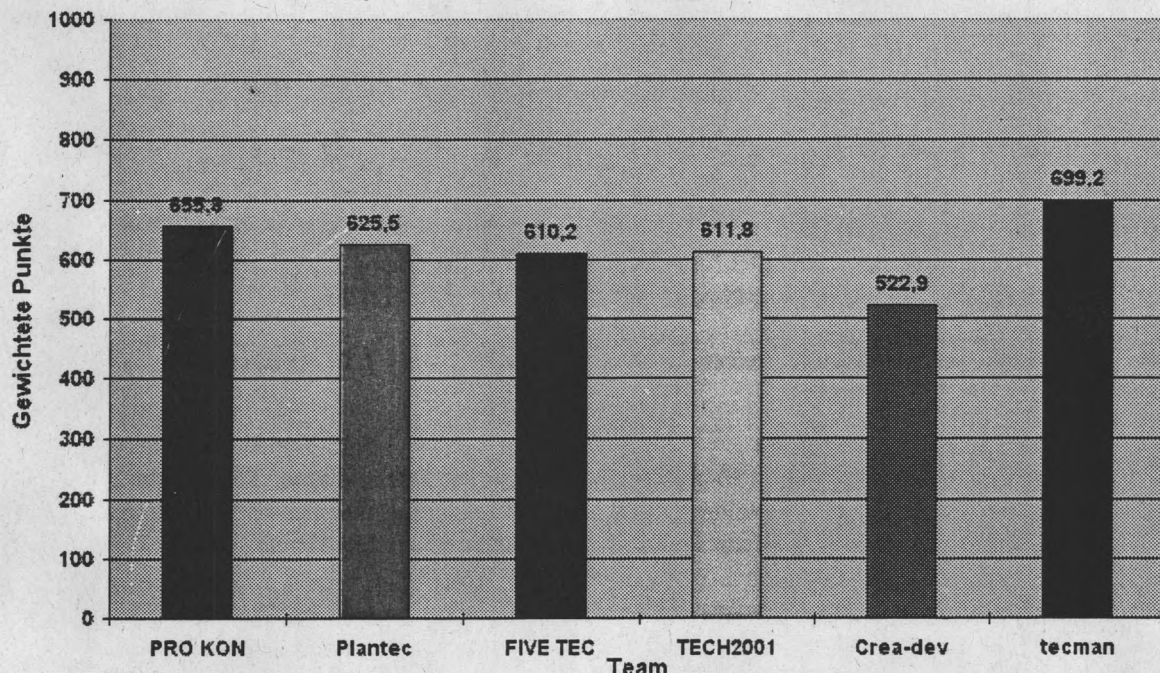


- ♦ Umfang, Inhalte und Bewertung von Lerneinheiten (☛) und Spielrunden (♦)
- ☛ Einführung in das Planspiel, Team- und Firmenbildung **3.00 Stunden**
- ♦ **1.Runde: Analyserunde** **2.15 Stunden – 100 Punkte**
Funktionsbeschreibung, Modellaufnahme, Fertigungsbeschreibung und Herstellkostenschätzung der Einzelteile einer Serien-Rutschnabe (Mustergerät für jedes Team).
- ☛ Lerneinheit: Präsentationstechniken (1) **1.30 Stunden**
- ♦ **2.Runde: Prototypenrunde** **3.15 Stunden – 250 Punkte**
Entwurf eines Prototyps mit 120-fachem übertragbarem Drehmoment. Dimensionierung der wichtigsten Abmessungen, Erstellung einer Entwurfszeichnung und des wichtigsten Einzelteils als Handskizzen, der Stückliste mit Festlegung der Herstellfolge für alle Einzelteile.
- ☛ Lerneinheit: Präsentationstechniken (2) **1.30 Stunden**
- ☛ Lerneinheit: Teamarbeit **1.00 Stunde**
- ♦ **3.Runde: Serienrunde** **1.10 Stunde – 250 Punkte**
Weiterentwicklung des Prototypentwurfs zum Seriengerät auf der Grundlage der Rückmeldungen / Korrekturen der Spielleitung und zusätzlicher „Kundenwünsche“. Weitere Erschwerung durch „Störgrößen“.
- ☛ Lerneinheit: Präsentationstechniken (3) **1.30 Stunden**
- ☛ Lerneinheit: Lerntechniken **1.30 Stunden**
- ☛ Sonderlehreinheit: Mustervortrag **1.00 Stunde**
- ♦ **4.Runde: Dokumentationsrunde** **1.15 Stunden – 200 Punkte**
Entwurf einer Einbau- und Betriebsanleitung sowie eines Produktprospekts.
- ☛ Lerneinheit: Präsentationstechniken (4) **1.00 Stunde**
- ♦ **5.Runde: Nullserienrunde** **0.30 Stunden – 200 Punkte**
Analyse und Behebung von konstruktiven, fertigungstechnischen und organisatorischen Problemen in der Nullserie, die von der Spielleitung vorgegeben werden.

Nach jeder Runde werden die Ergebnisse (z.T. nur von ausgewählten Teams) vor allen Teilnehmern präsentiert. Die Vorträge werden z.T. zur späteren Analyse in den Lerneinheiten Präsentationstechniken auf Video aufgezeichnet.

Nach jeder Runde wird der erreichte Punktestand veröffentlicht (siehe nachfolgende Beispieldarstellung). Die jeweils erreichbare Maximalpunktzahl (also die Gewichtung der Runden) ist den Spielern vorher nicht bekannt.

Teamvergleich Übersicht der Gesamtpunkte



Bisherige Erfahrungen mit MeTec

Es wurden bisher zwei Durchläufe von *MeTec* durchgeführt. Der erste Durchlauf fand an vier Tagen im Oktober 1997 mit 32 Studierenden des neuen berufsbegleitenden Studiengangs Maschinenbau (BIS) in einer Erwachsenenbildungsstätte im Taunus statt. Das Planspiel stellte den Beginn des Studiums dar. Die Spielleitung bestand aus drei Professoren der Konstruktionstechnik, hinzu kamen ein Professor für die Präsentationstechnik, eine Dozentin für die Teamarbeit und Lerntechniken, eine Psychologin als wissenschaftliche Beobachterin und drei studentische Tutoren. Die Studierenden (darunter vier Frauen) waren überwiegend berufserfahrene Techniker (ca. $\frac{3}{4}$) und Mei-

ster (ca. $\frac{1}{4}$), ca. eine Hälfte davon mit Abitur oder Fachhochschulreife, die anderen über eine Begabtenprüfung zum Studium zugelassen. Das Alter lag zwischen 25 und 48 Jahren, im Schnitt etwa bei 30 Jahren.

Der zweite Durchlauf - mit einem aus den Erfahrungen des ersten Durchgangs leicht veränderten *MeTec*-Konzept - fand im September 1998 unter den gleichen Rahmenbedingungen statt. Es spielten 30 neue BIS-Studierende ähnlicher Ausbildungs- und Altersbandbreite wie beim ersten Mal; es gab aber nur eine Studentin.

Die Ergebnisse

Alle Beteiligten der bisherigen Planspiele bewerteten diese Lernform überwiegend sehr gut. Die Studierenden haben das in einer täglichen Kurzbewertung und einer abschließenden schriftlichen Befragung (siehe nachfolgende Abbildung) bestätigt. Die in das Planspiel gesetzten Erwartungen wurden generell sehr gut erfüllt, wenn auch mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Die sozialen Komponenten hatten dabei eindeutig Vorrang vor den fachlichen.

Positiv fielen vor allem auf:

- ♦ Das Planspiel ideal als Studienbeginn
- ♦ Die persönlichen Kontakte untereinander und mit den Betreuern sowie das gute Klima, trotz starken Leistungsdrucks
- ♦ Das Arbeiten in Teams, das Einüben von Teamverhalten und das Bewußtwerden der entstehenden Problematiken
- ♦ Die gegenseitige Hilfe bei Leistungsunterschieden
- ♦ Das sehr konzentriertes Arbeiten über vier Tage
- ♦ Der Wettbewerbsdruck förderlich für das Gruppenengagement und die Motivation
- ♦ Eine sehr gute Übung durch individuelles Präsentieren von Arbeitsergebnissen
- ♦ Die Förderung von Prozeß- und Kostendenken, Einstimmung auf ingenieurmäßige Tätigkeit
- ♦ Die Lernform Planspiel fördert vernetztes Denken und stärkt notwendige nichttechnische Kompetenzen

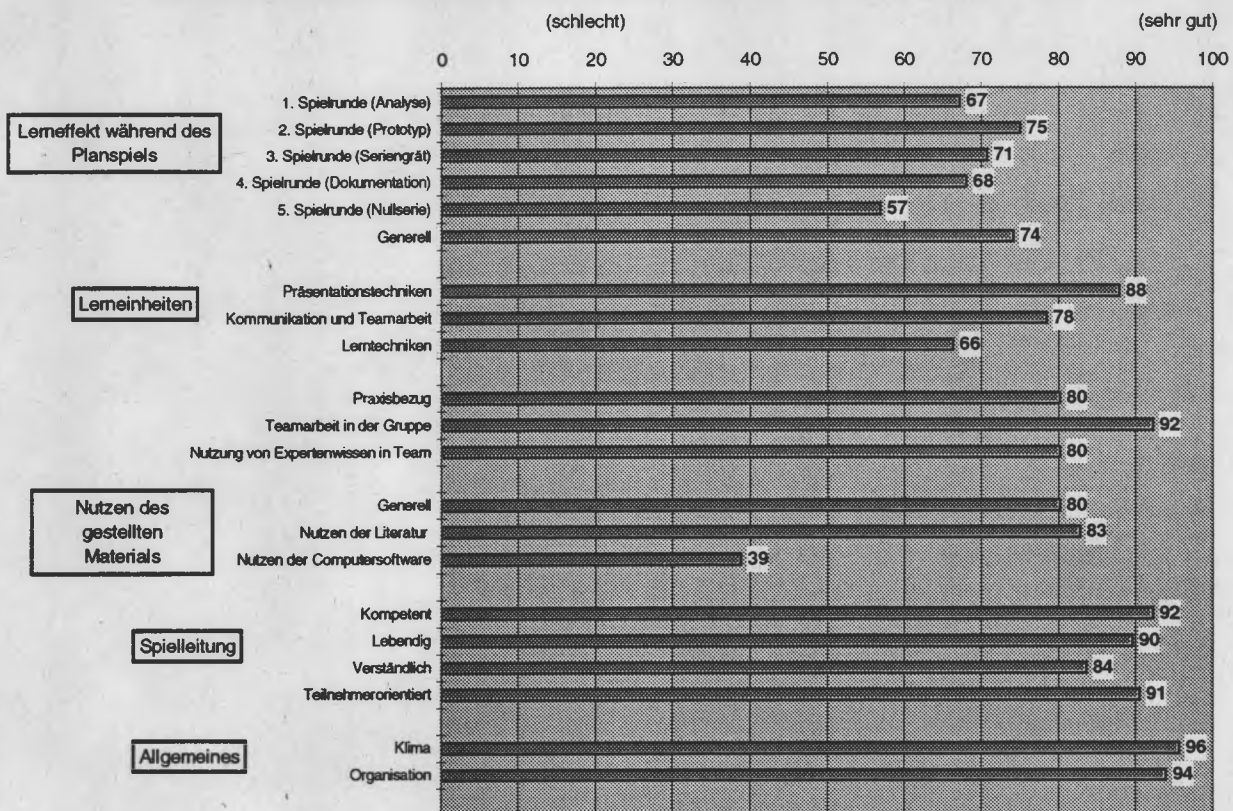
Das Planspiel zeigt noch einige wenige Schwächen im Detail auf, die es zu verbessern gilt. Es müssen aber vor allem einige wichtige Merkmale und Problemen des Planspielkonzeptes bedacht und nicht unterschätzt werden, die bei konventionellen Lehrveranstaltungen in dieser Form nicht auftreten:

- ♦ Ein Planspiel ersetzt nicht die ebenfalls notwendige Einzelarbeit der Studierenden, das Erlernen und die Einübung von Faktenwissen von Methoden.
- ♦ Die Bewertung von Einzelleistung und Teamleistung ist schwierig.
- ♦ Bei der Beteiligung sehr problematischer Personen kann es zu Problemen in den Teams kommen, die innerhalb des Workshops nicht ausreichend verarbeitet werden können.
- ♦ Der Aufwand für die Vorbereitung und die Betreuung ist höher als bei konventionellen Lehrformen.
- ♦ Ein Planspiel ist generell nur im Team von Lehrenden und Betreuern durchführbar; es ist ein sehr hoher Abstimmungsaufwand nötig

Der Erfolg des Planspiels als Studieneinstieg läßt sich auch an der ungewöhnlich geringen Abbrecherrate des ersten BIS-Studentenjahrgangs messen. Diese bei berufsbegleitenden Studiengängen ansonsten sehr hohe Zahl liegt am Beginn des 3. Semesters bei nur 12 %!

Abschlußkritik: Teilnehmerbefragung

MeTec - Teilnehmerbefragung - 2. Durchlauf Oberreifenberg 1998



Projects in Higher Education of Engineers

Ken Wallace, Department of Engineering, University of Cambridge

Introduction

The overall aim of manufacturing industry is to produce the best products in the shortest time and for the lowest cost. The best products are those that provide the required performance, reliably and safely, at the right price.

There are fundamentals common to the creation of all products. All are created within a particular industrial context by a design team using physical and financial resources. Once the need for a new product is established, a sequence of activities is undertaken by the team and these activities must be carefully managed if the project is to be completed on time and within budget. The information processing flow is directed by a series of decisions, each decision depending on the forecasts made by the team. For example, forecasts are made about how easy the proposed product will be to manufacture, how well it will perform in operation, and how it will be disposed of or recycled at the end of its useful life. Many decisions will turn out to be wrong to a greater or lesser extent, leading to the many corrective iterations that are characteristic of product development.

Product design teams are subject to many pressures - not least is the intense competition that now exists in international trade. Customers these days have extensive choice and select the best products to meet their particular requirements.

The aim of design teaching is to develop the ability and confidence of students to apply engineering principles to the design of products and systems.

Projects, particularly design, build and test projects, provide an excellent means of introducing the fundamentals of product creation, including teamwork, management and communication - referred to as transferable skills. By introducing an element of competition both realism and motivation

can be increased. Motivated students are the easiest to teach, and even topics that can be

rather boring in classroom situations can come alive. However, design, build and test projects are expensive in staff time and resources, and have to be carefully planned to fit into the overall teaching curriculum.

At Cambridge we recently introduced a completely new 4-year engineering course replacing the former 3-year course. Engineering design projects have always been an important part of the engineering course, but now even more time is devoted to them.

The new course is split into two parts, each lasting two years. Part I covers engineering principles and is a common course for all engineering students. Part II provides a wide range of options and students can specialise in the usual branches of engineering ranging from civil engineering to microelectronics, and from management to manufacturing. In Part I, students spend about 20% of their time on design (including drawing), and in Part II they can choose to spend a very large proportion of their time specialising in design if they wish.

Projects play a key role in the education of young engineers but a number of important issues must be addressed before introducing them into an engineering course.

Some issues to be addressed

Planning projects

- ♦ When should projects be introduced?
- ♦ How much time should be devoted to project work?
- ♦ What style of projects should be used? ("paper"; design - build - test)
- ♦ What models of the design process should underpin the projects?

- ♦ How should the projects be matched to these models? (conceptual, embodiment, detail)
- ♦ How much formal teaching of systematic design methods should be done?
- ♦ How complex should the projects be?
- ♦ Should there be competitions?
- ♦ How can industry contribute?
- ♦ What resources are required?

Running projects

- ♦ How much guidance and supervision should be provided? (guided design, "learning from mistakes")
- ♦ How should the time students spend on projects be controlled?
- ♦ How should the supporting information and "repertoire" be provided?

Assessing projects

- ♦ What proportion of the overall assessment should be based on project work?
- ♦ How should the contributions of individuals in a team project be assessed?
- ♦ What should be the balance of assessment between "result" and "process"?
- ♦ Should technical skills and transferable skills be assessed separately?

Some observations

Projects:

- ♦ enthuse and motivate
- ♦ encourage teamwork and communication
- ♦ help students to learn from their mistakes
- ♦ produce impressive results
- ♦ teach students to work under pressure
- ♦ are extremely resource intensive
- ♦ are challenging to assess
- ♦ are enthusiastically supported by staff
- ♦ are an essential element in the higher education of engineers.

Student difficulties with projects include:

- ♦ realising that there is no "correct solution"
- ♦ appreciating the iterative nature of design
- ♦ visualising and communicating in 3-D
- ♦ developing analytical models
- ♦ paying sufficient attention to detail
- ♦ coping with a limited engineering repertoire,
- ♦ limited knowledge of previous solutions, machine elements, materials and manufacturing methods.

Teaching engineering design in the new four-year course at Cambridge University

At Cambridge design is central to the teaching of engineering. A new four-year MEng engineering course started in October 1992 and there is a strong design theme running through all four years.

When planning a new design teaching Programme a number of questions must be answered, including: How should the teaching be structured and what elements should be included? What should be the balance between conventional teaching and design projects? What form should the design projects take and how should they be assessed? The paper describes the Cambridge design Programme, which embodies an attempt to answer these questions.

Background

The UK's international market share in manufactured goods has been declining and in 1983 imports in this sector exceeded exports for the first time. There are many reasons for this decline, but one which has been highlighted is that the engineering design of many of the UK's products fails to match that of the competition's. In the introduction to BS 7000 *Guide to Managing Product Design* [1], the importance of engineering design is stated clearly: 'Any product competes in its market according to performance, appearance, price, delivery, reliability, safety and maintainability. All of these depend fundamentally on the design of the product'.

The problem of design quality was identified in 1963 in the Feilden report [2], and has been frequently reiterated since then [3-8]. One of the recommendations of the Feilden report was that action should be taken: 'To encourage and coordinate experiments in methods of teaching design' 'In this area much has been achieved. A strong lead was provided by the Design Council when they published the Moulton report in 1976 [9] which included the statement: 'Engineering should be taught in the context of design, so that design is a continuous

thread running through the teaching of undergraduate engineering'. The professional group SEED, Sharing Experience in Engineering Design, was formed in 1979 with the express aim of bringing together teachers of engineering design. Seminars have been held each year and working groups have produced a comprehensive series of publications covering many aspects of the design curriculum and design projects [10, 11]. These publications, and the others produced by SEED, provide valuable guidance when setting up a design teaching programme.

The fundamental importance of design in all engineering degree courses has been recognized by the Engineering Council and the Professional Engineering Institutions. *Standards and Routes to Registration* (SARTOR) [12], published by the Engineering Council, states that for an engineering degree course to be accredited design studies must be included in the course. Because all courses to be accredited must have their design teaching assessed, the need to define the requirements more explicitly has arisen. To that end the Design Council and the Engineering Council have jointly published *Attaining Competence in Engineering Design* (ACED) [13].

The Royal Academy of Engineering has added its authority to the importance of engineering design teaching and sponsored a survey on engineering design education [14] and a study on creativity in engineering design [15]. Starting in 1988, the Royal Academy made a unique contribution with its Visiting Professorship Scheme. To date around 50 senior designers from industry have been made Royal Academy Visiting Professors in the Principles of Engineering Design, and are now working closely with staff and students at higher education establishments. This far-sighted scheme has already produced a number of significant benefits including ensuring that the needs of industry are taken into account

in design courses and raising the overall status of design teaching.

There has also been international activity in the area of design teaching. For example, the International Conferences on Engineering Design (ICED), started in Rome in 1981 and held biennially since then, have always devoted a significant proportion of their proceedings to design education. These conferences are organized by WDK (Workshop-Design-Konstruktion), a European Design Society. The publications of WDK, for example the proceedings of ICED 91 [16], provide a further valuable source of information on design teaching.

The industrial scene is changing rapidly and modern design engineers are subject to very demanding pressures including: intense international competition; rapidly changing technology; increasing complexity of technical systems; rising customer expectations; shorter life cycles; greater environmental accountability; severe product liability legislation; and the need to work in large, multidisciplinary teams.

It is necessary to teach young engineers the fundamentals of design and to prepare them for the pressures listed above. The aim of the design teaching at Cambridge is to develop the ability and confidence of our students to apply engineering fundamentals to the design of products and systems.

Cambridge University Engineering Department (CUED)

Cambridge University has around 10 000 undergraduates in all subjects. The Engineering Department has approximately 1000 undergraduate's at any time and therefore represents 10% of the university. Teaching is divided into three terms each year, and students must complete their studies in the pre-allocated number of terms. No extensions are permitted. The undergraduate engineering course at Cambridge is characterized by its two-part structure. Part 1 (years 1 & 2) is a common fundamental engineering course taken by all engineering students and Part 11 (years 3 & 4) provides a wide range of options allowing students to specialize in their chosen disciplines.

CUED has a strong Tradition of design teaching and design research. In 1960 Marples published his paper on 'decision trees' [17]. In 1963 the English edition of Matoušek's book on engineering design [18] was published, edited by D. C. Johnson. French, a Lecturer in the Department in the 1960s, published his book on conceptual design in 1971 [19]. Glegg introduced an innovative conceptual design course and published four unique books on engineering design [20-23]. A postgraduate Advanced Course in Engineering Design Methods was run in 1965. The Advanced Course in Design, Manufacture and Management, run in collaboration with Lancaster University, was started (with a slightly different name) in 1966. In 1979 Reddaway and Britton published a comprehensive survey of engineering design education [24].

The 1980s saw further contributions to design teaching. In 1984 the English edition of the standard German text on 'Engineering Design' by Pahl and Beitz [25] was published, followed in 1987 by the English edition of the German Guideline, VDI 2221, *Systematic Approach to the Design of Technical Systems and Products* [26]. The developments in design teaching which were introduced when the engineering course was revised in 1985 are described in a paper published in 1988 [27]. During the 1980s the Drawing Office was converted into a modern Design and Project Office (DPO) which is now equipped with around 90 high-performance computer terminals. Beside each terminal there is an A2 drawing board.

Three significant events have happened in the last two years:

1. the move from a three- to four-year undergraduate engineering course, that is from 9 to 12 terms;
2. the introduction of three Royal Academy Visiting Professors in the Principles of Engineering Design; and
3. the establishment of an Engineering Design Centre (EDC) in the department.

The introduction of the four-year MEng course provided the opportunity to rethink the design teaching. Engineering design is a major theme in the new course, embracing the Moulton report's recommendation quoted above.

Professors Roy Farmer, Andrew Palmer and Ivan Yates joined the Department as Royal Academy Visiting Professors in July 1991 and are contributing significantly to the design teaching Programme both in terms of strategic advice to staff and direct teaching contact with students.

In January 1991, the Cambridge EDC was established with a grant from the Science and Engineering Research Council (SERC). The aim of the EDC's research Programme is to develop, validate and disseminate fundamental engineering design 'methods for mechanical systems. To ensure the industrial relevance of the EDC's research, design applications supported by industrial partners are undertaken in the fields of aerospace systems, heavy-duty vehicles and medical and rehabilitation equipment. The ideas and software developed in the EDC are used to support the design teaching whenever possible. For example, the Cambridge Materials Selector software package [28], developed with support from the EDC, is used extensively in the design teaching Programme. By being members of the EDC's Steering Committee, the Royal Academy Visiting Professors are helping to shape the EDC's research Programme.

When planning a design teaching Programme it is useful to remember the following:

1. a considerable amount of 'learning by doing', e.g. project work, is required, and this is very demanding in staff time;
2. a clear and consistent model of the design process, with well-defined steps and methods, helps structure and organize the Programme;
3. the design teaching must be integrated into the overall engineering course, bringing together and applying the engineering fundamentals taught in other subjects.

The systematic approach of Pahl and Beitz [25], for example, provides a clear structure. In their model the design process is broken down into phases and steps, and a variety of methods are suggested to assist with each step. The basic sequence of activities is:

- ♦ identify the requirements;
- ♦ establish the functions;
- ♦ select the physical effects and working principles; and (4) undertake the engineering embodiment.

Teaching Engineering Design in the new four-year course

The reasons for changing from a three- to a four-year engineering course included the need to allow more time for design-based activities and to provide the opportunity for each student to undertake a more substantial final-year project in many cases in collaboration with industry.

Students are encouraged to adopt a total view of the design and manufacture process [10], starting with the identification of a market need, through design, manufacture and operation, finishing with the recycling, or disposal, of the product. A simplified model of product evolution is shown in Fig. 1, which is consistent with the model in BS 7000 [1]. This model is introduced in the first year of the course, and then elaborated as the design programme proceeds.

Although much simplified, the model in Fig. 1 highlights a number of important design principles which must be reinforced throughout the design teaching programme. Any new product is created in a particular market and each industrial organization will have its own management structure within which design teams must work. These design teams undertake a sequence of information processing activities, requiring the appropriate physical and financial resources. Fundamental problem-solving activities are synthesis and modelling, and for teams to work together effectively and efficiently, clear communication is essential.

One of the most important lessons to get across is that progress depends on deci-

ons, and the aim is to make the best decisions throughout the design process. All decisions depend on forecasts and evaluation criteria. At the design stage one is attempting to model all the subsequent events in the life of a proposed product. How easy will it be to manufacture? Will it perform as required in operation, and will it do so safely, reliably and economically? How easy will the product be to recycle at the end of its life? The aim is to get a full and accurate forecast which will answer all these questions, and many more, *before* the product is made. The more quickly and

accurately these forecasts can be made, the shorter will be the product development time and the greater the chances of securing a competitive advantage. The aim of design methods is to help designers improve their decision making. Because forecasts often turn out to be inaccurate or incomplete, considerable iteration is necessary and many feedback loops are involved in achieving a reliable and economical product. The main phases of the design process are shown in Fig. 2. More detailed models are provided in the literature [10, 25, 26].

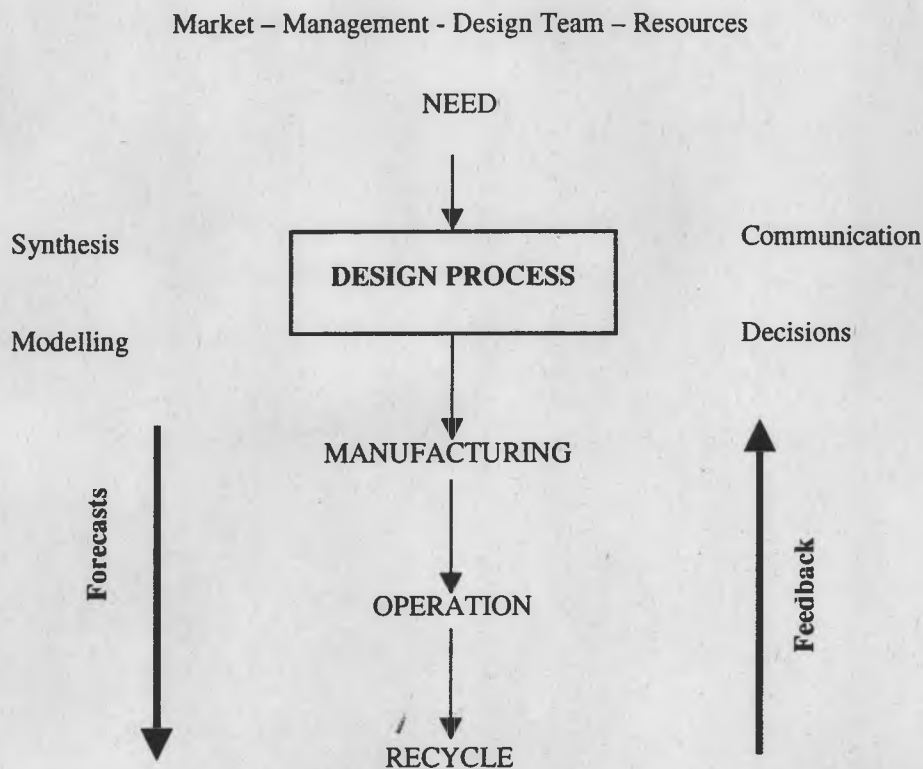


Fig. 1. Simplified model of product evolution.

The design process and many of the methods can be described in lectures, and these can be supported by examples and case studies. However, there is really no substitute for practising the design process on increasingly challenging design tasks. Design, build and test projects are ideal, but they are time-consuming and expensive to undertake. However, the effort is worthwhile, and competitions to assess the best designs can add considerably to student motivation.

The overall structure of the design teaching at Cambridge is shown in Fig. 3. As with the rest of the engineering course, design teaching in Part I is common for all stu-

dents and the activities shown in Fig. 3 occupy about 20% of the timetable hours in both the first and second years. In Part 11, students have a wide range of options, but for those interested in design they can spend around 40% of their time on design activities in their third year and well in excess of 50% in their fourth year.

In both the first and second years, Applications lectures are given, mostly by speakers from industry. These lectures, organized by a committee of staff and students, set the design programme within a wider context. Our Visiting Professors contribute to the Applications lectures.

Teaching engineering design

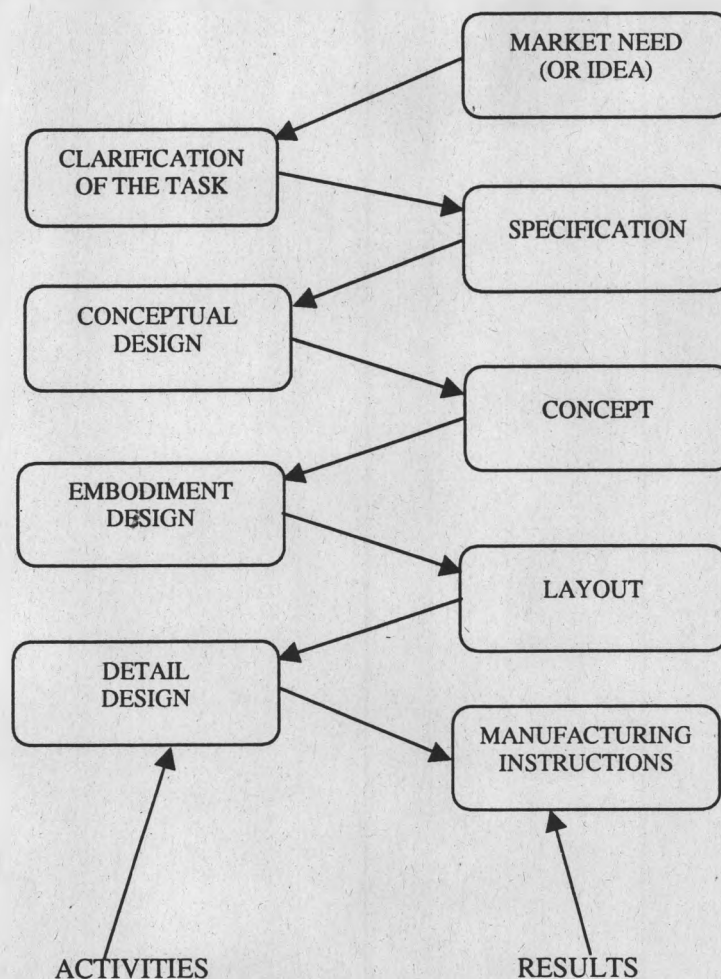


Fig. 2. Phases of the design process.

With 1000 undergraduates in the department, the organization and administration of the design teaching programme is a major activity. Overall responsibility rests with the Design Projects Committee. At least one member of staff from each main Subject Group sits on this committee and most of the staff in the department contribute to the design teaching programme by supervising design projects.

In Part I, all coursework is assessed for *standard credit* and in Part II for *positive credit*. Standard credit is a qualification system where students have to achieve a qualifying mark in each of the specified coursework and project areas. Only if students fall below the qualifying level, or fail

to complete coursework assignments, are marks deducted from the standard credit which is included in their end-of-year assessment. In Part II, to reward the large amount of time students spend on project work, assessment is for traditional positive credit which counts towards their end-of-year assessment in the usual way. Outstanding design ability is recognized and rewarded by the Department's Design Prize Scheme. For a fuller discussion of design assessment, it is worth reading the Proceedings of the 13th SEED Annual Design Seminar, *Student Assessment in Engineering Design* [29].

First year

- DRAWING
- PRODUCT DESIGN COURSE & PROJECT
- STRUCTURAL DESIGN PROJECT
- ENGINEERING APPLICATIONS

Second year

- INTEGRATED DESIGN PROJECT
- DESIGN ELECTIVES
- ENGINEERING APPLICATIONS

Third year

- DESIGN PROJECTS
- COMPUTER-BASED PROJECTS

Fourth year

- MAJOR PROJECT
- DESIGN MODULES

puters. Each course or project covers the design process, either addressing all phases or concentrating on a particular phase; deals with selected levels of product and system complexity; and highlights different aspects of management, teamwork and communication.

The design courses and projects shown in Fig. 3 are described briefly in the following sections. Several of the courses and projects in the new four-year MEng course are developed from those in the old three-year course.

FIRST YEAR

Drawing

The aim of the Drawing course is to develop the 3-D visualization and communication skills required for engineering design. The course has two main themes: projection theory and mechanical drawing, the first underpinning the second. The mechanical drawing syllabus includes orthographic and isometric projection, sketching, engineering drawing practice [30] and CAD. Each topic is introduced with a lecture and handout" followed immediately by a practical drawing session in the Design and Project Office.

Product Design Course and Project

The aim of the Product Design Course and Project is to provide an introduction to pro-

Fig. 3. Design teaching at Cambridge.

All the design courses and projects in the department aim to set engineering design within a realistic industrial context, develop design decision making, apply engineering fundamentals, and integrate the use of com-

duct evolution and the methods used in the first two phases of the design process, Clarification of the Task and Conceptual Design. A series of 8 lectures is given to set the scene, provide an introduction to the principles of engineering design and describe some specific methods to assist with the Generation, evaluation and presentation of ideas. A handout entitled *An Introduction to the Design Process* [31] supports the lectures and includes the model of the design process (Fig. 2) that provides the structure for the whole design programme.

Clearly defining methods to follow, for example preparing requirements lists, establishing function structures, generating and combining solution principles, and evaluating concepts, has been found to help those students who do not have a natural flair for design. The objective of this introductory course is to encourage students to develop their design skills and not to put them off. The project at the end of the course must therefore be chosen very carefully. Examples of projects which have been used in the past include: Bottle Capper, Water Sampler, Fencepost Extractor, Fire Escape, Rope Tensioner, Adjustable Mastfoot Track for a Windsurfer, Branch Pruner, Slab Lifter and Emergency Brake for a Wind Turbine.

Students work individually on this project and the steps they are expected to follow are clearly set out in the handout [31]. To make marking over 300 solutions more manageable, students are restricted to one sheet of A2 drawing paper. On one side they are expected to present the steps of their design process and on the other a clear description (sketch) of their solution. To avoid having to write too many detailed comments on each solution, a feedback lecture is given after all the solutions have been marked. This lecture is based almost entirely on overheads made from the students' solutions. After the lecture, the students have the opportunity to discuss their solutions in more detail with the three markers.

An example from this design project is provided by a student's solution to the Slab, Lifter problem shown in Figs 4-6. Figure 4 shows the student's *requirements list*, indicating Demands (D) and Wishes (W), the latter being weighted as High (H), Medium (M) or Low (L) importance. Figure 5 shows the *process function structure* and Fig. 6 the *table of options* and selected concept.

Structural Design Project

The aim of this project is to apply the fundamentals being taught in the Structural Mechanics and Materials courses to a design problem; to work in a team; to plan and implement manufacture; and to experience the results of testing a design to destruction. Students, working in pairs, design, build and test to a tight timescale a low-cost, low-weight Aluminium or steel structure. The structures are made by the students themselves. After they have forecast the performance, their structures are tested to destruction. The project report concludes with the students comparing the predicted and actual modes of failure.

The project provides a simple 'hands on' experience of many of the design fundamentals highlighted in Fig. 1, including modelling and analysis in decision making, and basic management and teamwork skills. Most of the structures fail owing to lack of attention to detail, rather than through a fundamentally flawed concept. Attention to detail, so important in ensuring a reliable design, is very difficult to teach in an academic environment without this 'hands on' element.

D/W	Wt	REQUIREMENTS
		OPERATION
D		♦ Pick up slab up to 200 nun off the ground
D		♦ Place slab within 5 mm of previously laid slab
w	H	♦ Easily manoeuvred
w	M	♦ Pick up previously laid slab
w	L	♦ Single person operated
w	H	♦ Quick and simple grasping system
		GEOMETRY
D		♦ Handle slabs up to 600 x 900 x 50 mm
W	H	♦ Handle slabs of different sizes and shapes
W	L	♦ Maximum dimensions: 1 x 1 x 2 m
		FORCES
W		♦ Weight not greater than 400 N
W	H	♦ Lifting force input not greater than 300 N
W	M	♦ Withstand fall on to hard surface from 2 m
D	M	♦ Lift slabs up to 700 N weight
		ENERGY
D		♦ Human powered
W	M	♦ Low energy expenditure by user
		MATERIAL
W	L	♦ Suitable for a life expectancy of 10 years
W	H	♦ Tough
W	L	♦ Must not corrode within design life
		SIGNALS
W	L	♦ Simple operation and maintenance instructions
		SAFETY
W	H	♦ General sturdiness
W	H	♦ Failure of machine will not hurt user
D		♦ o No accessible sharp edges
		ERGONOMICS
D		♦ Easy to operate and control
		AESTHETICS
W	M	♦ Pleasant appearance
		ECONOMICS
W	H	♦ Target selling price not more than £75

Fig. 4. Requirements list for the Slab Lifter.

TEACHING ENGINEERING DESIGN DEVICE

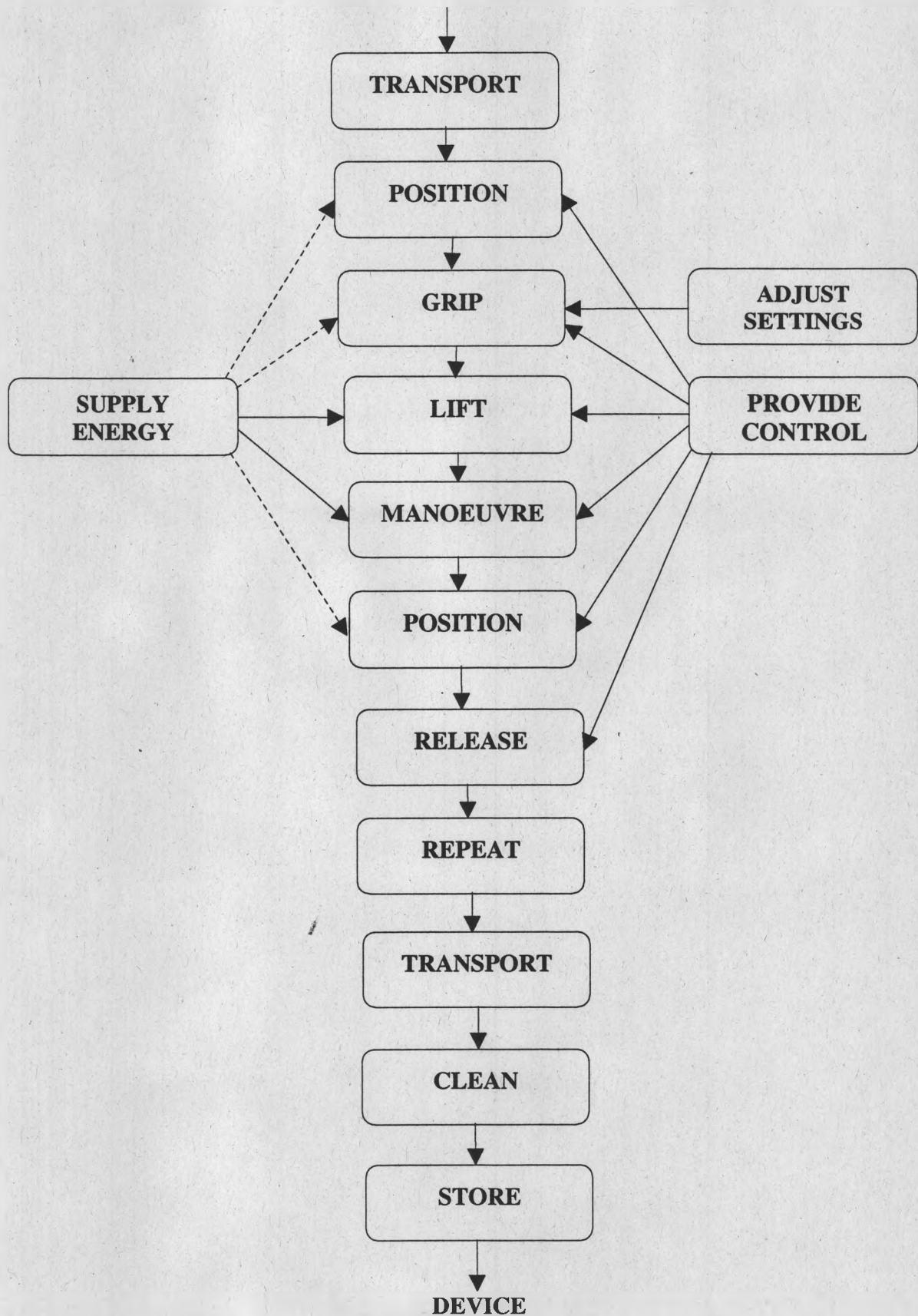


Fig. 5 Process function structure for the Slab Lifter

FUNCTION	SOLUTION PRINCIPLE				
Grip	Friction belt	Clamp	Hooks	Suction	Slide under
Lift	Lever arm	Pulley	Direct lift	Tilt	Screw thread
Move	Wheel barrow	Flat bed trolley	Mid-axle trolley	Conveyor belt	2-person yoke
Position & Release	Drop & adjust	Slide off	Position & release		

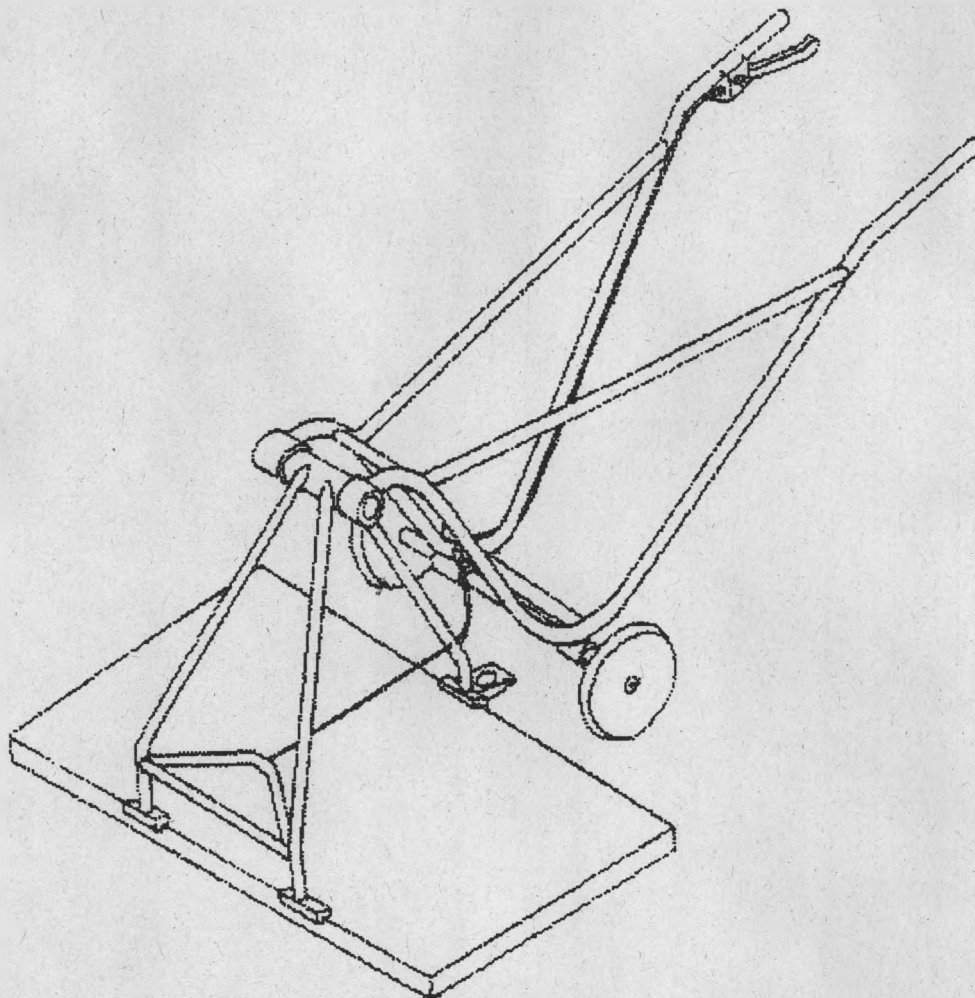


Fig. 6. Conceptual design for the Slab Lifter.

This project was originally devised in the 1960s and has been continually refined since then. Its long history has diminished none of its value.

SECOND YEAR

Integrated Design Project

The aim of this project is to develop system design skills and, in parallel, design management skills. All the competences listed in the ACED report [13] are addressed. Modern design tasks often require an integrated system to be designed by a multidisciplinary team. This design, build and test project aims to simulate this situation.

The subject of the project is a model Automated Guided Vehicle (AGV), a mechatronic device. The task involves designing and building from the kit provided an autonomous AGV which leaves its parking bay, collects a pallet from a store, delivers the pallet to a manufacturing cell and then returns to its parking bay. Various challenges are set for the vehicle to overcome.

Students work in teams of six, so teamwork, planning and communicating are crucial aspects of this project. The team is broken down into three sub-teams of two, one being responsible for the mechanical design, one for the electronic design and one for the software design. They have just four weeks to complete the task.

The mechanical team designs the chassis, power transmission system and the on-board pneumatic system; the electrical team designs the electronics, the sensor system (ultrasonic and infrared), and the software team designs the control software, which is coded on the computer terminals in the DPO and downloaded into the on-board microcontroller.

A final competition is held to find the fastest, cheapest and most reliable AGV and credit is given for the number of components that can be recycled and used by subsequent project groups.

Design Electives

In the third term of the second year, students study two Electives out of a set of six. The aim of these courses is to provide case studies and related exercises associated with a much larger project than the students could tackle themselves in the time available. The Electives are taught in the context of design, and are examined at the end of the year. One Elective is organized by each Subject Group and the following are offered:

1. design of a pipeline inspection gadget (PIG);
2. design of a jet engine;
3. design of a pollutant-free exhaust for a power station;
4. design of a fast transistor;
5. design of a network monitor unit;
6. design of steel reinforced concrete structures.

THIRD YEAR

In the three-year course the classed examinations were held at the *end* of the third (summer) term of the third year. In the four-year course, the classed examinations are moved forward to the *beginning* of the third term of the third year, releasing almost the whole of the third term for project work. Students undertake two 80-hour projects from the following four headings: Design Projects, Computer-Based Projects; Surveying Projects and European Projects. The majority of students select projects from the two largest groups: Design Projects and Computer-Based Projects. The dividing line between Design Projects and Computer-Based Projects is not rigid.

Design Projects

The aim of these projects is to provide the opportunity for students to work in more depth on the Embodiment Phase of the design process (see Figure 2). In most cases the concept is given and emphasis is on using sophisticated design tools to optimize

a challenging embodiment design task. Where possible the resulting designs are manufactured and tested. Again teamwork is encouraged, and generally the students work in pairs.

These projects have been developed from the successful second-year design projects which have been running in the department since 1986. The spread of projects covers the range of subjects being studied by the students and they have a wide choice. It is at this stage that some general embodiment design principles are introduced, such as those in the mechanical design field described by Pahl and Beitz [25], Suh [32] and French [33]. Projects include: Model Bridge; Architectural Design; Miniature Heat Engine; Bicycle; Heat Exchanger; Catalytic Converter; Expansion Turbine; Electrical Power; Optical Fibre Link; Microprocessor; Digital Robot Control; Image Processing; and Data Logger.

Computer-Based Projects

The aim of these projects is to provide the opportunity for students to use advanced computerbased tools in considerable depth to analyse and optimize given designs. Projects include: Bridge Erection; Quay Wall; CAD (mechanical); Vibration Modelling; Thermal Processing of Materials; Aircraft Wing Analysis; Modelling of Combined-Cycle Power Plant; VLSI; Microphone Amplifier; CAD of Electrical Transformer; Control System; Data Analysis; Software; Global Warming; Traffic Flow; and Factory Production Scheduling.

FOURTH YEAR

Major Project

One of the reasons for changing from a three- to a four-year course is to allow time for more project-based work, and to include a project that can be pursued in more breadth and depth than was possible in the three-year course. To that end about half the time in the fourth year is spent on a major open-ended project, often undertaken in collaboration with industry. The aim of the Major Project is to cover the complete

design process for a challenging product or system. Students are supervised individually, or in small groups, as is current practice with final-year projects. Now that the third term of the third year is devoted to project work and not taken up with revising for examinations, the fourth year Major Project can be selected and planned during this term. If appropriate, it is possible to work on the project during the summer vacation between the third and fourth years of the course as part of an industrial placement.

Design Modules

The other half of the fourth year is devoted to modules, with assessment at the end of each. These modules have a number of different formats, ranging from traditional lectures to completely coursework. Each Subject Group offers up to 12 modules, and there are several specialist design modules.

The aim of these Design Modules is to teach advanced design methods, many of which are specific to a particular engineering domain. For example, the material covered in the current specialist third-year course on Mechanical Design is transferred to these modules. Special project modules are also offered so that students particularly interested in design are able to spend the majority of their final year on design studies and projects.

Conclusions

At Cambridge the design teaching programme is integrated into the new four-year MEng engineering course and an attempt is made to apply systematically the engineering fundamentals taught in the other engineering subjects. This objective is made easier to achieve by having a consistent model of the design process which provides a clear structure for all the design teaching.

Students are enthusiastic about design projects and work hard at them. Assessment should reward ability and hard work, but should not encourage weaker students to put too much effort into design projects to compensate for poor examination performance. In addition, assessment should not

hinder group working on projects, or place an excessive marking load on staff. The solution at Cambridge is to use a system of standard credit in Part I, and positive credit in Part II. To provide recognition of exceptional design talent, a range of design prizes, donated by sponsors, are awarded each year. In 1992, 55 design prizes were awarded, sponsored by: The Head of Cambridge Engineering Department; Carnaud-Metal Box; Smallpiece Trust; Graseby; IBM; and Cambridge Research & Innovation.

Design is best learnt through practical experience, so a considerable amount of 'hands on' project work is required. This is very demanding in staff time. Design, build and

test projects are best, and competitions at the end enhance Motivation. With around 1000 undergraduates in the department, projects 'present significant problems of organization and logistics. Careful timetabling and planning are essential, and so is the cooperation of all members of staff.

As the new four-year MEng course develops, the design teaching will be monitored continuously by the Design Projects Committee, assisted by our Royal Academy Visiting Professors. Adjustments and improvements will be introduced where appropriate to ensure that the design programme meets all its objectives.

References

- [1] BS 7000, Guide to Managing Product Design, British Standards Institution (BSI), London, 1989.
- [2] Feilden, G. B. R. (Chairman), Engineering Design, HMSO, London, 1963.
- [3] Finniston, M. F. (Chairman), Engineering Our Future, HMSO, London, 1980.
- [4] Corfield, K. G. (Chairman), Product Design, National Economic Development Office (NEDO), London, 1979.
- [5] Policies and Priorities for Design, The Design Council, London, 1984.
- [6] Managing Design for Competitive Advantage, The Engineering Council, London, 1986.
- [7] Innovation in Manufacturing Industry, First Report of the House of Lords Select Committee on Science and Technology, HMSO, London, 1991.
- [8] Lickley, R. L. (Chairman), Report of the Engineering Design Working Party, The Science and Engineering Research Council (SERC), Swindon, 1983.
- [9] Moulton, A. E. (Chairman), Engineering Design Education, The Design Council, London, 1976.
- [10] 'Curriculum for design', Engineering Undergraduate Courses, Sharing Experience in Engineering Design, SEED Publications, PO Box 59, Loughborough, LE11 OFS, UK, 1985.
- [11] 'Curriculum for design', Compendium of Engineering Design Projects, Sharing Experience in Engineering Design, SEED Publications, PO Box 59, Loughborough, LE 11 OFS, UK, 1988.
- [12] Standards and Routes to Registration, 2nd edn, The Engineering Council, London, 1990.
- [13] Attaining Competence in Engineering Design, a Joint Design Council -Engineering Council Report, The Design Council, London, 1991.
- [14] Black, J., Engineering Design Education on Undergraduate Degree Courses in UK Universities and Polytechnics, The Royal Academy of Engineering, London, 1986.
- [15] Chaplin, C. R., Creativity in Engineering Design-The Educational Function, The Royal Academy of Engineer-in London 1989.
- [16] Proceedings of the International Conference on Engineering Design (ICED 91), Heurista, Zurich, 1991.
- [17] Marples, D. L., The Decisions of Engineering Design, The Institution of Engineering Designers, London, 1960.
- [18] Matousek, R., Engineering Design-A Systematic Approach, D. C. Johnson (Ed.), Blackie, London, 1963.

- [19] French, M. J., Engineering Design: The Conceptual Stage, Heinemann, London, 1971.
- [20] Glegg, G. L., The Design of Design, Cambridge University Press, Cambridge, 1969.
- [21] Glegg, G. L., The Selection of Design, Cambridge University Press, Cambridge, 1972.
- [22] Glegg, G. L., The Science of Design, Cambridge University Press, Cambridge, 1973.
- [23] Glegg, G. L., The Development of Design, Cambridge University Press, Cambridge, 1981.
- [24] Reddaway, J. L. and Britton, R. A., A Survey of Engineering Design Education in North America, Europe and Japan, Cambridge University Engineering Department, Trumpington Street, Cambridge, CB2 1PZ, UK, 1980.
- [25] Pahl, G. and Beitz, W., Engineering Design, K. M. Wallace (Ed.), The Design Council, London, 1984.
- [26] VDI 222 1, Systematic Approach to the Design of Technical Systems and Products, K. M. Wallace (Ed.), Beuth Verlag, Berlin, 1987.
- [27] Wallace, K. M., 'Developments in design teaching in the Engineering Department at Cambridge University', International Journal of Applied Engineering Education, 4(3), 207-210 (1988).
- [28] Ashby, M. F., Materials Selection in Mechanical Design, Pergamon, Oxford, 1992.
- [29] Proceedings of the 13th Annual Design Seminar, I. Gilchrist (Ed.), Sharing Experience in Engineering Design, SEED Publications, PO Box 59, Loughborough, LE 11 0FS, UK, 1991.
- [30] PP 7308, Engineering Drawing Practice for Schools and Colleges (student edition of BS 308), British Standards Institution (BSI), London, 1986.
- [31] Wallace, K. M., An Introduction to the Design Process, Cambridge University Engineering Department, Trumpington Street, Cambridge, CB2 1PZ, UK, 1992.
- [32] Suh, N., The Principles of Design, Oxford University Press, Oxford, 1990.
- [33] French, M. J., Form, Structure and Mechanism, Macmillan, London, 1992.

Zusammenfassung: Projects in Higher Education of Engineers

Ute Berbuir, Wissenschaftliches Sekretariat für die Studienreform in NRW

Zunächst wird eine kurze Vorstellungsrunde der TeilnehmerInnen durchgeführt.

Anschließend folgt ein einführendes Statement von Prof. Ken Wallace²:

(Vorbemerkung: Wirklich kritisch in einem (Konstruktions-) Projekt seien meist die sozialen und nicht die technischen Probleme.)

Es stelle sich die allgemeine Frage wie, d.h. mit welchen Methoden "technical design" überhaupt gelehrt werden könne. Eine Lehre von "design" erfordere "mehr machen und weniger reden", da nur auf der Basis eigener Erfahrung das zu Lehrende überhaupt verstanden und eingeordnet werden könne.

"Aim of design teaching develop the ability and confidence of our students to apply engineering fundamentals to ther design of products and systems."

(Aus- und Aufbau der Fähigkeit und des Selbstvertrauens der Studierenden ingenieurwissenschaftliche Grundprinzipien im Entwurf und in der Entwicklung von Produkten und Systemen anzuwenden.)

Studienaufbau:

Die ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge an der Universität von Cambridge seien in zwei große Blöcke aufgeteilt. Zunächst durchliefen alle Studierende der Ingenieurwissenschaften ein 2-jähriges Sockelstudium. Anschließend folge ein 2-jähriges Studium in einer gewählten Fachrichtung. (Dieses System ist nicht kompatibel mit dem in Großbritannien sonst üblichen credit point system.)

In allen Studienabschnitten würde Projektarbeit durchgeführt:

1. Year
(meist 2 Personen pro Projektgruppe)
 - Drawing (Visualisation, CAD...)
 - Product design course & project
 - Structural design project
 - Engineering application

2. Year
(meist 6 Personen pro Projektgruppe)
 - Integrated design project (AGV)
 - Design electives
 - Engineering Application

3. Year
(meist 4 Personen pro Projektgruppe)
 - Design project
 - Computer based project
 - Met major project

(Studierende sollten eine Produktidee "komplett" umsetzen und müßten hierfür ein eigenes kleines Unternehmen "gründen" und sich von der Finanzierung bis zum Marketing um alles kümmern.)

4. Year
 - Final year project
 - Design modules

Die Studierenden seien in der Regel äußerst engagiert in ihren Projekten. Daher sei es wichtig, dafür zu sorgen, daß die Studierenden ihr sonstiges Studium über die Projektarbeit nicht vernachlässigten. Es ginge also darum, Begeisterung gezielt zu wecken und zu fördern, aber ohne die Kontrolle darüber aus der Hand zu geben.

Bei der Konzeption und Durchführung von Projektes seien viele Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

Beispielsweise die "Art eines Projektes". Projekte in denen ein Produkt entworfen, gebaut und getestet würden seien zwar ideal für den Lerneffekt, gleichzeitig aber auch äußerst zeitaufwendig, betreuungsintensiv und teuer. Da jede Hochschule diese Faktoren berücksichtigen müsse, gälte es in Hinblick auf die konkreten Lehrziele eines Projektes die Methoden sorgsam abzuwägen

² Prof. Wallace ist so etwas wie ein "Prorektor für Lehre" des "Engineer Departments" der Cambridge University UK: "responsible für all the teaching in the engineer department")

("paper-project" ⇔ "design-built-test-project")

Der Einbau von Wettbewerbselementen sei gut geeignet die Motivation der Studierenden zu erhöhen. Dabei sei aber zu berücksichtigen, daß keine "künstliche" Welt simuliert würde, da in der industriellen Praxis in der Regel nicht die Möglichkeit eines direkten Vergleichs bestünde, z.B. mit Gruppen, die an der identischen Problematik arbeiteten. Demnach solle ein "Wettbewerbselement" nur sehr dosiert eingesetzt werden.

Auch eine direkte Zusammenarbeit mit Industriepartnern erhöhe i.d.R. die Motivation der Studierenden. Hier entstünden jedoch häufig Probleme bei der späteren Bewertung, da eine Vergleichbarkeit aufgrund der individuellen Themenstellung meist nicht gewährleistet werden könne.

Weitere Gesichtspunkte, die bei der Planung, der Durchführung und der Bewertung von Projekten berücksichtigt werden sollten sowie einige Beobachtungen was Projekte "bewirken" und welche Probleme Studierende häufig mit bzw. in Projekten haben, werden im Hand-out beschrieben.

Folgende Themen werden (an)diskutiert:
(kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Bewertung der Projekte:

Die Art der Bewertung in den beiden Studienabschnitten sei unterschiedlich. In den Projekten der ersten beiden Jahre würden sogenannte qualified marks vergeben. Das bedeute, daß mit 2/3 der zu erbringenden bzw. der gewünschten Leistung das Projekt als bestanden gelte. Es erfolge in der Regel eine Bewertung der Gruppenarbeit, wobei individuelle Zusätze bzw. Ergänzungen gemacht würden, so daß die Studierenden ihre Fehler überhaupt erkennen und daraus lernen könnten. Wer besser als das 2/3 Niveau sei, hätte dadurch keinen "direkten" Vorteil. Dies sei bewußt so gemacht, um "Übereifer" der Studierenden zu vermeiden. Flankierend zu diesem Bewertungsschema existiere ein ausgefeiltes Preissystem, mit dem besondere Leistungen von Studierenden ausgezeichnet würden. Somit würden dennoch besondere Leistungsanreize gesetzt.

Im zweiten Studienabschnitt könnten keine "qualified marks" mehr vergeben werden, da alle Abschnitte bzw. Studienleistungen der

Studierenden dann für den Abschluß zählten. Hier würden sogenannte positive credits vergeben.

Im allgemeinen würde hauptsächlich der Prozeß und weniger das "Endergebnis" bewertet.

"Zeitmanagement":

Ein allgemeines Problem der Projektarbeit sei die Zeiteinteilung. Zum einen sollten die Studierenden dies lernen, zum anderen würde ihnen gezielte Hilfestellung durch "intermedia deadlines" geboten. Die Erfahrung zeige, daß die konkrete Ausarbeitung (z.B. Erprobung einer Maschine, Schreiben des Berichtes, Fertigstellung einer Präsentation...) nahezu immer erst kurz vor dem Abgabetermin erfolge. Dieser fast exponentielle Anstieg der Arbeitsbelastung würde durch Zwischenabgaben von Einzelergebnissen bzw. durch Zwischenpräsentationen vermieden, so daß die Arbeit gleichmäßiger auf die gesamte Projektlaufzeit verteilt würde.

Problem der Gruppengröße:

Die Größe der Gruppe sei ein wichtiges Element in der Gruppenarbeit und solle bei der Planung berücksichtigt werden. Prinzipiell sei zu sagen, daß die Anforderungen an die Koordinationsfähigkeiten mit steigender Größe ansteige. Als absolute Obergrenze für eine (funktionsfähige) Gruppe wird von Prof. Wallace eine Anzahl von 10 Personen angegeben, wobei in den Projekten in Cambridge maximal 6 Personen in einer Projektgruppe zusammenarbeiten. Von Prof. Nielsen wird die "magische" $7 \pm$ als maximale Gruppengröße angeführt. Mehr als 7 Personen würden der Regel wieder Untergruppen bilden. Als untere Grenze der Personenanzahl für "echte" Gruppenarbeit wird 3 favorisiert.

How to teach teamwork

(Balance between teaching and chance of making experience)

Die Frage, ob Teamarbeit gelehrt oder nur durch eigene Erfahrung gelernt werden könne, wird diskutiert. Daß eigene Erfahrungen für den Lernprozeß absolut erforderlich sind, wird von allen bestätigt. Bei der Frage wieviel "Anleitung" bzw. "Einführung" in die Teamarbeit gelehrt werden solle, gehen die Meinungen etwas auseinander.

Es macht den Eindruck, als ob sowohl Prof. Wallace als auch Prof. Nielsen weniger Not-

wendigkeit sehen, die Studierenden in die Gruppenarbeit "als solche" theoretisch einzuführen.

Dies ist meiner Meinung nach darauf zurückzuführen, daß sie aus anderen Lehrsystemen heraus argumentieren. Sowohl in Aalborg als auch in Cambridge ist Projektarbeit vom ersten Semester an fest im normalen Lehrplan erhalten. Die Studierenden machen immer wieder neue Projekte, wobei darauf geachtet wird, daß die Gruppenzusammensetzungen sich immer wieder ändern. In diesen Systemen haben die Studierenden also die Gelegenheit, Erfahrung in Projekten zu sammeln und mehr oder weniger kontinuierlich auszuprobieren, welche Verhaltensweisen und Methoden zum Erfolg führen. Es ist ein Lernen aus Fehlern möglich.

Demgegenüber ist Projektstudium in Deutschland eine eher exotische Lehrform. Häufig gibt es keine zweite Chance für die Studierenden andere Verhaltensweisen zu erproben. Demnach ist kein Lernen aus Fehlern möglich bzw. das Erkennen von Fehlern schon, aber es wird keine Gelegenheit gegeben bessere Erfahrungen zu machen. Daher erscheint es Notwendig, eine Einführung in Gruppenarbeit zu geben, um die Studierenden vor "ganz schlechten Erfahrungen" zu bewahren.

Einigkeit besteht weitgehend darin, daß Teamfähigkeit ein Lernziel ist und daß daher der Gruppenprozeß "als solcher" mit den bzw. von den Studierenden reflektiert werden solle.

Projektkonzeption:

Die Konzeption von neuen Projekten würde in Cambridge von den Hochschullehrern in einem "very democratic" Verfahren gemacht. Die Hochschullehrer seien in "subject groups" organisiert. Jeder Hochschullehrer des Departments könne frei entscheiden in welche und in wie viele subject groups er oder sie gehe. Diese Gruppen seien wiederum verantwortlich für die Lehre in diesem bestimmten Fach. Innerhalb dieser Gruppen könne die Idee für ein neues/anderes Projekt eingebracht werden. Wenn diese Idee auf Interesse stoße, würde in der Regel eine Arbeitsgruppe gebildet, die wiederum ein konkretes Konzept ausarbeite. Dieses Konzept müsse dann von 2 (oder 3) Instanzen inner-

halb des Departments begutachtet werden bevor es in der Lehre zum Einsatz käme. In der Regel werde sehr viel Zeit von den Hochschullehrern in die Entwicklung und Erprobung neuer Projekt gesteckt. Die Frage, in wie weit auch Studierende in die Entwicklung von Projekten involviert seien, wird nicht diskutiert.

Nach drei Jahren Laufzeit erfolge eine detaillierte Selbstevaluation der Projekte und nach 10 Jahren werde das Curriculum insgesamt auf den Prüfstand gestellt und (ggf.) neu konzipiert. Das Department sehe sich bzw. die Studiengänge die angeboten werden in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozeß.

Es macht der Beschreibung nach wirklich den Anschein, daß sich das gesamte System immer wieder bewußt selber in Frage stellt, um sich darauf aufbauend zu verbessern bzw. sich neuen Anforderungen und Entwicklungen anzupassen => "Lernende Organisation".

In diesem Zusammenhang beschreibt Prof. Wallace kurz Facetten der "Lehrkultur" im Cambridge Engineer Department. Eine "goldene Regel" sei es, daß niemand als Hochschullehrer eingestellt würde der oder die keine Industrieerfahrung hätte. Bisher sei es in Cambridge so, daß Neuberufene eine Art einjähriges Trainee durchlaufen, in dem ihnen verschiedene Projekte und Lehrveranstaltungsformen demonstriert würden. Weiterhin würden den neuen Lehrkräften erfahrene Hochschullehrer als Mentoren zur Seite gestellt, die sie bei der Entwicklung ihrer Lehrveranstaltungen berieten. Außerdem müsse jeder Hochschullehrer im Engineer Department in der Lage sein, sämtliche Fächer im allgemeinen Sockelstudium (d.h. alle natur- und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenfächer auf "Grundlagenniveau") zu unterrichten. Und alle Hochschullehrer hätten Lehrverpflichtungen im Sockelstudium sowie Beteiligungen an Projektarbeit.

Der Frauenanteil in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen betrage 23-24%. Vor zehn Jahren seien es noch weniger als 10% gewesen. In Aalborg läge der Prozentsatz sogar bei ca. 30 %.

"Probleme" in Cambridge:

Eine zunehmende Bürokratisierung in Form von einer Art "Überevaluierung" bzw. ausufernden Quantifizierung wird von Prof.

Wallace als Gefahr beschrieben. Dieses strenge Korsett von minimalistischen Dokumentationen, Kennziffern und permanenten Vergleichen würde zu einem "Dienst nach Kennziffer" führen, bei dem kein Platz mehr für flexible, angepaßte und kollegiale Verhaltensweisen und übergreifende Lehrplanung sei.

Eine Schwäche des straffen 4-Jahreskurses sei die fehlende Kompatibilität mit den sonst üblichen credit-point-systemen, da die Internationalisierung dadurch erschwert wird.

Prof. Wallace beschreibt die Möglichkeiten, die sich durch den Einsatz stud. Tutoren ergeben sehr interessant, sowohl für die studentischen Tutoren als auch für die normalen Studierenden sowie die Hochschullehrer. Ein Einsatz von studentischen Tutoren sei in Cambridge bisher - leider - nicht möglich, da der straffe 4 Jahreskurs den Studierenden höherer Semester keine Zeit für eine tutorielle Tätigkeit lasse.

Reflection in Project Work: A Case Study from the Basic Study Programme at Faculty of Technology and Science, Aalborg University³

Mona Dahms, University of Aalborg, Denmark⁴

Abstract:

In an ever-faster changing world factual knowledge tends to become outdated at a high rate and lifelong learning becomes the life perspective for everybody. Lifelong learning, however, can only be really effective if one has "learned-how-to-learn". Reflection is at the heart of any real learning and is a necessary prerequisite when learning-how-to-learn is the objective. Therefore reflection should be encouraged and promoted in any educational setting, not least at university level. In the Basic Study Programme at Faculty of Technology and Science, Aalborg University, reflection has been introduced, not only as a formal study activity but also informally in connection with formulation of learning objectives.

This paper describes the events that led to the introduction of reflection. It goes on to describe those elements of the new study regulation dealing with reflection and their implementation. In the conclusion some of the results observed so far are presented, shortcomings are discussed and thoughts on further use of reflection for both student and staff development will be offered for discussion.

The Context

The Basic Study Programme (BSP) is the first year of and the entrance to a very broad variety of different technical and scientific educations, including four different engineering educations, land surveying and science studies. The study form is problem-oriented and project-organised group work, combining approximately 50% project work with 50%

course work, ie. lectures. The roughly 500 first year students are divided into more than 80 project groups with 6 students in each group. Each project group works with a project defined by the students themselves, within one of the areas mentioned above. Thus, the BSP spans over a multitude of projects with different technical and/or scientific contents.

The BSP is organised into three project units: The P0-project which lasts approximately 1 month, the P1-project of 3 months duration and the P2-project which lasts for 4 months. P0 and P1 take place in the autumn semester, while the P2-project takes place in the spring-semester. Each student thus works with 3 projects during the first year.

Learning objectives of the BSP are contained in the second chapter of the new study regulation. The general objective focuses on methodological skills, which are realised through 3 part objectives: (1) technical and/or scientific skills, (2) interdisciplinary skills and (3) general qualifications, like for example the ability to structure, plan and control the work processes involved in project-organised work, the student's ability to reflect on her own learning process, the ability to co-operate within the project group as well as with contacts outside the group, and the ability to communicate orally and in writing.

The Pilot Project

The most important event leading to the introduction of reflection was a pilot proj-

³ A paper prepared for the International Conference on "Project-Organisation as a Form of Study at Universities", Roskilde University, 14.-17. September 1997

⁴ Die Teilnahme von Mona Dahms war angefragt, kam aber aus terminlichen Gründen leider nicht zustande. Auf ihren Beitrag wollten wir in der Dokumentation nicht verzichten.

ect, initiated in Stockholm in June 1994 and implemented as a workshop on combined student and staff development at Slettestrand in Northern Jutland in January 1995. Involved were 10 ("handpicked") students and 10 (voluntary) teachers from the BSP, together with the 3 guest instructors from Open University, Scotland: John Cowan, Helen Wood and Claire Geddes, who were conducting the workshop.

Essential activities at the workshop were reflections upon own practice as students, respectively as teachers (ie. project supervisors) in the problem-oriented and project-organised group work. Results of these (self)reflections were written on flip charts and discussed among the participants at large for enhanced understanding of the relationships between supervisors teaching and students learning. The workshop was an immense success and the participating students insisted that such activities be made part of the normal curriculum for all first year students.

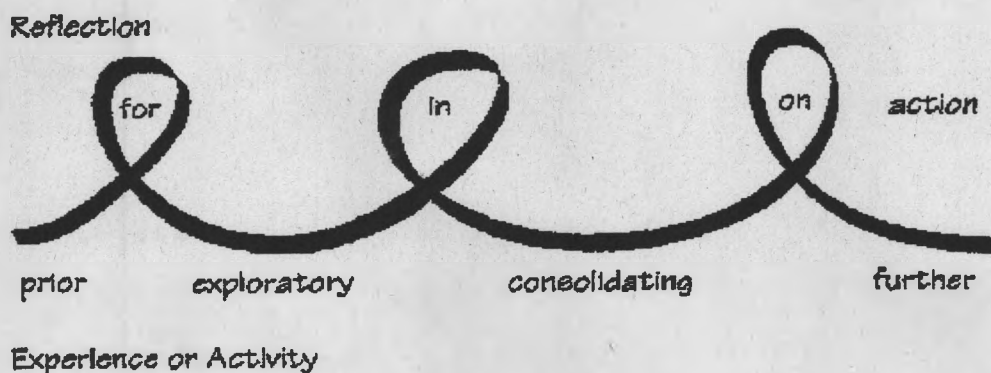
The pilot project coincided in time with the final report from an internal evaluation of the BSP (Algreen-Ussing et al., 1995) which indicated two major problems experienced by the students during the first year: Problems with managing the group work

group cannot be written into the study regulation.

Since a new study regulation for the BSP was requested as part of a major reform of the engineering educational system in Denmark, it was an obvious choice to attempt to integrate some of the activities from the workshop into the study regulation, in order to solve some of the problems revealed by the internal evaluation.

Formal reflection

The organisation of the BSP lends itself ideally to the Cowan Diagram (Cowan, 1996) shown in figure 1. The diagram is an elaborated version of the Kolb learning cycle with the four key activities: Doing - reflecting - thinking and deciding. In John Cowan's words this transforms into: Experiencing - reflecting - generalising and testing and the "never-ending" Kolb-cycle is replaced by loops with a forward movement in relation to time. The three loops in figure 1 represent reflection-for-action, reflection-in-action and reflection-on-action.



and resolve group conflicts and problems with finding out which professional requirements and assessment criteria to fulfil in the project work. The insecurity about requirements and assessment criteria was shared by the supervisors and was caused partly by the fact that - with a multitude of more than 80 different projects - specific technical and/or scientific learning objectives for the individual student/project

Figure 1. The Cowan Diagram for reflection (Cowan, 1996).

At the end of each of the three project units, time and space is set aside for the students to reflect on their experiences in the previous project period, with the explicit aim of producing "good advice" to themselves and other students for the planning and implementation of the next project unit. Thus, the reflection seminar after the P0-project can

be labelled reflection-for-action, action being the remaining part of the first year. The reflection seminar after the P1-project takes the form of reflection-in-action, since the first year is not yet finished, while the last reflection seminar after the P2-project is reflection-on-action, giving the students the possibility for looking back at the completed basic study programme and plan ahead for the next semesters to come.

The reflection seminar takes place in so-called cross-project groups, ie. groups consisting of 10 - 12 students from different project groups. Therefore they have worked with different projects and have different experiences concerning the project work. Thus, the "common ground" for exchange of experiences in a cross-project group are the experiences concerning the work processes, more than the specific (technical and/or scientific) contents of the project work. Therefore, the reflection seminar and the resulting "good advice" focuses upon the general skills contained in part objective 3, such as the ability to structure, plan and control the work processes involved in the project work, the ability to co-operate in the project group and with the supervisors and the ability to communicate orally and in writing.

Immediately following the reflection seminar each project group is requested to prepare a process analysis, describing, analysing and evaluating the project work and the processes involved. This process analysis is given to the supervisors and the external examiner as a documentation for the general skills in part objective 3. The process analysis is not a new concept - in the old study regulation it was called a process description. The project report containing the results of the project work and the process analysis together constitute the required documentation from the project group.

Informal reflection

As mentioned above a major problem for students and supervisors alike was the insecurity about the professional requirements and the assessment criteria for the project work. In order to reduce this insecurity great care has been exercised in formulating

the learning objectives in the new study regulation more clearly and more precisely than previously, for the overall study programme as well as for each project unit.

Concerning the practical problems with formulation of specific technical and/or scientific objectives (part objective 1) for the individual project group, the solution has been to make the main supervisor, in co-operation with the project group, responsible for transforming the broad formulation in the study regulation into specific technical and/or scientific learning objectives for that particular project group. In a similar way the deputy supervisor is responsible for formulating specific objectives for the social and humanistic contents of the project work (part objective 2). Specific learning objectives formulated at the beginning of the project work would be counter productive to the problem orientation. Therefore the specific objectives are produced in the final phase of the project work, ie. after the students have had sufficient time to perform the problem analysis, formulate the problem and work with the solution. The overall objectives for the project unit and the specific objectives for the project group together form the assessment criteria at the project unit examinations.

In connection with the formulation of specific project objectives the students will have to reflect on the previous phases of their project work, the contents as well as the learning outcomes.

Results

Results of the above mentioned changes in the study regulation should be judged partly by the degree to which the problems revealed by the internal evaluation have been reduced or removed, partly by the influence upon the learning outcome of the students. Since no major evaluation has been carried out since the new study regulation took effect, the following statements about the effects of the changes will be based mainly upon my personal impressions obtained as a supervisor at the Basis Study Programme.

A marked improvement has been observed in the quality of the process analysis. The

change of name from process description to process analysis, combined with the time and space provided for reflection and for working with the process analysis has had the effect that, instead of simply a few pages of chronological descriptions of events, the process analysis now most often is a document of 10 - 15 pages, with description, analysis and evaluation of the work processes throughout the project period. Furthermore, the more mature students who obtain a "gut-understanding" of the pedagogical value of process analysis carry the concept along to the super structure educations and apply the same method further on in their studies.

Judging from the improved process analysis the reflection seminars have led to an increased awareness among the students (and among the supervisors) of the importance of acquiring the general skills contained in part objective 3. Development of these skills is now given more attention during the project work and evaluation thereof is treated more seriously at the examination than has previously been the case.

The strong emphasis in the new study regulation on clearly formulated - overall and specific - objectives has helped diminish the insecurity among students and supervisors about requirements and criteria for the project work. Since supervisor and students are now in charge of the formulation of specific objectives for the individual project - within the frame work of a general formulation in the study regulation and with the assistance of examples in the student handbook - agreement can be reached between students and supervisor about the learning outcomes of the project work, while still satisfying the requirements of the study board.

Future developments

As mentioned above the reflection seminars have hitherto focused upon the general skills contained in part objective 3 and the effect has been a general improvement of these skills. The next step would be to apply the method of reflection on learning processes also to the technical and scientific areas of the project work (part objective 1)

as well as to the interdisciplinary areas (part objective 2), by having the students reflect consciously on their learning processes in these areas, thereby improving their learning outcome. This type of reflection would be more individually based, with exchange of experiences within the project group, and with input from the supervisor in the form of questions and comments. One way of promoting this individual reflection is by having the students write reflective learning journals (Cowan, 1996, p. 16-18).

But not only should the students learn-to-learn by reflection - and thereby improve their learning outcome - we as university teachers should also be prepared to reflect on our own practices as teachers, in order to be better able to help our students learn - which in my opinion is the most important task we have as teachers.

Finally, I would like to offer the suggestion that anybody who wants to improve in any area of human activity will be able to do so by consciously reflecting on her own practice - and reflection is at the heart of formative competence and flexibility.

References:

- Algreen-Ussing, Helle og Mona Dahms: "Kvalitet i uddannelse og undervisning - en undersøgelse af den teknisk-naturvidenskabelige basisuddannelse 1992-93. Sammenfatning, diskussion og konklusion.", G-studienævnet, Det teknisk-naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet, 1995. ISBN: 87-90215-38-9
- Cowan, John: "Encouraging the reflective Learner or Searching for the meaning of University Teaching", Draft, 1996.

Studienbüro als organisierendes Zentrum am Fachbereich - ein Schritt auf dem Weg zu einem Fachbereich als lernende Organisation

Wim Görts

Studienreform und Organisationsfragen zugleich denken

Der vorliegende Text entspricht inhaltlich - allerdings nicht wörtlich - dem, was ich in Darmstadt auf der Tagung „Aktivierende Lehr- und Lernformen in der Ingenieurausbildung“ in der Arbeitsgruppe „Organisationales Lernen“ gesagt habe. In der Arbeitsgruppe entwickelte sich anhand der Einführung des Moderators Michael Deneke in das Thema „Organisationales Lernen“ von selbst eine lebhafte Diskussion über die Trägheit und die Beharrungstendenzen der Hochschulen, über das Gefühl der TeilnehmerInnen der Arbeitsgruppe, daß die Hochschulen ausgesprochen wenig lernen und sich so vieles immer wiederholt. Teile meines vorbereiteten Beitrages habe ich an den Stellen, an denen es mir passend zu sein schien, in diese Diskussion eingebracht. Dieses Vorgehen bot sich an, um den Fluß des Gedankenaustausches nicht zu unterbrechen.

Den Hintergrund meines Beitrages bildeten meine Erfahrungen als Leiter des Studienbüros eines ingenieurwissenschaftlichen Fachbereiches an der TU Berlin (die Tätigkeit erstreckte sich von Oktober 1995 bis Dezember 1998). Kerngedanke war, daß die TU Berlin mit der Einrichtung der Studienbüros als dezentrale Einrichtungen neue Elemente zur Stärkung der Leitung für den Bereich Lehre und Studium am Fachbereich geschaffen hat. Man kann die Studienbüros, die der Belebung der Studienreform dienen sollen, in den verschiedenen Facetten ihrer Tätigkeit sowohl als organisierendes Zentrum und Denkzentrum für alle fachgebietsübergreifende Fragen von Lehre und Studium am Fachbereich begreifen als auch zugleich als Gedächtnis des Fachbereiches und als change agent im Bereich Lehre und Studium. Die Einrichtung der Studienbüros stellt einen Bruch mit der Idee dar, daß die Universität von der (Fachbereichs)-Gemeinschaft als Zusammenschluß von

gleichgestellten, autonom lehrenden und forschenden Experten alles, was mit der Lehre und Forschung in ihren Fachgebieten zu tun hat, selbstreferentiell regeln läßt. Diese Gemeinschafts-Idee funktionierte nie richtig, sie funktioniert schon gar nicht mehr bei den heutigen, meist großen Universitäten, die sich in schnell ändernden Gesellschaften befinden und darin ständig nach ihrem eigenen Platz suchen. Die Universität von heute ist deswegen, um qualitativ gut zu sein, nicht nur auf gute Leistungen von einzelnen Mitgliedern angewiesen, sondern in ganz starkem Maße ebenso auf eine regelmäßige Selbstidentifikation und eine Ermittlung dessen, was sie eigentlich tut und leistet. In diesem Zusammenhang sehe ich die Notwendigkeit, daß die Universität in Zukunft die Dauerfrage, was sie lehrt, welche Bildung sie betreibt und wie sie dies bewerkstelligt, verknüpft mit Überlegungen, wie sie sich in ihren verschiedenen Gliederungen dazu am besten organisiert.

Es geht um Optimierung

Die Universitäten müssen nicht völlig von neuem anfangen, weder in den Inhalten und Formen der Ausbildung noch in ihrer Selbstorganisation. Eher sollten sie anfangen, eine Bestandsaufnahme dessen vorzunehmen, was sie gut tun einerseits und was sie wegwerfen und ändern sollten andererseits. Bei aller vorhandenen Beharrung findet dennoch ein Abwerfen alter Hütze und Häute in den Fachbereichen statt, auch wenn es dazu keine feierliche Deklarationen gibt. Allein an meinem ingenieurwissenschaftlichen Fachbereich habe ich in einer Untersuchung festgestellt, daß im Hauptstudium des Studiengangs Verkehrswesen 14 Projekt- oder projektähnliche Veranstaltungen gleichzeitig angeboten

werden. Diese Tatsache war bislang niemandem bekannt und das Thema „Studieren in Projekten“ findet weder im Fachbereichsrat noch in der Ausbildungskommission Beachtung. Es werden einfach Projekte durchgeführt. Es fehlt allerdings ihre systematische Auswertung, die Fortbildung williger BetreuerInnen, die deutlichere Verankerung in der Studien- und Prüfungsordnung. So geht es den meisten guten Initiativen: Sie werden in einem nur kleinen Kreis wahrgenommen, nicht genügend wissenschaftlich vertieft und zu wenig gezielt der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Das gilt übrigens für das Studienbüro-Modell genauso: Die fehlende wissenschaftliche Aufarbeitung und Verbreitung der gemachten positiven Erfahrungen ist als Defizit der bisherigen Studienbüro-Arbeit zu betrachten. Fazit: Die Universität braucht - neben anderen organisatorischen Veränderungen - relativ selbständig arbeitende Untereinheiten (Fakultäten, Fachbereiche o.ä.), in denen wissenschaftlich ausgebildete Menschen auf einer mittleren Leitungsebene das Lehrpersonal organisatorisch entlasten und ideell zuarbeiten, und zwar in Kontinuität. Da ist noch weitere Denkarbeit erforderlich um zu prüfen, ob die dazu notwendigen Auswertungs- und Entscheidungsvorgänge optimal durch professionell arbeitende Angestellten in Kombination mit dem bisherigen Gremiensystem durchgeführt werden können, oder ob sich andere Wege der Konsultation und Entscheidungsfindung anbieten.

Vieles von dem, was ich im Zusammenhang mit dem Thema organisationale Veränderungen nur ansatzweise in Darmstadt sagen konnte, habe im nachfolgend zitierten Beitrag auf der HIS-Konferenz „Innovative Ingenieurausbildung“ (Bonn 16./17.11.98) festgehalten. Deshalb verweise ich an dieser Stelle darauf.

Fortschritt und Beharrungstendenzen am ingenieurwissenschaftlichen Fachbereich - Ein Statement zu Umsetzungsstrategien für zukunftsorientierte Ingenieurausbildungen auf der HIS-Konferenz

These 1:

Das Paradigma des Ingenieurstudiums ist im Wandel begriffen. Es ist zu starr, zu fachdisziplinär und zu wenig auf die Berufswirklichkeit hin orientiert. Wenn das Ingenieurstudium flexibler, mit engerem Bezug zur Berufswirklichkeit, die wissenschaftliche Befähigung stärker auf das Grundlagenwissen der Ingenieurtechnik, auf die Methoden des Wissenserwerbs und das Denken in Systemzusammenhängen ausgerichtet sein soll, dann ist dies ohne eine gleichzeitige Veränderung der Fachbereichsorganisation und-kultur nicht möglich.

Der früher übliche Karriereleiter des Ingenieurs, von Sachbearbeiter zum Abteilungsleiter, Betriebsleiter oder Geschäftsführer entsprach in der Universität einer Ausbildung, die von einer überschaubaren Anzahl an nacheinander zu absolvierenden Pflichtfächern ausging, die als Kanon des Wissens und Könnens des Ingenieurs galten. Die Anforderungen an die Produktionszeiten und die Produktvielfalt, die Verkürzung der Entwicklungszeiten eines Produktes, die Überwachung ihrer Qualität und Sicherheit, die Gewinnung der für sie benötigten Energien und Materialien und die weltweite Konkurrenz bei der Herstellung und beim Vertrieb haben sich inzwischen so verändert, daß Absolventen und Absolventinnen der ingenieurwissenschaftlichen Fachbereiche heute weniger denn je vorausahnen können, welche Tätigkeiten ihr zukünftiger Arbeitsplatz von ihnen verlangen wird. Eine typische Ingenieurkarriere gibt es nicht mehr. Gleichzeitig hinken die Qualifizierungsprozesse an der Universität dem betrieblichen Qualifikationsbedarf weit hinterher. Eine entscheidende Ursache dafür liegt im Nebeneinander der Fachgebiete, die zu keiner Kooperation finden. Eine Wissensorganisation, die selber wenig effektiv kooperiert, wird sich schwer damit tun, kooperationsfähige, integrativ denkende Absolventen hervorzubringen. Die künf-

tige Ingenieurausbildung verlangt ein hohes Maß an Absprachen unter den Fachgebieten zwecks Abstimmung und Integration der Angebote und erfordert die Fähigkeit und Bereitschaft, Fachgebietsinhalte dann zu verändern, wenn dies die Entwicklung in den Berufsfeldern erforderlich macht. Neuzuberufende Hochschullehrer müssen die Fähigkeit besitzen, an einem simultanen Arbeitsprozeß im Bereich Lehre und Studium aktiv teilzunehmen. In den Lehrveranstaltungen und in der Betreuung der Studierenden ist die bisher übliche Distanz weniger als je zuvor angebracht. Stattdessen wird ein moderativer Anleitungsstil erforderlich. Fachübergreifende Kompetenzen, die in der Berufswelt in zunehmendem Maße benötigt werden, können nicht in Sondervorlesungen gefördert werden, sondern müssen Bestandteil des Arbeits- und Lehrstils am Fachbereich werden.

These 2:

In Fachbereichen an deutschen Universitäten ist normalerweise niemand für die Situation in Studium und Lehre zur Verantwortung zu ziehen. Ingenieurwissenschaftliche Fachbereiche bilden dabei keine Ausnahme. Eine Bühne für die ernsthafte Diskussion der erforderlichen Veränderungen und der Maßnahmen zu ihrer Realisierung ist deswegen nicht vorhanden. Aus demselben Grunde gewinnen stattfindende Reformvorhaben keine Breiten- und Tiefenwirkung. Daraus ist zu schließen, daß der gegenwärtige Fachbereichstypus, dessen Arbeit und Zusammenhalt vorwiegend auf der Idee der Gemeinschaft beruht, ersetzt werden muß durch einen Fachbereichstypus, der auf der Basis von Zielvereinbarungen arbeitet. Es muß ein System von Anreizen und Sanktionen geschaffen werden, damit die benötigten Zielvereinbarungen umgesetzt werden.

Ein Fachbereich ist eine Institution, die von zwei sich widersprechenden Organisationsprinzipien getragen wird, und die aus diesem Grunde in der Regel langsam und dysfunktional arbeitet. Zum einen finden sich in ihm überwiegend Arbeits- und Umgangsformen des Typus „Gemeinschaft“. Im Prinzip gleichgestellte, autonom lehrende und forschende Experten regeln selbstrefe-

rentiell alles, was mit der Lehre und Forschung in ihrem Fachgebiet zu tun hat. Orientierungsansatz für das eigene Wirken ist nicht der bestmögliche Beitrag zur Verwirklichung gemeinsamer Fachbereichsziele, sondern die Stärkung des eigenen Fachgebietes. Auf der anderen Seite verknüpft der Fachbereich die Fachgebiete über ein Planungs- und Steuerungssystem von Kollegialorganen, Fachbereichsbeauftragten und Verwaltung, dem die Notwendigkeit gemeinsamen, strategischen Handelns zugrunde liegt. Da aufgrund fehlender gesetzlicher Voraussetzungen niemand für Lehre und Studium zur Verantwortung gezogen werden kann, finden Veränderungsprozesse nur äußerst langsam statt. Weder können defizitäre Gebiete zügig angepackt werden, noch können sich Neuerungen, die sich bewährt haben, mit der nötigen Wirkung verbreiten. Zur Verflüssigung dieser festgefahrenen Situation sollte der Doppelcharakter der Institution Fachbereich aufgehoben werden. Es bietet sich stattdessen eine Organisationsform an, in der die Sicherung der Qualität des Wissenschaftsprozesses auf der wechselseitigen Kontrolle der an ihm beteiligten Personen beruht. Hierfür einen akzeptablen Modus zu finden, wird nicht einfach sein, denn gleichzeitig darf die Freiheit in Lehre und Forschung nicht erstickt werden; denn diese liegt in der Einsicht begründet, daß der Fortschritt der Wissenschaft entscheidend mit der Verschiedenartigkeit der Ansichten und Interessen gesellschaftlicher Gruppen und einzelner Individuen verknüpft ist. Zur Lösung dieses Dilemmas sollten im Fachbereich in den Bereichen Forschung, Lehre und Studium Vereinbarungszonen abgesteckt werden, für die alle maßgeblichen Akteure einen entsprechenden Beitrag in einem simultanen Arbeitsprozeß zu leisten haben. Erst dann wird das Ganze mehr werden als die Summe der Einzelteile. Abmachungen in diesen Vereinbarungszonen werden erst durch ein effektives System von Belohnungen und Sanktionen wirksam werden.

These 3:

Die Debatte über die von den Hochschulen angestrebte stärkere Autonomie beschäftigt sich hauptsächlich mit Fragen der Finanz-

hoheit, der Budgetierung, der Wahl, Zusammensetzung und Macht von Leitungsebenen. Mehrheitlich wird heute davon ausgegangen, daß sich die Universitäten einem verstärkten Wettbewerb stellen müssen und daß dazu die größere Autonomie eine der entscheidenden Voraussetzungen ist. Die Debatte muß aber auch geführt werden über die Folgen einer erweiterten Autonomie für die Fachbereiche in bezug auf Lehre und Studium. Die Autonomie wird an die Übernahme von mehr Verantwortung gekoppelt sein. Zur Durchführung und Begleitung der Veränderungen in Lehre und Studium brauchen die Fachbereiche eine gestärkte und kompetente Leitung für diesen Bereich und ein organisierendes Zentrum.

Noch ist unklar, wie jede Universität die angestrebte künftige größere Autonomie dazu nutzen wird, die von ihr gewählte, spezifische strategische Ausrichtung organisatorisch umzusetzen. Dies gilt im besonderen Maße für die Beziehung zwischen der Universitätsleitung und den Fachbereichen und die Umsetzung der Autonomie in den Fachbereichen. Viele plädieren dafür, die Struktur der Studiengänge, die Studien- und Prüfungsordnungen und die Curricula in den Ingenieurwissenschaften erheblich zu ändern bei gleichzeitiger Anhebung und dauerhafte Kontrolle der Qualität von Lehre und Studium. Wie soll dies organisatorisch abgesichert werden? Wie will man im Fachbereich, in dessen Fachgebieten die Experten für das Fachliche arbeiten, das Expertenwissen zusammenbringen? Wie soll die Kreativität der Studierenden aufgegriffen und gefördert werden? Wie sollen die Beziehungen zu den Unternehmen verbindlicher und kontinuierlicher gestaltet werden? Erfahrungen, auf die man sich bei der Lösung solcher Fragen stützen könnten, liegen kaum vor, oder sie liegen vor, sind aber nicht systematisch genug ausgewertet und haben keinen Verbreitungsgrad. Erfahrungen mit Modellen wie Studienbüros (TU Berlin), Studiendekane, Studienbereiche, Fachbereichsverantwortlichen für Lehre, runden Tischen und Arbeitskreisen für Lehre und Studium am Fachbereich sollten diesbezüglich dringend aufgearbeitet und miteinander verglichen werden. Es scheint jedoch unabkömmlich, daß in der Fachbe-

reichsleitung eine explite Verantwortung - am besten auf der Hochschullehrerebene, z.B. in Form eines Studiendekanats - für den Bereich Lehre und Studium geschaffen wird. Eine solche Verantwortlichkeit braucht ein gewisses Expertentum, das sich erst mit der Zeit herausbildet. Es kann deswegen kein Amt sein, das nur kurzfristig und neben den sonst üblichen Belastungen wahrgenommen wird. Diesem Amt zur Seite gestellt werden könnte die Tätigkeit einer oder eines wissenschaftlichen Angestellten, die bzw. der ausschließlich die Aufgabe hat, Koordinierungsstelle für Lehre und Studium zu sein. An der TU Berlin werden seit fünf Jahren positive Erfahrungen mit dem Modellversuch der Studienbüros gemacht, einem dezentralen Ansatz zur Belebung der Studienreform. Ein solches Studienbüro, je nach Fachbereichsgröße von einem oder zwei wissenschaftlichen Mitarbeitern getragen, stellt ein Zentrum im Fachbereich dar, das die Studienreform organisiert. Es beschäftigt sich kontinuierlich mit der Situation in Studium und Lehre, kann Reformprojekte effektiv initiieren und umsetzen helfen, hilft gewünschte Veränderungen im Studienaufbau und -inhalt durch entsprechende Formulierungen in den Studien- und Prüfungsordnungen absichern und wird insgesamt zur Drehscheibe für all jene am Fachbereich, die sich der Notwendigkeit eines ständigen Prozesses von Veränderung und eines fortgesetzten Diskurses bewußt sind und diese auch bewußt gestalten. Zur Erhöhung der Durchsetzungsfähigkeit eines Studienbüros wäre die Ankoppelung an die obengenannte Leitungsstelle empfehlenswert.

These 4:

Innerhalb der Ingenieurfachbereiche gibt es in allen Statusgruppen eine Bereitschaft, die beschriebenen Veränderungen im Ingenieurstudium zu realisieren. Diese Bereitschaft wird jedoch erst von einer Minderheit getragen, die gleichzeitig noch nach Lösungswegen sucht. Der Staat kann zur Beschleunigung des Veränderungsprozesses beitragen, indem er die Vergabe von Mitteln an die Universitäten mit Qualitätskontrollen verknüpft. Die Unternehmen können die Veränderungen positiv beeinflussen, indem sie einzeln und über ihre

Verbände entsprechende Projekte fördern und publizistisch Einfluß nehmen. Die ingenieurwissenschaftlichen Fachbereiche können in einen stärkeren Austausch miteinander und mit dem Ausland treten, um bewährte Modelle zu übernehmen. Das Rad muß nicht immer neu erfunden werden.

Der notwendige Veränderungsprozeß in den Ingenieurfachbereichen ist tiefgreifend, aber im Kern ein Optimierungsprozeß, der das vorhandene Potential aufgreift. Erfahrungsgemäß laufen Veränderungsprozesse in großen Organisationen schneller, wenn von außen Einfluß geltend gemacht wird. Daß dies nicht zum Schaden der Universitäten gerät, zeigen Erfahrungen in den Niederlanden: Die dort landesweit durchgeführten Evaluationsmaßnahmen haben zu einer Auflösung einer über viele Jahre angestauten Reformblockade geführt. Die Unternehmen in Deutschland beschränken ihre Mitwirkung in den Ingenieurfachbereichen zu sehr auf Tätigkeiten wie das Abhalten von Vorlesungen, das Anbieten von Praktikumsplätzen, die Vergabe und Be-

treuung von Studien- und Diplomarbeiten, das Halten von Vorträgen über die Arbeitsmarktsituation u.ä.m.

Die Universitäten brauchen aber vermehrt ihr Wissen über den Erwerb von Qualifikationen, vorhandene landesweite Vernetzungen zur Förderung von Studienreform und struktureller Reform in den Ingenieurwissenschaften brauchen ihre effektiv Unterstützung. Die ingenieurwissenschaftlichen Fachbereiche ihrerseits besitzen bereits ein hohes Quantum an curricularen und strukturellen Reform Erfahrungen, wissen dies aber selber oft gar nicht. Viel Zeit, Mühe und auch Fehler bei der Anbahnung der notwendigen Veränderungen blieben ihnen erspart, wenn sie in der nächsten Zeit die nötige Kompetenz darauf verwenden würden, in einem Prozeß des gegenseitigen Austausches die in Frage kommenden eigenen, die in- und ausländischen relevanten Ansätze systematisch zu evaluieren.

AG Berufsfähigkeit und Praxisintegration: Das Netzwerk/Projekt „Innovative Studiengänge in der Ingenieurausbildung“ - Schlußfolgerungen für die Bachelor/Master - Diskussion?

Bernd Kaßebaum, IG Metall - Vorstand

Als sich Hans-Böckler-Stiftung, IG Metall und DGB vor einigen Jahren zusammentaten, um die Zentraleinrichtung Kooperation an der TU Berlin, speziell Thomas Pelz und Wolfgang Neef, darin zu unterstützen, Vorschläge für eine reformierte Ingenieurausbildung zu entwickeln, spielte die Frage der Abschlüsse noch so gut wie keine primäre Rolle. Vielmehr haben wir (Autoren, Einzelpersonen und Institutionen im Projektbeirat) uns bemüht, Vorschläge zu Studieninhalten, -methoden und -struktur aus den inhaltlichen Anforderungen an Ingenieurstätigkeit abzuleiten. Die Form kam nach dem Inhalt. Damit haben wir uns auch erst sehr spät im Zusammenhang mit der Entwicklung eines Studienszenarios mit der Frage „Bachelor“ und „Master“ beschäftigt.

An anderen Orten und zu aktuellen Zeiten hat sich die Diskussion anscheinend verdreht: erst wird die Form diskutiert, dann der Inhalt. Dies hat damit zu tun, daß es momentan wohl so gut wie keine andere Diskussion - unter den Lehrenden - der technischen Fachbereiche gibt, in die auch so viele institutionelle und personelle Interessen fließen. Damit wird die Diskussion überhöht, zudem sie auch synonym für die strukturellen Interessen von Fachhochschulen und Universitäten steht.

Die Ursachen für die eigentümliche Dynamik dieser Debatte liegen dabei auf der Hand:

- ♦ In den letzten Jahren sind die Studienanfängerzahlen namentlich in den Ingenieurwissenschaften massiv zurückgegangen, in der „Elektrotechnik Universität“ von 1993 auf 1995 beispielsweise um mehr als 40 Prozent. Bis in die jüngste Vergangenheit mußten ganze Institute um ihr Überleben bangen. Dies ist bekannt.
- ♦ Das neue Hochschulrahmengesetz gibt den Hochschulen und Fachberei-

chen die Möglichkeit, stärker als bisher eigene Profile auszubilden, „selbst die Angebote für die Ausbildung zu formulieren, die sich in unterschiedlichen Regelstudienzeiten äußern, wobei die Einführung internationaler, anglo-amerikanischer Studiengänge und Abschlüsse auch hierbei eine bedeutende Rolle spielen wird.“⁵

Man hat den Eindruck, es wird mit harten Bandagen gekämpft. Strategie und Taktik scheinen zudem bei der überwiegenden Zahl der Akteure strukturkonservativ bestimmt zu sein. Die Frage bei vielen Akteuren ist nicht: Wie kann das Studium der Ingenieurwissenschaften attraktiver werden, damit es den beruflichen und gesellschaftlichen Anforderungen der Zukunft entspricht und über diese inhaltliche Anpassung mehr Studienanfänger/-innen als in den letzten Jahren anzieht. Vielmehr besteht in vielen Bereichen Einigkeit darüber, daß das deutsche Ingenieurstudium im Prinzip gut, aber sein Marketing nicht mehr zeitgemäß sei.

Es wird also - auf durchaus bewährten Fundamenten - nicht umgebaut, von den Inhalten her gedacht, vielmehr wird die Frage der Abschlüsse zum Nachweis von Reformfähigkeit, auch dann, wenn im Prinzip in den Studiengängen alles beim alten bleibt. Von dieser Seite betrachtet, ist die Frage: Wie können die Abschlüsse Bachelor/Master genutzt werden, um bei Beibehaltung alter - natürlich auch bewährter (s.o.) - Inhalte, Methoden und Strukturen die Fassade so zu schönern, daß die Innenräume mit all ihrem vorhandenen Charme erhalten bleiben können.

⁵ Inhalte und Qualitätsmaßstäbe für die Ingenieurausbildung und die Evaluierung von Studiengängen, Arbeitspapier des VDI-Ausschusses „Titel und Grade“, Entwurf, vom 04.02.1998, S.7

Dieser Weg ist angesichts der Herausforderungen kurzfristig vielleicht sogar der effektiveren, mittel- und langfristig jedoch scheint er in eine Sackgasse zu führen.

Der berufspolitische Beirat des VDI hat folgenden Vorschlag unterbreitet: Nach sieben Semestern Regelstudienzeit vergeben die Fachhochschulen die Titel Dipl.-Ing. (FH) und Bachelor. Nach insgesamt 10 Semestern kann der Grad „Master“ erworben werden, wenn die betreffende Fachhochschule in der Lage ist, ein entsprechendes Angebot zu unterbreiten. Prof. Dr.-Ing. Klaus Henning, Vorsitzender des Berufspolitischen Beirates des VDI, führt aus: „Der Pfiff an dem Vorschlag des VDI ist, daß der Dipl.-Ing. (FH) automatisch mit dem Bachelor verknüpft ist und der Dipl.-Ing. der Universitäten mit dem Master.“⁶

Damit kann er sich sicher sein, daß die Technischen Universitäten und die dort beschäftigten Professoren in der Mehrzahl applaudieren. Es bleibt aber die Vermutung berechtigt, daß dies genau der Vorschlag ist, der die neuen Abschlüsse zur Verschönerung der Fassade nutzt, aber in den Räumen alles andere mehr oder weniger beim Alten beläßt. Die Vorschläge von VDMA und ZVEI zur Internationalisierung der Ingenieurausbildung klingen differenzierter, und sie enthalten eindeutige Innovationsanteile in Bezug auf Inhalte, Methoden und Strukturen.⁷ Darauf soll noch eingegangen werden.

Natürlich drückt sich in der Frage der Abschlüsse die Krise des Ingenieurstudiums aus. Die zunehmend wichtiger werdende Internationalisierung der Ingenieurarbeit erfordert internationaler werdende Studiengänge und vergleichbare und anerkennungsfähige Bescheinigungen und Abschlüsse. Aus den Erfahrungen des Projektes „Innovative Studiengänge“ heraus scheint es jedoch ratsam, weiter auszuholen, und die Diskussion über die Studienab-

schlüsse auf die Füße notwendiger Studienreform zu stellen.

Das Problem des Ingenieurstudiums hat eine internationale, eine universitäre, eine ökonomische und eine soziale Dimension. Das Problem des Studiums resultiert aus dem Wandel des Berufes.

Die Stichwörter sind u.a.:

- ♦ Zunehmende Vielschichtigkeit und Uneindeutigkeit beruflicher Tätigkeiten,
- ♦ Abhängigkeiten der Tätigkeiten von Betriebsgröße, Branche und Unternehmenskultur,
- ♦ Ansteigender Anteil sog. sozial-kommunikativer Elemente im Kontext von Projektmanagement,
- ♦ Neue Beschäftigungsformen, „neue Selbständigkeit“, fließende Formen des Berufsübergangs, prekäre Beschäftigung, verschiedenste Beschäftigungsformen innerhalb einer Erwerbsbiographie,
- ♦ Anforderungen an die Technikkompetenz hin zu Fragen der Beschäftigungssicherung und der ökologischen Nachhaltigkeit,
- ♦ Neue qualifikatorische Anforderungen hinsichtlich der sozial - methodisch, kulturellen und interkulturellen sowie der sprachlichen Kompetenz,
- ♦ Gestaltungskompetenz in Bezug auf eigene soziale Interdependenzen.

Man kann diese vielen Stichwörter in vier Gruppen aufteilen:

1. Der Wandel der Berufsbilder von Ingenieurarbeit,
2. Die Entwicklung und Ausbildung künftiger technischer, sozialer und ökologischer Kompetenzen,
3. Anforderungen an die Lehre i.S. aktivierender Lehr/Lernformen, künftiger Studieninhalte, -methoden und -strukturen,
4. die Notwendigkeit eines Umsetzungskonzepts (Profilbildung und Netzwerkarbeit).

⁶ Klaus Henning, zitiert in: Internationalisierung deutscher Hochschulen, in: VDI nachrichten fazit, Dezember 1997, S. 9

⁷ VDMA/ZVEI (Hg.) Internationalisierung der Ingenieurausbildung - die neue Herausforderung für Hochschulen in Deutschland, Frankfurt/M, Mai 1997

Erst im Kontext dieser Debatte - so unsere These - macht es systematisch und politisch Sinn, die neuen Abschlüsse zu diskutieren, will man sie denn als Teil einer Innovationsstrategie der Ingenieurstudiengänge begreifen.

Es besteht weitgehend Einigkeit darüber, daß sich die Berufsbilder für Ingenieure/-innen auch weiterhin differenzieren werden. Die berufliche Stellung ist u.a. davon abhängig, ob man/frau im Groß- oder Kleinbetrieb arbeitet, im Ingenieurbüro oder als sog. Free-Lancer. Analog der Zuliefererpyramide, die das MIT bekanntlich in der Automobilzuliefererindustrie gefunden hat, kann man auch eine Pyramide hinsichtlich des Status⁸, der Beschäftigungssicherheit und der durchschnittlichen Einkommenshöhe vermuten, die sich daran ausrichtet, wie nah oder fern sich die Tätigkeit zum strategischen Planungs-, Entwicklungs- und Konstruktionsprozeß befindet. Nachgewiesenermaßen nimmt die Einkommensspreizung bei Ingenieuren/-innen zu.⁹

Neu ist unseres Erachtens nicht die Projektarbeit, sondern „die spezifische Kombination und die Verschiebung der Bedeutung zwischen >>technisch-fachlichen<< und >>außerfachlichen<< Elementen zugunsten letzterer.“¹⁰ Neu ist die Zunahme an Unsicherheit. Es gibt immer weniger Nischen in den Betrieben, in denen man/frau mit rein technischer Tätigkeit >>überwintern<< kann. Neben anderen Veränderungen, etwa der Anforderung permanenten Wandels und Weiterentwicklung eigener personaler und fachlicher Qualifikationen, scheint eine Tendenz immer wichtiger, die Betriebsratskollegen aus der IT-Branche umschreiben mit: „der Ingenieur als Mikrounternehmer“¹⁰ oder: dem wachsenden Nebeneinander „selbständig Unselbständiger“ und „un-

selbständig Selbständiger“¹¹. Wir haben mit einer zunehmenden und direkten Ökonomisierung beruflicher Tätigkeit zu tun, in der wirtschaftliches Risiko mehr als bisher den Individuen aufgebürdet wird. Die Arbeitszeit verschwimmt immer mehr mit der sog. Freizeit. Individuelle Arbeitszeiten nehmen zu.

Die Verlagerung vormals institutionell vorgeprägter und ausgehandelter Konflikte in die arbeitenden Individuen, die auch zu einer Schwächung bisheriger kollektiver Handlungsmuster führt, erfordert die Notwendigkeit des individuellen und gemeinschaftlichen Erarbeitens neuer Maßverhältnisse, zwingt dazu, arbeits- und lebensweltliche Interessen und Bedürfnisse abzuwägen und nur aus diesem Abwägeprozeß heraus auch resistent gegen die ständigen Verlockungen und Drohungen der vollständigen Unterordnung unter die immer kurzfristiger artikulierten arbeitsweltlichen Interessen werden zu können. Hinter diesem Ansatz verbirgt sich auch ein anderes wirtschaftliches Modell, ein Gegenmodell zu Kurzfristigkeit und grenzenloser Flexibilität.

Stärker als bisher werden sich Ingenieure und Ingenieurinnen in Verhältnissen, die sich solcherart ausprägen, als „Betroffene“ und „Gestaltende“ definieren müssen. Neu, weil sich der Begriff der technischen Gestaltung erweitert hat zur Gestaltung komplexer sozialer und ökonomischer Systeme mittels technischer und sozialer Kompetenz; neu, weil Gestaltung mehr und mehr sich auch auf Mikrostrukturen beziehen muß und daher von ihnen selbst individuelles Urteils- und Durchsetzungsvermögen verlangt.

Neben der Erfordernis dieser im tiefen Sinn sozialen Kompetenz, der Befähigung, den eigenen und gemeinsame Arbeits- und Lebensprozesse mitzugestalten und Ingenieurarbeit in einen umfassenderen sozialen Kontext zu stellen, wandelt sich aber auch der Begriff der technischen Kompetenz. Die Stichwörter hierfür sind die Rückkopplbarkeit auf betriebliche und soziale Be-

⁸ Helmut Winkler, Barbara Grüning, Maria Ide, Ingenieurbedarf, VDI - nachrichten fazit, September 1996

⁹ Wolfgang Neef/Thomas Pelz, Innovative Studienmodelle in der Ingenieurausbildung, 2. Aufl. Berlin, Düsseldorf, Juni 1997, S. 8

¹⁰ So Axel Raue, Betriebsrat bei Cegelec - AEG, Frankfurt/Main

¹¹ So Wilfried Gleißmann, Betriebsrat bei IBM, Düsseldorf

darfe sowie die Ausrichtung technischen Handelns nicht nur an ökonomischen, sondern auch an sozialen und ökologischen Anforderungen.¹² Hierfür stehen Leitsätze wie: Die (für die Nutzer) einfache Technik ist die anspruchsvolle Technik. Technik soll nicht Arbeit vernichten, sondern schaffen. Technik soll nachhaltige Lösungen schaffen u.a.m..

Für den Kontext der Reform der Ingenieurausbildung wurden in dem Projekt „Leitbilder“ definiert, die sich aus solchen und ähnlichen Argumentationen ergaben und denen sich die konkrete Gestaltung der Studiengänge zuordnen sollte.

Ohne sie im Detail weiter ausführen zu können, sollen diese Leitbilder genannt werden, einmal weil über sie schon eine erste Qualität „leitbildorientierter“ Veränderung und Umsetzung erkennbar wird, eine Art zielgerichteter Arbeit in sich bewegenden und unsicheren Räumen, zweitens, weil es darum gehen muß, eine Skizze, einen Rahmen künftiger Ausbildung entlang der Linien neuer nicht-fachlicher Kompetenzen und neuer fachlicher, nämlich an der Beschäftigungs- und der Umweltkrise ausgerichteter technischer Kompetenz zu gewinnen.

Diese Leitbilder lauten:

1. In der Ingenieurausbildung müssen sich die gesellschaftlichen, sozialen, ökologischen und ökonomischen Bezugspunkte der Technik und des technischen Handelns wiederfinden.
2. Das Ingenieurstudium muß inhaltlich und methodisch nach dem Prinzip einer lernenden Organisation gestaltet werden.
3. Die berufliche und gesellschaftliche Praxis sowie deren Reflexion müssen in die Ingenieurausbildung einbezogen werden.

¹² vgl. u.a. Peter Brödner, Innovationsstrategien im Wandel. Die Rolle der Ingenieure, in: Wolfgang Neef, Thomas Pelz, Ingenieurinnen und Ingenieure für die Zukunft, Berlin 1997

Riccardo Petrella, Wider eine Gesellschaft, in der alles privatisiert ist, in: FR-Dok. 26.11.1998

4. Frauen müssen in der Ingenieurausbildung gefördert werden.
5. Der methodische Anteil der Ingenieurausbildung muß die Befähigung zum Handeln fördern und an den aktuellen und erwarteten realen Ingenieur-tätigkeiten orientiert werden.
6. Große Teile der Ingenieurausbildung müssen in problemorientierten und selbstorganisierten Lehr- und Lernformen angeboten werden.
7. Das Ingenieurstudium muß sozial und materiell studierbar werden.¹³

Diese Leitbilder wurden innerhalb der Studie zweifach aufgegriffen: erstens wurden ganz praktische Projekte an verschiedenen Universitäten und Fachhochschulen dokumentiert, die als Nachweis der Umsetzungsfähigkeit eines oder mehrerer Leitbilder dienten; zweitens wurde ein Studienszenario geschaffen, das sich u.a. durch den modularen Aufbau, durch einen explizit beschriebenen Studieneinstieg, durch seine hohen Anteile von betrieblich/gesellschaftlicher Praxis sowie seine weitgehenden Möglichkeiten einer flexiblen Studiengangsgestaltung auszeichnete.

Weiterhin wurde gemeinsam mit einer Reihe von Einzelpersonen aus ganz unterschiedlichen Fachhochschulen, Universitäten, aus Unternehmen und Verbänden ein Netzwerk „Innovative Ingenieurausbildung“ geschaffen, an dessen Entstehung DGB, Hans-Böckler-Stiftung und IG Metall nicht unmaßgeblich beteiligt waren. Heute trifft sich dieses Netzwerk regelmäßig zu bundesweiten Plenumsveranstaltungen, die jeweils einen anderen thematischen Schwerpunkt haben. Im Netzwerk gibt es derzeit vier „ständige“ Arbeitsgruppen zu Fragen der Berufsfähigkeit und Praxisintegration von Ingenieuren/-innen, zu den internationalen Aspekten des Ingenieurstudiums, zu Frauen und Ingenieurstudium sowie zur internen/externen Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit. Netzwerk - „Knoten“ (Geschäftsstelle) ist bis auf weiteres die Zentraleinrichtung Kooperation an der TU Berlin. Wichtige Standorte neben

¹³ Vgl. Neef/Pelz, a.a.O., S. 14

Berlin sind die TU Darmstadt, die Ruhr-Universität Bochum, die RWTH Aachen und die FH Frankfurt/Main.

Für das Netzwerk war die Frage der Abschlüsse bisher zweitrangig. Im Vordergrund standen bisher der Erfahrungsaustausch über ganz konkrete Projekte und Veränderungen, etwa über eine Einführungsveranstaltung in Aachen, über die Konstruktion und Produktion umweltgerechter Produkte in Darmstadt, über einen neuen Studiengang in Hamburg-Harburg, über ein projektorientiertes Praktikum in Bielefeld oder über die Projektwerkstätten in Berlin.

Dahinter stehen die Erfahrungen, daß die Veränderung der Ingenieurstudiengänge von solchen kleinen Schritten abhängig ist, daß zu große Vorhaben möglicherweise blockieren können und daß es auch das große, in sich geschlossene Gesamtprojekt (auf Dauer) nicht geben kann, da die ständige Anpassung und Reform der Studiengänge im Begriff der lernenden Organisation zum notwendigen Prinzip erhoben wurde.

Insofern sollte nun die Bachelor-/Masterdebatte von zwei Seiten her betrachtet werden: Ist sie wie oben beschrieben aufgesetzte auf vorhandene Strukturen, wird der Anteil der neuen Abschlüsse an der notwendigen Innovation in den Ingenieurwissenschaften gering sein. Die Abschlüsse bleiben Makulatur. Dann ist zu bedauern, daß von so vielen Seiten so viel Kraft in diese Debatte investiert wird.

Werden sie aber verknüpft mit weitergehenden Vorstellungen oder ihnen gar eine Qualität zugemessen, wie sie etwa in einem Diskussionspapier der TU Darmstadt¹⁴ anklingt, wo die Abschlüsse an wesentlich klarere Formulierungen über Qualität und Struktur der Studiengänge gebunden sind als etwa in dem HRK-Papier¹⁵, so kann eine solcherart nicht von Studienreform freie

Einführung neuer Abschlüsse auch ein Antrieb zur weiteren Reform der Ingenieurstudiengänge sein. In diesem Sinn spricht Frau Prof. Dr. Evelies Mayer gar von „Aufbruchstimmung“ an den Hochschulen.¹⁶

Dieser in den Reformprozeß integrierten Einführung neuer Abschlüsse sollen deshalb die folgenden letzten Bemerkungen dienen.

Es wird keinen Widerspruch geben, wenn gesagt wird, das deutsche Ingenieurstudium solle für ausländische Studierende attraktiver werden und deutsche Studierende besser auf Studien- und Erwerbszeiten im Ausland vorbereiten sowie ausländischen Studierenden einen besseren Zugang nach Deutschland ermöglichen. Als Mittel zum Zweck werden i.d.R. die Erfordernis international anerkannter Abschlüsse sowie die notwendige sprachliche Kompetenz genannt. Beides macht Sinn, wenn man einmal davon absieht, daß die Bachelor/Master-Abschlüsse in Großbritannien und USA bisher nicht einheitlich sind (was über die Akkreditierung vielleicht auszugleichen wäre). Sinn machen auch bilinguale Anteile im Studium, Praxisanteile im Ausland u.a.m.

Im Sinne der oben skizzierten gesellschaftlichen und ökonomischen Umfeldbedingungen muß aber weit mehr geschehen: Wer Globalisierung nur unter dem Aspekt der globalen wirtschaftlichen Vernetzung sieht, denkt zu kurz. Es geht auch um ein Verständnis der Globalisierung, in dem auch regionale und lokale Produktion ihren Platz haben, um kulturelles Wissen, um die Befähigung mit Fremdem im Sinne der eigenen kulturellen und sozialen Bereicherung umzugehen, es geht um Identität und Toleranz, um die Einbettung der Ingenieurarbeit in eine „Weltgesellschaft“. Die Internationalisierung der Studiengänge ist demzufolge ein Gesamtprojekt, in dem die Abschlüsse vermutlich nicht den größten Teil bilden werden.

Bachelor- und Master-Abschlüsse sollten - so die HRK - „eigenständige Programme

¹⁴ Empfehlungen zur Frage der Einführung von Studiengängen mit Bachelor- und Master-Abschluß an der TU Darmstadt

¹⁵ HRK, Entschließung zur Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen/-abschlüssen (vom 10.11.1997)

¹⁶ Evelies Mayer, Neue Studienabschlüsse: Etikettenschwindel oder neue Studienperspektiven?, in: hochschule innovativ, November 1998, S.3

mit modularem Aufbau“ sein. Dies liest sich durchaus erst einmal nicht schlecht. Schaut man sich aber das ein oder andere Projekt genauer an, stellt man fest, daß es in der beginnenden Praxis nicht überall gut bestellt ist. Modularer Studienaufbau würde bedeuten, daß es ein Höchstmaß an Durchlässigkeit und Optionalität gibt, daß Schwerpunktsetzungen möglich sind ebenso wie Wechsel zwischen Hochschulformen und Orten, national wie international. Die HRK-Vorschläge schränken den Gedanken eines höchstmöglich durchlässigen modularen Studiums allerdings selbst fundamental ein, wenn dort gesagt wird, daß „nach erfolgreich absolviertem Erststudium eine besondere (!) Zulassungsentscheidung der Fakultät/des Fachbereichs“ vorausgesetzt wird, um den Master zu erwerben. Dem kann nicht zugestimmt werden!

Durch diese Hintertür werden nicht die gestuften Studiengänge eingeführt!

Denn dies hätte neben anderen Konsequenzen auch existentielle Bedeutung für die Betroffenen. Heute kann noch niemand sagen, ob der Bachelor-Abschluß von der Industrie überhaupt angenommen wird. Macht man aber das Studium des aufbauenden Masters nicht nur von dem erfolgreichen Abschluß des Bachelors oder des Diploms (FH) abhängig, sondern auch von einem zusätzlichen Auswahlverfahren, so erhöht man die Barrieren zum Erwerb eines von der Industrie nachgefragten Abschlusses. Diese Barriere wird umso höher, je verbreiteter die Struktur von Bachelor/Master wird.

Ein Beispiel: Für den Studiengang mit Abschluß „Master of Science in Electrical Engineering“ an der FH Darmstadt interessierten sich 300 Personen aus aller Welt, 80 bewarben sich, 35 erhielten die Zulassung.¹⁷ Was tun die anderen, wenn nicht der Bachelor, sondern der Master der übliche Abschluß für die berufliche Tätigkeit wird? In Dänemark, wo es den Bachelor schon längere Zeit gibt, reagieren die Unternehmen bisher sehr zurückhaltend.

Die Forderung hieraus ist, daß die Einführung der neuen Abschlüsse auf der Basis eines modularen Studiums ein möglichst hohes Maß an Durchlässigkeit und Optionalität erhalten muß. Beispielhaft sei an das oben genannte Verlaufszenario erinnert: Dort ist ein Modul „praxisbezogene Vertiefung und Weiterbildung“ sowohl aufbauendes Modul auf dem Bachelor wie erstes Weiterbildungsmodul nach einer Phase der Berufstätigkeit. Die vertikale und horizontale Durchlässigkeit, u.a. auch für berufserfahrene „Quereinsteiger“ ist gegeben.

Bachelor-/Master-Programme sollen in bundeseinheitlichen Verfahren evaluiert und akkreditiert werden. Zur Zeit erleben wir, wie sich eine neue Akkreditierungslandschaft entwickelt, an der die Arbeitsgemeinschaft der Hochschulen, HRK und KMK beteiligt sind. Noch ist unklar, was dem Staat in diesen Verfahren an neuer Aufgabe zufällt, wie gemeinsame Standards gesichert und zugleich eine hohe Flexibilität und Differenzierung ermöglicht wird. Wir beobachten einen Prozeß mit durchaus noch offenem Ausgang: Woran mißt sich die Qualität von Bildungsprozessen? Wie fließen in die Qualitätsstandards oben beschriebene Kriterien ein?

In dem Studium nach den Prinzipien der lernenden Organisation steckt ein strukturelles Moment, welches sich auch als Kritik an dem heutigen Verfahren der bundeseinheitlichen Regelung von Prüfungs- und Studienordnungen interpretieren läßt. Die heutige Form der Vereinheitlichung von Studiengängen führt zu Verkrustungen und anstelle der Integration der Fächer und Unterrichtsmethoden zur Desintegration und Parzellierung von Fächern.

Der Konsensprozeß scheint heute so aufwendig, daß Veränderung eher als Bedrohung denn als Chance wahrgenommen wird. Andererseits ist eine nichtstaatliche Akkreditierung nur sinnvoll, wenn der Staat gemeinsame Mindeststandards eines anspruchsvollen Studiums festlegt. Aus gewerkschaftlicher Sicht ist hierbei insbesondere von Interesse, wie ein an sozialem Ausgleich und ökologischer Nachhaltigkeit orientiertes Leitbild auch Bewertungsmaßstab wird.

¹⁷ nach VDI-Nachrichten vom 20.11.1998

Von den notwendigen fachlichen und sozial-methodischen Inhalten des Ingenieurstudiums ausgehend, kann man sich schwerlich ein berufsbefähigendes Studium in sechs Semestern vorstellen. Aber weder das HRK-Papier noch die verschiedenen Umsetzungsversuche nehmen die Frage auf, was notwendig Inhalt eines berufsbefähigenden Studiums ist.

Bachelor und Master werden kaum einen nennenswerten Beitrag zur Verkürzung der Studienzeiten leisten, wenn sie so angelegt sind, daß für die Industrie tatsächlich interessante Abschlüsse entstehen. Vor die Wahl gestellt, mit einem zusätzlichen Aufwand von zwei bis drei Semestern den Master-Abschluß zu erwerben, werden die Studierenden vermutlich diesen Weg gehen, um ihre Berufschancen zu verbessern. Interessant sind möglicherweise die Ansätze zum Bachelor-Honorar, weil hier von HRK wie in einzelnen örtlichen Ansätzen von sieben oder acht Semestern ausgegangen wird. Im Rahmen des oben beschriebenen Projektes kann man sich den Abschluß eines Bachelor nach 8 Semestern vorstellen (den Master nach 10 Semestern).

Im Maschinenbaustudium der FH Frankfurt/Main wird der Bachelor dem siebten, der Dipl.-Ing. dem achten und der Master dem zehnten Semester zugeordnet. Dahinter läßt sich das Problem der Differenz und Identität von FH und TU erkennen.

Das Papier der HRK ordnet beide Abschlüsse explizit beiden Institutionen zu. Die - bereits oben zitierten - Positionen des VDI sehen eine Gleichstellung von Dipl.-Ing.(FH) mit dem Bachelor, des Dipl.-Ing. (TU) mit dem Master vor. Dies kann aus Sicht der FH nur diskriminierend wirken, wenn man sich nicht gedanklich davon trennt, den Bachelor als einen ersten berufsbefähigenden Abschluß "im Schnelldurchgang" zu sehen.

Möglicherweise wird die weitere Entwicklung dazu führen, daß sich FH und Universität nicht mehr in den Abschlüssen (es besteht Konsens, daß beide Institutionen beide Abschlüsse anbieten sollen) und auch nicht mehr in der Studiendauer unterscheiden, sondern im wesentlichen in ihrem inhaltlichen Profil. Beide, FH und Uni, bieten Bachelor und Master in ähnlichen

Zeitstrukturen an. Dazu gibt Kruno Hernaut mit einem Modell überlappender Profile einen Hinweis, der von den Potentialen beider Formen ausgeht und in einem gemeinsamen Papier von VDMA und ZVEI aufgenommen wurde. Während hierbei die Universität eher um die Bereiche Grundlagenforschung sowie Forschung und Entwicklung gruppiert ist, orientiert die Fachhochschule eher in Richtung Produktentwicklung, Projektierung, Vertrieb, Fertigung und Service.¹⁸

In der Entschließung der HRK heißt es: „Wenn Masterprogramme konsekutiv auf Bachelor-Studiengängen aufbauen, muß im Bedarfsfall eine Studienfinanzierung nach dem BaföG möglich sein.“¹⁹ Dem ist unbedingt zuzustimmen. Darüber hinaus muß auch für diejenigen eine Studienförderung sichergestellt werden, die auf nicht konsekutivem Wege den Master-Abschluß anstreben.

Auf die Gefahren, die entstehen, wenn der Bachelor von der Industrie nicht angenommen wird, ist bereits hingewiesen worden. Dieses Risiko darf nicht zu Lasten der Studierenden gehen. Demzufolge sind die sozialen Risiken auf jeden Fall zu reduzieren. Hierbei geht es nicht nur um eine Geltendmachung bestehender Ansprüche auch auf die neuen Abschlüsse, sondern um eine grundsätzliche Reform der Studienförderung, die nach dem Willen der Gewerkschaften auch Bedingung für eine Zustimmung zur HRG-Novelle und Anforderung an eine angekündigte neue Fassung des HRGs ist.

¹⁸ Vgl. VDMA/ZVEI, Internationalisierung der Ingenieurausbildung - die neue Herausforderung für Hochschulen in Deutschland, Mai 1997

und: Kruno Hernaut, Internationalisierung der Ingenieurausbildung, in: Wolfgang Neef/Thomas Pelz (Hg.), Ingenieurinnen und Ingenieure für die Zukunft, Berlin 1997

¹⁹ vgl. HRK, Entschließung zur Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen/-abschlüssen (vom 10.11.1997)

Protokoll des 2. Treffens der Arbeitsgruppe am 14. September 1998 bei der Robert Bosch GmbH in Stuttgart-Feuerbach

I. Der Leiter der Personalabteilung in Stuttgart-Feuerbach, D. von Reyher, stellt Strukturen und Personalpolitik der Robert Bosch GmbH dar:

Die Robert Bosch GmbH ist zu 92 Prozent in Stiftungsbesitz, sieben Prozent hält die Familie Bosch und ein Prozent gehört einer Industrietreuhandgesellschaft. Der größte Teil des Umsatzes wird in Deutschland und Europa gemacht. Da eine Expansion hier kaum mehr möglich ist, wird eine stärkere Internationalisierung angestrebt. Forschungsausgaben und Investitionen sind in den letzten Jahren deutlich angestiegen. Letztere wurden jedoch bereits gebremst durch einen Mangel an Ingenieurkapazität. Vor dem Hintergrund einer enorm gestiegenen Arbeitslosigkeit von IngenieurInnen mag diese Aussage verwundern. In der Diskussion zeichnete D. v. Reyher jedoch folgendes Bild der gegenwärtigen und zukünftigen Situation am Arbeitsmarkt: Das Jahr 1998 ist gekennzeichnet durch eine strukturelle Arbeitslosigkeit. Besonders betroffen sind ältere IngenieurInnen in strukturschwachen Gebieten - aber in der Vergangenheit waren es auch AbsolventInnen. Die Einstellungschancen dieser Personengruppe sind aufgrund gewandelter Qualifikationsanforderungen (z.B. Sozial- und Methodenkompetenz) relativ schlecht. Die älteren sind zu sehr fachlich spezialisiert, den AbsolventInnen fehlen Schlüsselqualifikationen und internationale Erfahrung. Es handelt sich also überwiegend um ein qualitatives Problem, obgleich bei Arbeitslosenzahlen von rund 60.000 auch die Quantität sehr bedeutsam ist. Für das Jahr 2001 wird dennoch rein quantitativ ein IngenieurInnenmangel - vor allem in den Bereichen Elektrotechnik, Nachrichtentechnik, Informatik und Maschinenbau - prognostiziert. Die Gefahr besteht darin, daß dieses überwiegend quantitative Problem durch die Substitution von IngenieurInnen durch NaturwissenschaftlerInnen und MitarbeiterInnen mit geringerwertiger Qualifikation gelöst wird. Für die Firma Bosch ist auch nicht auszuschließen, daß Forschung und Entwicklung - und damit auch die Ferti-

gung - ins Ausland verlagert werden, wenn in Deutschland Ingenieurkapazitäten fehlen. Ingenieure haben also gute Berufschancen - Voraussetzung ist dafür allerdings eine Veränderung ihrer Qualifikation: IngenieurInnen arbeiten zunehmend als „technisch geprägte OrganisatorInnen“, und sie arbeiten zunehmend international (entweder selbst im Ausland oder in Kooperation mit dem Ausland). Um das qualitative Problem mit den AbsolventInnen zu illustrieren, von denen Eigeninitiative, soziale Kompetenz und andere Schlüsselqualifikationen erwartet werden, bringt v. Reyher ein Beispiel aus den letzten drei Jahren. Bei Bosch wurde für die Gruppe von etwa 400 AnfängerInnen (Berufspraxis unter drei Jahren) eine „Arbeitsgemeinschaft junge Ingenieure“ gebildet. Deren Thema war Einarbeitung, und die Gruppe sollte einen Workshop selbst gestalten. Von den 400 fanden sich lediglich 10 Aktive, und inzwischen sind nur noch 3 oder 4 davon in dieser AG übrig. Auch der von ihr organisierte Workshop hatte kaum TeilnehmerInnen, obgleich er Freitag/Samstag stattfand, also zur Hälfte in der Arbeitszeit. Dieses Ergebnis ist beschämend und zeigt schlagend die Defizite, die durch eine Veränderung der Ausbildung behoben werden müssen.

Bosch reagiert auf diese Entwicklung derzeit mit folgenden Maßnahmen:

- ♦ Verstärkung von Akquisitionsbemühungen an Hochschulen;
- ♦ Aktionen an Schulen (Werbung für den Ingenieurberuf);
- ♦ Erhöhung der Ausbildungszahlen in Berufsakademien (Im Bereich Technik);
- ♦ Qualifikation älterer (arbeitsloser) IngenieurInnen.

In Zusammenarbeit mit einer Hochschule in Magdeburg werden sechs- bis zwölfmonatige Ausbildungen durchgeführt (mit dem

Ziel der Erweiterung der technischen, sozialen und methodischen Kompetenz).

Zur Erhöhung des Frauenanteils werden bei der Robert Bosch GmbH folgende Anstrengungen unternommen:

- ♦ verstärkte Akquisition von Frauen;
- ♦ flexible Teilzeitregelungen, damit Frauen auch nach einer eventuellen Kinderpause im Unternehmen bleiben.

II. Der technische Werkleiter in Stuttgart-Feuerbach, Erich Lemp, berichtet über technische und wirtschaftliche Randbedingungen bei der Fertigung von Einspritzpumpen und die daraus folgenden Anforderungen an Ingenieurinnen und Ingenieure:

Die Fertigung von Einspritzpumpen für Dieselaggregate ist bei der Robert Bosch GmbH stark international verflochten. In den letzten Jahren wurde die Fertigung vieler seit Jahrzehnten bewährter Produkte ins Ausland - etwa nach Indien - verlagert. Im Werk Stuttgart-Feuerbach hingegen wird seither eine neue Generation von Einspritzpumpen gefertigt, die sich durch sehr hohe Drücke (bis zu 2000 bar; das ist mehr als das doppelte der bisherigen Pumpen) auszeichnen. Dadurch können Dieselmotoren die höchsten Umweltstandards erreichen. Die Produktion ist stark qualitätsorientiert: In einigen Bauteilen werden Fremdkörperanteile im Stahl von unter 100 ppm. (parts per million) erreicht, die Toleranzen sind enorm gering. Gleichzeitig fordert der Markt derzeit die Produktion sehr hoher Stückzahlen, die im Werk bisher nicht erreicht werden können. Zudem stehen die verschiedenen Werke des Unternehmens mit unterschiedlichen Produkten miteinander in Konkurrenz. Es geht also darum, einerseits kleine/kurze Regelkreise installieren zu können (Entscheidungen-/Verantwortung vor Ort), andererseits motivationale Effekte der Identifikation mit dem „eigenen“ Produkt zu schaffen, um die nötigen hohen Leistungen zu erhalten.

Mittel und Ziel sei es dabei, die Waage zu halten zwischen Kontinuität und Wechsel der MitarbeiterInnen innerhalb und zwi-

schen den Produktgruppen bzw. Fertigungsphasen.

Kontinuität sei wichtig, um über Erfahrung und Identifikation Know-How aufzubauen und zu halten (Routine); Wechsel sei von Zeit zu Zeit notwendig, um neue Erfahrungen zu sammeln, andere Produktbereiche kennenzulernen und damit den Überblick über das Gesamtprodukt bzw. seine Varianten zu bekommen, nicht in dauerhafte Routine zu verfallen, die Einsatzfähigkeit und -bereitschaft der MitarbeiterInnen für verschiedene Bereiche zu ermöglichen.

Anspruchsvolle Geräte wie solche Einspritzpumpen werden in jedem Fall im Stammland bzw. in Stuttgart entwickelt und gebaut, nicht im Ausland, auch wenn dort die Lohnkosten niedriger sind. Die dafür erforderlichen Kompetenzen braucht Bosch also hier, und sie sind nicht mehr fachsondern produktorientiert.

Für Werkleitung sowie IngenieurInnen ergeben sich daraus folgende Konsequenzen: Kapazitäten müssen aufgrund geringer Produktlebensdauern und schwankender Nachfrage so geplant werden, daß sie auch schnell wieder abgebaut werden können. In der Montage heißt dies: weitgehender Verzicht auf hochspezialisierte und investitionsintensive High-Tech-Roboter zugunsten einer höheren Qualifizierung von MitarbeiterInnen. Daraus folgt, daß die IngenieurInnen auch die Kompetenzen des Personals aus Fertigung und Montage nutzen müssen. Ein höheres Maß an sozialer Kompetenz ist notwendig. Aber auch eine schnelle Loslösung vom bisherigen Produkt ist erforderlich. Dagegen steht die oft hohe Identifikation der IngenieurInnen mit ihrem Produkt. Man muß deshalb diese Know-How-Träger ständig in Bewegung halten und damit laufend zum Lernen animieren.

Angestrebt wird das Idealbild einer „Fraktalen Fabrik“: Jede Abteilung soll wie eine eigene kleine Fabrik funktionieren; eine hohe Produktorientierung wird dabei angestrebt. Kurze Regelkreise werden geschaffen: „Liefersitzungen finden nicht mehr auf der Ebene der Werkleitung statt“. Für die Zusammensetzung der MitarbeiterInnen gilt das Prinzip von Kontinuität und Wechsel: Ein Teil des Personals gehört zur Stammbesatzung des Werkes. Ein anderer Teil

wird regelmäßig ausgetauscht. Als sinnvolle Zeitspanne für eine Tätigkeit im Ausland gelten etwa drei Jahre. Während dieser Dauer kann ein Projekt in der Regel vollständig geplant und durchgeführt und sein Erfolg bewertet werden. Die Arbeit von IngenieurInnen ist bestimmt durch einen hohen Zeitdruck. Zu Beginn eines Projektes sind der Anlauftermin und die Kosten häufig die einzigen fixen Größen. Noch gibt es Schwierigkeiten im Umgang mit diesen Bedingungen. Zu oft findet ein Toleranz- statt eines Parameter-Designs statt: Toleranzen werden nachträglich korrigiert; Dauerfestigkeitsforderungen werden nicht von Anfang an in die Konstruktion-entwicklung einbezogen; aufwendige Nachbesserungen – etwa Oberflächenveredelungen – sind notwendig; die Bauteil- und Fertigungsstruktur wird zu komplex. Viele IngenieurInnen scheitern an ihrem „Hang zum Komplexen“ und zu theoretisch hochwertigen Lösungen, weil sie ihre vielen Theoriekenntnisse aus der Ausbildung anwenden wollen. Gefragt sind häufig eher einfache Lösungen: „Das Einfache ist das technisch Hochwertige“. Gegenwärtig vollzieht sich ein Paradigmenwechsel, der eine neue Art von IngenieurIn hervorbringen wird: „IngenieurInnen dürfen nicht technikverliebt sein. Ihre Aufgabe ist es, die Fitneß einer Gemeinschaft zu erhöhen“. Jede/r IngenieurIn muß außer mit FachkollegInnen auch mit den MitarbeiterInnen in der Linie und den WerkerInnen in der Produktion kooperieren – auch hier brauchen sie eine hohe soziale Kompetenz. Denn es ist nicht die Ingenieuraufgabe, ständig die Automatisierung voranzutreiben, sondern die menschlichen Fähigkeiten verstärkt zu nutzen, um eher mit weniger Technikeinsatz auszukommen. Bisher herrschte im Zuge der Automatisierung die Philosophie vor, ständig „mehr vom Selben“ in die Betriebe zu bringen. In dieser Automatisierungsphase sollten es die Maschinen bringen und ihre scheinbar ständig steigende Leistungsfähigkeit. „Diesen Prozeß haben wir übersteuert“. Der Nutzungsgrad dieser Maschinerie sank eher, und es geriet das Personal in den Vordergrund, wenn man für die Zukunft Produktivitätsschübe erzeugen wollte.

In der Diskussion mit Lemp wurde (auch von ihm) verdeutlicht, daß die fortwährende Beschleunigung der Entwicklungszyklen und die damit verbundene Gefahr, daß Produkte nicht mehr ausreichend ausgereift auf den Markt kämen, sich wirtschaftlich kontraproduktiv auswirke.

Er betonte nochmals, daß ein echter „Paradigmenwechsel“ angesagt sei: Nicht in einer immer weiter fortschreitenden Technisierung der Produktion liege der effektive Schlüssel für eine Steigerung der Produktivität, sondern in der konsequenten Förderung und Nutzung des Know-How der MitarbeiterInnen, weil hierüber Motivation zu schaffen sei und dies in höherem Maße Ideen und Lösungen befördern würde.

Als zentrale Anforderung an IngenieurInnen wurde die Fähigkeit benannt, von Lösungen, die an rein technischen Kriterien orientiert seien, wegzukommen und viel mehr das soziale Geflecht der unterschiedlichen Kompetenzen zu organisieren.

Die Verstetigung und Vertiefung persönlicher Beziehungen führe zu einer Unternehmenskultur, die Zufriedenheit der MitarbeiterInnen über Akzeptanz und Würdigung von deren Fähigkeiten und damit die Produktivität fördere.

Spätestens an diesem Punkt der Diskussion wurden Gefahren wie eine „Kultur der Flexibilität“ angesprochen, die auch zur (Zer-)störung von Beziehungen, Lebenswerten usw. führen würde. (Es wurde auf das Buch von R. Senett: „Der flexible Mensch“ verwiesen).

III. Die Arbeitsgruppe berät Fragen des weiteren Vorgehens; dies führt zu folgenden Ideen der Weiterarbeit:

„Gute Ingenieurarbeit entsteht nicht im Selbstlauf; Lemp's „Philosophie“ einer Nachhaltigkeit ökonomischer Prozesse muß transportiert werden“.

Es soll daher versucht werden, die Bereitschaft von Lemp für weitere Zusammenarbeit zu nutzen, im Raum Stuttgart etwas zu initiieren. Bestehende Kontakte zur Uni Stuttgart (einschlägige Fachschaft) und den FH Esslingen, Pforzheim sowie zur örtli-

chen IG Metall (Ingenieurarbeitskreise?) sollen genutzt werden, konkrete Zusammenarbeit (Hochschule, Industrie, Gewerkschaft) zu initiieren bzw. zu befruchten.

Es wird diskutiert, inwieweit die bei der Robert Bosch GmbH gesammelten Erkenntnisse in die weitere Arbeit der Arbeitsgruppe Berufsfähigkeit und Praxisintegration einfließen können. Generell werden ähnliche Treffen bei Unternehmen als sinnvoll eingeschätzt (max. 2 Unternehmen pro Jahr). Für die Initiierung konkreter Studienreformprojekte ist es jedoch zukünftig wichtig, VertreterInnen von regionalen Hochschulen an den Treffen zu beteiligen.

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe bemühen sich, entsprechende Kontakte aufzubauen oder zu reaktivieren. Die so geknüpften Kontakte und Verständigungen sollen folgendermaßen genutzt werden:

- ♦ die TeilnehmerInnen an solchen Treffen erweitern ihre persönlichen Kenntnisse;
- ♦ es werden betriebliche KooperationspartnerInnen für das Netzwerk gewonnen;
- ♦ es werden jeweils vor Ort Aktivitäten initiiert bzw. befördert.

Wichtig ist daher für künftige AG-Treffen im Rahmen von Firmenbesuchen, bestehende Arbeitszusammenhänge am Ort (Hochschule, gewerkschaftliche Arbeitskreise usw.) frühzeitig in die Planung einzubinden.

Es wird darauf hingewiesen, daß die AG ihren Auftrag für und im Netzwerk nicht aus den Augen verlieren dürfe, also zu beachten, wie ein Transfer von Ergebnissen und Erfahrungen möglich sei (z. B. ein Plenum gestalten); auch an diesem Punkt muß weiter diskutiert werden.

Teilnehmerinnen und Teilnehmer:

Gudrun **Braeker**, Fachschaft Elektrotechnik der Ruhr-Universität Bochum,

Bernhard **Christmann**, Weiterbildungszentrum der Ruhr-Universität Bochum,

Bernd **Cyrus**, Fachbereichsinitiative Maschinenbau an der TU Berlin,

Wim **Görts**, Studienbüro des Fachbereichs Verkehrswesen der TU Berlin,

(seit 1.1.99 Mitarbeiter der TU Darmstadt, Hochschuldidaktische Arbeitsstelle)

Friedbert **Hannebauer**, Betriebsrat Cegelec AEG,

Jan-Markus **Heise**, Bundesfachschaft Elektrotechnik,

Thomas **Herbst**, Robert Bosch GmbH,

Wolfgang **Hucklenbroich**, IG Metall-Koordinierungsstelle Südostniedersachsen,

Dr. Bernd **Kaßbaum**, IG Metall Hauptverwaltung, Abt. Bildungspolitik,

Martin **Kiesler**, Zentraleinrichtung Kooperation der TU Berlin,

Erich **Lemp** (ab 10.45 Uhr), Robert Bosch GmbH, Technischer Werkleiter,

Dr. Wolfgang **Neef**, Zentraleinrichtung Kooperation der TU Berlin,

Bettina **Pahnke**, Modellversuch „Praxiskontakte“ der TU Ilmenau,

Axel **Raue**, Betriebsrat Cegelec AEG,

D. von **Reyher**, Robert Bosch GmbH, Leiter Personalabteilung,

Rainer **Schuberth**, VDI Hauptgruppe,

Dr. Erich **Werthebach**, Gemeinsame Arbeitsstelle RUB/IGM, Ruhr-Universität Bochum.

AG Internationalisierung: Reformen der Ingenieurausbildung in internationaler Perspektive

Günter Heitmann, Technische Universität Berlin

Die Forderung nach einer Steigerung der internationalen Attraktivität der Hochschulausbildung in Deutschland und die Absicht, sich bei der Akkreditierung neuer Studiengänge an internationalen Standards orientieren zu wollen, haben den Studienreformbemühungen zusätzliche Impulse gegeben. Ein großer Teil curricularer Veränderungen bezieht sich derzeit auf die Entwicklung international ausgerichteter Studiengänge mit bachelor- bzw. master-Abschluß.

Diese Bestrebungen erfordern zwangsläufig den Blick auf die Hochschulsysteme und Reformen anderer Länder. Das gilt auch und besonders für die Ingenieurausbildung, da Globalisierung und Internationalisierung neben der Veränderung von Arbeitsprozessen zunehmend die Arbeitssituation von Ingenieuren prägen, die Hochschulausbildung darauf aber bislang noch unzureichend reagiert hat.

Neben internationaler Orientierung als Forderung nach Kompatibilität der Studienstrukturen und als zusätzliche Anforderung an die Ingenieurqualifikation und den damit notwendigen Entscheidungen darüber, mit welchen Mitteln und Veränderungsprozessen diesen Anforderungen in der Studiengestaltung entsprochen werden soll, empfiehlt sich der Blick ins Ausland aber auch, um Anregungen für innovative Studienreformen zu sammeln. Denn ähnlich wie in Deutschland stehen viele unserer Partnerländer in der EU vor der Situation, auf veränderte Qualifikationsanforderungen und neue politische, ökonomische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen reagieren zu müssen. Auch das gesunkene Studieninteresse an einer Ingenieurausbildung gibt in vielen Ländern Anlaß, durch Reformen der Ausbildung deren Attraktivität zu verbessern.

Der folgende Beitrag soll deshalb auf folgende Punkte konzentriert werden:

- ♦ Aktuelle Veränderungen der Hochschulsysteme und der Inge-

nieurausbildung in den EU-Ländern am Beispiel Großbritanniens;

- ♦ Probleme und Lösungen der gegenseitigen Anerkennung und der Sicherung internationaler Qualitätsstandards;
- ♦ Innovative Studienreformbeispiele im Ausland.

In allen Punkten lohnt die Frage, wie davon die deutsche Ingenieurausbildung betroffen sein könnte.

Aktuelle Veränderungen der Ingenieurausbildung in einzelnen Ländern

Die europäische Integration einschließlich der bevorstehenden Osterweiterung und die in diesem Rahmen zu sichernde Mobilität von Arbeitskräften, Auszubildenden und Studierenden sollen hier Anlaß für eine Beschränkung auf die Situation in den EU-Ländern sein. Obwohl im Gegensatz zu vielen anderen Gebieten eine Harmonisierung der Ausbildungs- und Hochschulsysteme politisch nicht gewollt ist, vielmehr die Vielfalt als ein bewahrenswerter Reichtum betrachtet wird, stellt sich doch bei Veränderungen die Frage, ob sich nicht zunehmend eine einheitliche Grundstruktur der Ingenieurausbildung in Europa entwickelt, innerhalb derer sich dann Spezifika einzelner Länder ausprägen können.

Ende der 80er Jahre hatte es zumindest oberflächlich den Anschein, als sei das deutsche Konzept einer "binären" Struktur mit parallel geführten und institutionell getrennten Ausbildungsgängen mit 3 - 4jähriger Dauer an Fachhochschulen und 5jähriger Dauer an Universitäten mit jeweils klar unterscheidbaren Qualifikationsprofilen zum Vorbild einer solchen Referenzstruktur geworden. Zumindest hatten sich zu dieser Zeit die Anstrengungen vieler europäischer Länder verstärkt, neben der universitären eine praxisorientierte Ausbildung von kürzerer Dauer einzurichten bzw. auszubauen.

Mit der erfolgreichen Etablierung der Polytechnics schien sich auch in Großbritannien eine derartige Parallelstruktur entwickelt zu haben. Die durch ein neues Hochschulgesetz (Further and Higher Education Act) von 1992 ermöglichte Umwandlung der Polytechnics in Universitäten, deren Hintergründe hier nicht näher erläutert werden können, hat in dem nunmehr vereinheitlichten System die Struktur eines ohnehin darin schon angelegten konsekutiven Studienaufbaus mit bachelor-Abschlüssen nach drei Jahren und master-Abschlüssen nach weiteren zwei Jahren stärker hervorgekehrt. Den Polytechnics wurde auf der Basis einer vergrößerten Autonomie in der Tradition der Universitäten der Spielraum gegeben, durch eigenständige Profilentwicklungen in Lehre und Forschung in den Wettbewerb um Studierende und um Post-Graduierte zu treten und ebenso auch in den Wettbewerb um Forschungsgelder.

Für die Ingenieurausbildung resultierte daraus keine so gravierende Veränderung, wie es den Anschein haben könnte, denn schon vorher konnten die Absolventen akkreditierter bachelor-Studiengänge von Polytechnics genauso wie die von den Universitäten nach einer 4jährigen geregelten, einschlägigen Praxiserfahrung bei den jeweiligen Berufsverbänden den Antrag auf Registrierung und Vergabe des Titels "chartered engineer" stellen. Der master-degree war für den Weg zum professionellen Ingenieur nicht erforderlich und konnte nicht die vorgeschriebene Praxis ersetzen. Hier liegen auch die substantiellen Unterschiede zwischen der britischen und der deutschen und ihr ähnlichen Ingenieurausbildung: Während in Deutschland der Anspruch aufrechterhalten wird, mit unterschiedlicher Ausprägung in Fachhochschulen ebenso wie in Universitäten für eine unmittelbare professionelle Tätigkeit als Ingenieur nach Abschluß des Studiums zu qualifizieren, wird eine derart professionsbezogene Qualifizierung vor allem der 4jährigen gelenkten Praxiszeit nach dem Studium bachelor zum Abschluß zugeordnet. Diese Regelung relativiert die Ansprüche an das Studium und erlaubte bisher, die Studienzeit auf drei Jahre zu begrenzen.

1998 hat nun das Engineering Council neue Richtlinien für die Registrierung als Ingenieur beschlossen, bekannt unter der Abkürzung SARTOR (Standards and Routes to Registration). Diese sehen eine Erhöhung der Qualifikationen vor, die durch das Studium zu erbringen sind: Für den "chartered engineer" werden die Anforderungen an das Studium von drei auf vier Jahre erhöht, für den auch bisher schon existierenden "incorporated engineer" von zwei auf drei Jahre. Während die Hochschulen für die letztere Gruppe auf bisherige bachelor-Studiengänge zurückgreifen können, werden derzeit für die vierjährige Qualifizierung neue grundständige Studiengänge entwickelt, die ohne den Zwischenabschluß bachelor direkt zum Abschluß eines Master of Engineering (MEng) führen. Daneben wird es weiterhin einen Master of Science (MSc) geben, aufbauend auf einem bachelor mit insgesamt 5jähriger Studiendauer.

Die SARTOR-Richtlinien haben auch die anschließende Praxisphase als "Initial Professional Development" (IPD) neu geregelt und weisen der Weiterbildung im Sinne eines verpflichtenden "Continuing Professional Development" (CPD) eine erhöhte Bedeutung zu, auf die bereits im Studium vorzubereiten ist.

Mit der Erhöhung der Anforderungen von zwei auf drei Jahre bei den "incorporated engineers" wird offensichtlich der Versuch unternommen, die EU-weite Anerkennung durchzusetzen, die gemäß der entsprechenden Generaldirektive der EU für ein anerkanntes Hochschuldiplom eine mindestens 3jährige Studienzeit verlangt.

Für die deutsche Diskussion der Internationalisierung der Hochschulsysteme und Studiengangsstrukturen läßt sich aus diesen Veränderungen ableiten, daß es zwar einerseits eine verstärkte Hinwendung zu einem konsekutiven System gestufter Abschlüsse gibt, andererseits schlichte formale Festlegungen (3+2 oder 4+1) wenig aussagen im Hinblick auf die Qualität und auf die Möglichkeiten der internationalen Anerkennung, wie hier am grundständigen MEng nach vier Jahren zu zeigen ist. Mindestens auf dem Feld der Ingenieurausbildung muß den deutschen Fachhochschulen daran gelegen sein, den Abschluß eines MEng als Äqui-

valent zum FH-Diplom zu reklamieren, um den Weg ihrer Absolventen zu einem international anerkannten "professional engineer" nicht zu verbauen. Die deutschen TU und TH werden kritisch zu prüfen haben, ob die Einführung eigenständiger bachelor-Abschlüsse nach 3 bzw. 3 1/2 Jahren angesichts der hier dargestellten Entwicklungen überhaupt sinnvoll ist, wenn deren berufsqualifizierender Wert international eher auf einem sehr praxisbezogenen Niveau unterhalb der Fachhochschulqualifikation gesehen wird.

Mit formalen Vorgaben zu Studienstrukturen und Abschlußebenen lassen sich zwar notwendige Rahmen für curriculare Innovationen setzen, für qualitative Vergleiche oder Kompatibilitätsaussagen sind sie wenig geeignet. Dieses Problem wird dadurch verschärft, daß ganz unterschiedliche Grade der Selektivität bei der Zulassung von Studienanfängern oder bei der laufenden Evaluation von Studienleistungen üblich sind.

Alle Bemühungen um Vergleichs- und Anerkennungsstandards und um innovationsstützende Vorgaben für Ausbildungsreformen müssen deshalb auf qualitative Kriterien und Maßstäbe gerichtet sein.

Probleme der gegenseitigen Anerkennung und der Sicherung internationaler Standards

Die Aufforderung, sich bei der Entwicklung neuer, insbesondere auslandsorientierter Studiengänge auf internationale Standards zu beziehen, hat in zahlreichen Untersuchungen deutlich werden lassen, daß es derartige Standards nicht gibt und sich hinter bachelor- oder master-Abschlüssen höchst unterschiedliche Qualifikationsprofile und Qualitätsstufen verbergen können.

Die EU hat deshalb erhebliche Anstrengungen unternommen, über Pilotprojekte wie das ECTS oder die Qualitätsevaluation die unterschiedlichen Ausbildungen in Europa transparent und vergleichbar zu machen.

Das von der EU finanzierte Thematic Network "Higher Engineering Education for Europe" (H3E) unternimmt derzeit den Versuch, qualitative Kriterien zu definieren, mit denen Qualifikationsprofile beschrieben, Qualifikationsleistungen erfaßt und

Akkreditierungsentscheidungen begründet werden können.

Den Hintergrund bilden Erfahrungen, die mit europäischen Projekten zur Qualitätsbewertung und Qualitätssicherung sowie mit neuen Konzepten der Akkreditierung von Studiengängen bzw. der Identifizierung und Zertifizierung individueller Qualifikationen gesammelt wurden.

Auf dem Gebiet der Ingenieurausbildung liefern besonders die Akkreditierungspraktiken der USA, aber auch Großbritanniens und Frankreichs sowie die Qualitätsevaluationen der Niederlande, aber auch Englands und Dänemarks reiche Anregungen. In allen Fällen handelt es sich um Verfahren, bei denen die Qualität der Ausbildung, i.d.R. bezogen auf einzelne Studiengänge, aber unter Einschluß notwendiger Randbedingungen anhand bestimmter Kriterien von kompetenter, dritter Seite evaluiert wird. Aufgrund der Evaluationsergebnisse werden dann entweder Akkreditierungen vergeben, Verbesserungsvorschläge gemacht oder in einzelnen Fällen - etwa in England - auch Finanzierungsleistungen daran geknüpft.

Neben der Wahrung bestimmter Mindeststandards der Ausbildung ist den Evaluationen im Rahmen von Akkreditierungs- oder Qualitätssicherungskonzepten zunehmend die Funktion zugewachsen, Anstöße für Studienreformen zu geben.

In den USA werden derzeit vom "American Board of Engineering and Technology" (ABET), das von den professionellen Ingenieurverbänden getragen wird, neue Akkreditierungsverfahren für Ingenieurstudiengänge eingeführt. Das unter der Überschrift "Criteria 2000" bekanntgewordene Konzept zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß nicht wie bisher anhand input-orientierter Kriterien, sondern verstärkt anhand outcome-orientierter Kriterien evaluiert werden wird. Den Hochschulen ist aufgegeben nachzuweisen, mit welchen Mitteln sie im Rahmen ihrer zur Akkreditierung vorgelegten Studiengänge die in den Kriterien vorgegebenen Qualifikationen der Absolventen generieren wollen.

Wie sich anhand der im folgenden im Original zitierten Kriterien 2 und 3 (von insge-

samt 10) zeigen läßt, werden die zu erreichenden Qualifikationen vor allem als Fähigkeiten, und nicht als nachzuweisendes Wissen beschrieben. Im Verhältnis zu früheren Anforderungen nehmen hier Fähigkeiten einen breiten Raum ein, die über Fachkompetenzen im engeren Sinne weit hinausgehen und Sozialkompetenzen und Persönlichkeitseigenschaften ebenso betreffen wie allgemeine Methodenkompetenzen.

Criterion 2. Program Educational Objectives

Each engineering program for which an institution seeks accreditation or reaccreditation must have place

- a) detailed published educational objectives that are consistent with the mission of the institution and these criteria
- b) a process based on the needs of the program's various constituencies in which the objectives are determined and periodically evaluated
- c) a curriculum and process that ensures the achievement of these objectives
- d) a system of ongoing evaluation that demonstrates achievement of these objectives and uses the results to improve the effectiveness of the program.

Criterion 3. Program Outcomes and Assessment

Engineering programs must demonstrate that their graduates have

- a) an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering
- b) an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data
- c) an ability to design a system, component, or process to meet desired needs
- d) an ability to function on multidisciplinary teams
- e) an ability to identify, formulate, and solve engineering problems
- f) an understanding of professional and ethical responsibility

- g) an ability to communicate effectively
- h) the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global and societal context
- i) a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning
- j) a knowledge of contemporary issues
- k) an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice."

(Zitat: Auszug ABET CRITERIA 2000)

Der Anstoß zu Studienreformen wird darin liegen, daß dergleichen Orientierungen und Qualifikationsziele nicht nur die Präambeln von Studienordnungen zieren, sondern daß die Hochschulen nachzuweisen haben, durch welches Arrangement von Lehr-/Lernsituationen sie diese Ziele zu erreichen hoffen und wie die Zielerreichung evaluiert wird. Es ist absehbar, daß vorzugsweise aktive und kommunikative Formen des Lernens und Arbeitens in der Ingenieurausbildung verstärkt werden und die Anteile lehrerzentrierter Darbietung von Fachwissen zurückgehen müssen. Daraus folgt indessen nicht, daß auf Erwerb von Fachwissen weitgehend zu verzichten ist, sondern vielmehr, daß dieses Fachwissen stärker problem- und kontextbezogen und verstärkt mit anderen Mitteln und in sozialen Zusammenhängen erarbeitet wird.

Für die deutsche Akkreditierungs- und Studienreformdebatte folgt daraus, daß eine Orientierung an internationalen (Mindest-) Standards schon heute die Frage aufwirft, wie im Rahmen der Ingenieurausbildung in Deutschland die genannten Kompetenzen erreicht werden sollen.

Die Akkreditierung von Studiengängen zielt vorzugsweise auf die Sicherung von Mindeststandards, was nicht gleichzusetzen ist mit niedrigen Standards. Dennoch sehen viele europäische Hochschulen ein Problem darin, daß ihre Ausbildungsleistungen über diese Kriterien hinausgehen und nicht adäquat gewürdigt werden, weil die meisten Akkreditierungsverfahren in England und USA sich lediglich auf die zum bachelor-Abschluß führenden Studiengänge beziehen. Dieses betrifft vor allem die universitä-

ren 5jährigen Studiengänge, die i.d.R. mindestens dem master-level entsprechen.

Für die EU-Länder soll deshalb im Rahmen des bereits erwähnten Netzwerks "Higher Engineering Education for Europe" ein detailliertes Raster von Kompetenzen erarbeitet werden, mit dessen Hilfe die unterschiedlichen Qualifikationsprofile der Ingenieurausbildungen in den EU-Ländern adäquater, nämlich weniger nach formalen Kriterien (wie z.B. der Studiendauer) als vielmehr nach inhaltlichen Kriterien abgebildet werden können.

Dieses Raster könnte sowohl Akkreditierungs- wie auch Qualitätsbewertungsverfahren zugrundegelegt werden. Ähnlich wie bei den ABET-Kriterien soll aber nicht nur das angestrebte Qualifikationsprofil einschließlich des jeweiligen Anspruchsniveaus sichtbar werden, sondern auch die Vorgehensweisen (z.B. Inhalte, Lehr-/Lernsituationen, zu benutzende Arbeitsmittel, Lern- und Arbeitsergebnisse und deren Bewertung), mit denen diese Qualifikationen erzeugt werden können oder sollen.

Eher unwahrscheinlich ist gegenwärtig, daß über verbesserte Transparenz und Anerkennungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Ingenieurausbildungen hinaus ein verbindlicher Katalog von Kriterien und Standards verabredet wird, der ähnlich wie die ABET-Kriterien für die Akkreditierung in allen EU-Ländern zugrundegelegt wird und den Vorläufer für ein europaweites Akkreditierungsverfahren darstellen könnte. In jedem Falle ließen sich aber Studienreformmaßnahmen in der Ingenieurausbildung auf dieses Kompetenz- und Qualifikationsraster beziehen bzw. sich von daher ableiten.

Möglicherweise könnte von daher auch das unter Mobilitäts- und Anerkennungsaspekten geförderte und neuen Studiengängen zugrundegelegte "European Course Credit Transfer System" (ECTS) qualifiziert werden.

Bislang handelt es sich eher um ein formales Raster, das auf unterschiedliche Curricula bezogen werden kann. Da implizit mit diesem System auch eine Modularisierung verbunden ist, wäre durchaus denkbar, inhaltlich qualifizierte "europäische" Module

zu entwickeln oder zu identifizieren, die mit ihren jeweiligen Qualifikationszielen und Ausbildungsprozessen verbindliche Bestandteile europäischer Ingenieurcurricula sein könnten. Tendenziell sind derartige Module schon überall dort vorhanden, wo zwischen Hochschulen verschiedener europäischer Länder partiell gemeinsame Studiengänge verabredet worden sind.

Beispiele innovativer Studienreformen im Ausland

Von den Veränderungen auf Hochschulebene abgesehen, vollziehen sich anregende Innovationen vor allem auf der Ebene von Fachbereichen oder einzelnen Lehrveranstaltungen. Hier verdienen besonders Bemühungen Beachtung, mit denen veränderten Anforderungen an die Ingenieure im Hinblick auf soziale und kommunikative Kompetenzen oder auf Methodenkompetenzen entsprochen werden soll. Die niederländischen Hochschulen zeichnen sich schon seit längerem dadurch aus, daß vor dem Hintergrund einer regelmäßigen Qualitätsbewertung aller Studiengänge ein deutlich verstärktes Interesse an innovativen Studienformen wie dem Lernen in Projekten bzw. dem "problem based learning" zu verzeichnen ist.

An der TU Twente werden derzeit die traditionellen Ingenieurstudiengänge des Maschinenbaus und der Elektrotechnik auf eine überwiegende Projektorientierung abgestellt. Diese beginnt schon mit dem ersten Studienjahr. In jedem der drei Trimester des Studienjahres müssen von den Studierenden in kleinen Gruppen Projekte bearbeitet werden, die von den Lehrenden vorgeschlagen werden und mit denen jeweils unterschiedliche Qualifikationsziele erreicht werden sollen. Im späteren Verlauf des Studiums werden diese Projekte verstärkt aus Anforderungen der Praxis bestimmt bzw. mit Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Hochschule verbunden.

Die TU Delft und die TU Eindhoven setzen zunehmend das Konzept des "problem based learning" in ihren Curricula und Lehrveranstaltungen ein. Dabei geht es darum, den Erwerb von Wissen, aber gleichzeitig

auch den Erwerb von Problemlösungsfähigkeiten, sozialen Kompetenzen und Selbstlernfähigkeiten dadurch zu ermöglichen, daß die Studierenden jeweils in Gruppen an bestimmten Problemen arbeiten. Diese Probleme sind von den Lehrenden vorgegeben und sind in kürzeren Zeiträumen als Projekte zu bearbeiten (z.B. eine Woche). Eine solche Orientierung erzwingt die komplette Überarbeitung von Lehrveranstaltungen und Entscheidungen darüber, welche Qualifikationen, aber auch welche Kenntnisse jeweils erworben werden sollen.

Die TU Eindhoven stellt gerade ihr Maschinenbaustudium auf ein Curriculum um, bei dem Design-Centred-Learning eine zentrale Rolle spielt und vom ersten Studienjahr an 40 % der Studienzeit einnimmt. In den ersten beiden Studienjahren bearbeiten die Studenten kleinere Probleme, wobei im ersten Jahr 18 unterschiedliche Fälle, im zweiten Jahr 12 in Gruppen von bis zu 8 Studierenden zu lösen sind.

Im dritten Studienjahr wird zu Projekten übergewechselt, wobei insgesamt sechs Projekte in Gruppen von je 4 Studierenden zu bearbeiten sind. Diese Projekte können unterschiedlich akzentuiert werden. Neben solchen, die eine integrierte Anwendung des in den ersten Studienjahren erworbenen Wissens zum Ziel haben, sehen andere Projekte bereits die Kooperation mit der Industrie vor. Ein zusätzlicher innovativer Ansatz wird durch Projekte verfolgt, in denen Studierende universitätsübergreifend auch mit Studierenden anderer, u.a. ausländischer Hochschulen kooperieren und dabei gleichzeitig die Anwendung neuer IuK-Technologien erlernen sowie Sprachprobleme bewältigen.

Im vierten Studienjahr folgen ein Industrie-projekt, im fünften Studienjahr das studienabschließende Projekt. Eine derartige curriculare Struktur weicht noch nicht völlig von der traditionellen Vorlesungs- und Übungssystematik ab, wie dieses etwa seit 1974 an den fast durchgängig projektorganisierten Curricula der Aalborg University der Fall ist, räumt aber den Möglichkeiten eines studentenzentrierten aktiven Lernens erheblich größeren Spielraum als traditionelle Curricula ein.

Die zunehmende internationale Ausrichtung an derartigen projektorientierten Arbeits- und Studienformen läßt nicht nur Anregungen für nationale Innovationen erwarten, sondern eröffnet auch neue Möglichkeiten einer internationalen Orientierung und Kooperation. Beispiele dafür gibt es etwa bei den Projekten im Rahmen des "Joint European Engineering Teams (JEEP)", bei denen Studierende unterschiedlicher Hochschulen Praxisprojekte bearbeiten, auch in Kooperationen zwischen skandinavischen und US-amerikanischen Hochschulen, bei denen im Wettbewerb, aber unter Internet-gestütztem Austausch an gleichen Projekten gearbeitet wird.

Ausländische Anregungen für Innovationen in der Ingenieurausbildung lassen sich auch auf anderen Feldern, etwa der internationalen Ausrichtung der Studiengänge durch fremdsprachliche Lehrveranstaltungen, durch integrierte Auslandsaufenthalte und länderübergreifende Praxiskooperationen gewinnen.

Zunehmend bedeutender werden auch die wachsende Einbeziehung mediengestützter Lehr-Lernprozesse in die Ausbildung und vor allem die Weiterbildung. Dadurch wird gleichzeitig auf die Notwendigkeit verwiesen, die Beziehungen von Erstausbildung, informeller Bildung und Weiterbildung neu zu bedenken und in die Gestaltung von Ausbildungsprozessen einzubeziehen.

Eine abschließende Bemerkung soll nicht den Konzepten, sondern den Prozessen der Implementierung innovativer Studiengangskonzepten dienen. Im Gegensatz zu den oft sehr schwerfälligen und zeitraubenden Veränderungsprozessen in Deutschland wird in vielen anderen Ländern ein sehr viel flexibleres "management of change" betrieben. Darunter ist keinesfalls ein schlichtes System von Direktiven zu verstehen, sondern ein vielfältiges Bündel von Anreizen, finanziellen Zwängen oder Unterstützungen, organisatorischer Deregulierung, unbürokratischem "learning by doing", unterschiedlichen Formen der Qualitätssicherung, welches insgesamt ein positiveres Klima für Veränderungen schafft. Nicht zuletzt auf diesem Felde lohnt sich der Blick über die Grenzen.

Netzwerk-AG Frauen und Studienreform (FuS)

Ausgangssituation

Die aktuelle Situation von Frauen in technischen Aus- und Weiterbildungen, Studiengängen und Berufen sowie ihre Präsenz in Forschung und Entwicklung zeigt, daß durchaus Fortschritte zu verzeichnen sind. So sind in den letzten 20 Jahren die Prozentsätze der Studentinnen in Ingenieurwissenschaften in Deutschland von 8 % auf 18 % gestiegen. In Ingenieurfächern wie der Architektur sind inzwischen über 50 % Studienanfängerinnen zu finden²⁰.

Anders sieht es in den Studiengängen aus, in denen an den Hochschulen die sog. Zukunftstechnologien vermittelt werden (Elektrotechnik, Informatik). Dort sind kaum positive Entwicklungen bzw. sogar Rückschritte zu verzeichnen. Im Bereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik ging es um magere 6 Prozent voran - von 5 % auf 11 %. Der Anteil der Studentinnen in der Elektrotechnik hat sich in 20 Jahren nur von 2 % auf 4,0 % erhöht, der Anteil der Studentinnen in der Informatik ist von 18 % auf 12 % geschrumpft. In den Studiengängen Elektrotechnik, Informatik und Maschinenbau ging der Prozentsatz der Absolventinnen seit 1993 zurück. Die Arbeitslosenquoten der Frauen in diesen Fächern liegen höher als die der Männer, teilweise doppelt so hoch (Informatik, Maschinenbau)²¹.

Frauen sind auch nur beschränkt in den neuen Ausbildungen im Bereich der Informations- und Telekommunikationsberufe zu finden: sie halten zwar immerhin ca. 25 % bei den Informatikkaufleuten, aber nur 12 % bei den FachinformatikerInnen und nur 5 % bei den System-ElektronikerInnen. Damit zeigt sich, daß jungen Frauen in Deutschland seit Jahren unverändert keine Zukunftsperspektiven in den

technischen Berufen bzw. den großen Ingenieurdisziplinen geboten werden. Internationale Daten und die unterschiedliche Entwicklung in Ost- und Westdeutschland bis zur Wiedervereinigung zeigen, daß diese Situation verändert werden kann. Eine Studienreform in den technischen Studiengängen, die sich an neuen Qualitätsanforderungen orientiert, muß die Interessen von Frauen berücksichtigen und ihnen zukünftig gleiche Entwicklungschancen in den technischen Studiengängen bieten.

Zielsetzung

Die AG FuS wird zur Integration des Aspekts Frauen in die allgemeine Studienreform beitragen. Damit soll die strukturelle Marginalisierung der Frauen im Ingenieurbereich aufgehoben werden. Die geschlechterdifferenzierende Perspektive wird als Querschnittsaufgabe aller Reformprozesse der Ingenieurausbildung verstanden. Ziel ist, Konzepte und Strategien für ein zukunftsfähiges Ausbildungsprofil der technischen Studiengänge zu entwickeln. Ein attraktives Ausbildungskonzept muß mit einer deutlichen Verbesserung der beruflichen Chancen von Frauen einhergehen. Dabei ist insbesondere der Wandel zur Informationsgesellschaft zu berücksichtigen.

Realisierung

Die Arbeitsgruppe hat sich bei ihrer letzten Sitzung in Darmstadt intensiv mit der aktuellen Situation von Ingenieurstudentinnen und -absolventinnen auseinandergesetzt. Die Vertreterinnen der anwesenden Projekte stellten ihre Ergebnisse vor, die bundesweit auf großes Interesse gestoßen waren. Es zeigte sich, daß ein deutlicher Bedarf nach Information über deutsche und internationale Studienreformprojekte bestand, die sich mit der Thematik "Frauen in Ingenieurstudiengängen und Ingenieurberufen" auseinandersetzen. Speziell die Erfahrungen aus den angelaufenen "Frauenstudi-

²⁰ Quelle: Statistisches Bundesamt, Frauenanteile Statistik VIIC -5.11, -5.12

²¹ Parmentier, K./Schade, H.-J./Schreyer, F.: Ingenieurwissenschaften, MatAB Nr. 1.1/1998 sowie dieselben: Naturwissenschaften, MatAB Nr. 1.2/1998

engängen" im Ingenieurwesen und neue curriculare und didaktische Ansätze zur Erhöhung der Attraktivität des Ingenieurstudiums für Frauen sollten integraler Bestandteil der allgemeinen Reformdiskussion werden.

Rückmeldungen aus dem Feld der Absolventinnen der klassischen Ingenieurstudiengänge (Elektrotechnik, Maschinenbau) deuten darauf hin, daß es vermehrt zu "Ausstiegen" aus dem Berufsfeld kommt. Hier sieht die AG einen erheblichen Informations- und Forschungsbedarf; es sollte parallel ein intensiverer Erfahrungsaustausch mit Unternehmen stattfinden. Einer der Schwerpunkte der thematischen Auseinandersetzungen mit dem Berufsfeld sollte die Frage sein "Welche Arbeitsbedingungen, welches Arbeitsumfeld finden Frauen in den technischen Unternehmen vor - welche beruflichen Entwicklungsmöglichkeiten bieten Technikunternehmen jungen Ingenieurabsolventinnen?"

Die Arbeitsgruppe schlägt vor, das Thema "Frauen und Studienreform im Ingenieurwesen" als Tagungsthema des Netzwerktreffens 1999 vorzuschlagen und dies thematisch mit der praktischen Erprobung neuer bzw. interessanter didaktischer/methodischer Ansätze im Ingenieurstudium zu verbinden. Tagungsort könnte Bielefeld sein, Barbara Schwarze klärt die Modalitäten und Finanzierungsmöglichkeiten.

Mitglieder AG FuS

- ♦ Ute Berbuir (Wiss. Sekretariat für die Studienreform in NRW)
Ute.A.Berbuir@ruhr-uni-bochum.de
- ♦ Nadine Bajorat (TU Darmstadt, FS Elektrotechnik)
nbajorat@fset-pc.uet.e-technik.tu-darmstadt.de
- ♦ Marion Eger (TU Darmstadt, HDA)
eger@hrz1.hrztu-darmstadt.de
- ♦ Christiane Erlemann (Technische Fachhochschule Berlin, VP3)
erlefrau@tfh-berlin.de
- ♦ Anna Kuschke (Ruhr-Uni Bochum, Studienreformprojekt BELMA)/Koordinatorin der AG
belmaszc@ruhr-uni-bochum.de
- ♦ Martina Möller (Universität-GH Paderborn, Modellversuch "Praxiskontakte")
martina@sophia.uni-paderborn.de
- ♦ Pia Schuler (TU Berlin, Institut für Elektronik und Lichttechnik)
hz23abhe@sp.zrz.tu-berlin.de
- ♦ Barbara Schwarze (FH Bielefeld, Koord.-Stelle *Frauen geben Technik neue Impulse*)
bschwarz@fhzinfo.fh-bielefeld.de
- ♦ Kira Stein (EOQ Quality Systems Manager, Darmstadt)
stein-jansen@t-online.de
- ♦ Sandra Striewski (Universität Dortmund, Chemietechnik)
striewski@cip.chemietechnik.uni-dortmund.de
- ♦ Lindy Ziebell (Universität-GH Paderborn, Modellversuch "Praxiskontakte")
lindy@sophia.uni-paderborn.de

Stand: 1/99 - Rückmeldungen, Kommentare, Ergänzungen und Vorschläge für Themen bitte per E-mail an:
bschwarz@fhzinfo.fh-bielefeld.de

Netzwerk-AG Interne Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Die Arbeitsgruppe Interne Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit befaßt sich mit der Kommunikationsinfrastruktur innerhalb des Netzwerkes und seiner Außendarstellung. Erster Sitzungstermin war Montag, 6. Oktober 1997, in der Universität-GH Essen:

Zunächst wurde die über zukünftige Form der Kommunikation im Netzwerk diskutiert. Es ist klar, daß nicht alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer derzeit auf elektronische Medien zugreifen können oder wollen. Daher soll demnächst eine Fragebogenaktion gestartet und von jedem/jeder Interessierten abgefragt werden, auf welche Art und Weise sie oder er informiert werden will. Der dazu erforderliche Fragebogen wurde ausgearbeitet.

Weiter wurden die für die Kommunikation nutzbaren Medien diskutiert. Dabei wurde von seiten der Arbeitsgruppe festgestellt, daß die elektronischen Medien Priorität haben sollten. Dafür sprechen viele Gründe, unter anderem die Schnelligkeit und die Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu konventionellen, papierernen Medien. Die Struktur eines WWW-Angebotes wurde im Konzept erstellt.

Eine weitere Aufgabe ist die Erstellung einer Datenbank mit Informationen über Projekte, die innerhalb und außerhalb des Netzwerkes in Sachen Innovative Studienmodelle laufen. Ute Berbuir hat dazu einen Entwurf erarbeitet, der auch als WinWord-Dokument hier zur Verfügung steht. Kommentare und Vorschläge dazu bitte an Frau Berbuir. Thomas Mechliniski hat sich Gedanken über ein Konzept zur Realisierung der Internet-Datenbank gemacht.

Das Netzwerk hat an der TU-Berlin eine *mailing-list* eingerichtet. Sie funktioniert als automatischer „Post“-Verteiler, d. h. alle e-mails, die an diese mailing-list gesendet werden, werden automatisch an alle eingetragenen Empfänger/innen verteilt.

Die Adresse der mailing-list lautet: *netz-ing-l@zrz.tu-berlin.de*. Wer die mailing-list nutzen möchte, d. h. Nachrichten versenden oder empfangen, muß sich eintragen lassen. Zu diesem Zwecke muß folgende e-mail verschickt werden:

adress: majordomo@zrz.tu-berlin.de

message: subscribe netz-ing-l

Danach sollte Sie eine Rückmeldung von „majordomo“ erreichen, die Ihren Eintrag bestätigt. Falls Sie danach e-mails versenden wollen, die alle TeilnehmerInnen der mailing-list erhalten sollen, schicken Sie diese an:

adress: netz-ing-l@zrz.tu-berlin.de

Wenn Sie Nachrichten direkt und ausschließlich an die *Netzwerk-Geschäftsstelle* versenden möchten, lautet die Adresse: *zek@tu-berlin.de*

Die mailing-list hat augenblicklich 76 Einträge und wird als Kommunikationsmedium von den Netzwerk-TeilnehmerInnen gut angenommen.

Weiterhin ist die Einrichtung einer newsgroup denkbar, die für die Diskussion von Themen im Netzwerk bereitstehen würde.

Mitglieder:

- ♦ Wolfgang Neef (Zentraleinrichtung Kooperation TU Berlin)
neef@zek.tu-berlin.de
- ♦ Marita Ritter (Zentraleinrichtung Kooperation TU Berlin – *Netzwerk Geschäftsstelle*)
zek@tu-berlin.de
- ♦ Ute Berbuir (Wissenschaftliches Sekretariat für die Studienreform in NRW)
Ute.A.Berbuir@ruhr-uni-bochum.de
- ♦ Thomas Mechliniski (Universität-GH Essen)
mech@ikb.uni-essen.de

Liste der Netzwerk-TeilnehmerInnen

Gunter Barnbeck	IG Metall Küste	Gunter.Barnbeck@igmetall.de
Prof. Hans-Peter Beck	TU Clausthal, Institut f. elektr. Energietechnik	beck@iee.tu-clausthal.de
Ute Berbuir	Wissenschaftliches Sekr. für die Studienreform in NRW	Ute.A.Berbuir@ruhr-uni-bochum.de
Ulf Birch	DGB Landesbezirk Hannover	b.knopf@nsb.dgb.de
Jens Bolten	RWTH Aachen	Jens.Bolten@post.rwth-aachen.de
Burkhard Bundt	IG Metall Vst Berlin	vst.berlin@igmetall.de
Bernhard Christmann	RU Bochum, Weiterbildungszentrum	bernhard.christmann@ruhr-uni-bochum.de
Jürgen Daub	c/o Siegerland Consult	sicsiegen@aol.com
Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut	Büro f. Umweltplanung, -beratung u. -bildung	Dr.Wolfgang.Dickhaut@T-online.de
Marion Eger	TH Darmstadt HDA	Eger@hrz1.hrz.tu-darmstadt.de
Willi Eisele	IG Metall - Vst. Cottbus	vst.cottbus@igmetall.de
Prof. Dr.-Ing. F. E. Endruschat	FH Brandenburg, Dekan FB Technik	endruschat@fh-brandenburg.de
Christiane Erlemann	TFH Berlin, VP 3	Erlefrau@tfh-berlin.de
Prof. Dr. Jochen Ewald	FH Wilhelmshaven, FB Maschinenbau, Techn. Mechanik, Konstruktion	ewald@fbm.fh-wilhelmshaven.de
Hans Bernd Fischer	Siemens Hochschulmarketing München	
Martin Fislake	Universität Koblenz-Landau, FB 3 – Naturwissenschaften, FG Techniklehre	Fislake@uni-koblenz.de
Prof. Wolf-Christoph Friebe	FH Osnabrück, Außenstelle Lingen	friebe@hermes.rz.fh-osnabrueck.de
Prof. Peter Fröhlich	FH Wiesbaden, Fachbereich Maschinenbau	Peter.Froehlich@Maschinenbau.FH-Wiesbaden.de
Kai Gaertner	TH Darmstadt, Zentr. f. interdisziplinäre Technikforschung (ZIT)	gaertner@zit.tu-darmstadt.de
Eckhard Gauterin	TU Berlin, Zentraleinrichtung Kooperation	gauterin@physik.tu-berlin.de
Dipl.-Psych. Monika Gerbig	FH Bremen	Gerbig@FB AWG.HS-Bremen.de
Prof. P.-H. Gerloff	FH Aalen FB Feinwerktechnik	Peter.gerloff@fh-aalen.de
Wim Görts	TH Darmstadt, Hochschuldidaktische Arbeitsstelle	lewe@zsb.tu-darmstadt.de
Prof. Manfred Gottschalk	FH Karlsruhe, FB Maschinenbau	manfred.gottschalk@fh-karlsruhe.de
Prof. Moniko Greif	FH Wiesbaden, Prorektorin	prorektorin@rz.fh-wiesbaden.de
Marcus Michael Guth	TH Darmstadt, FB Bauingenieurwesen, AG PEK	Mguth@statik.tu-darmstadt.de

Arno Hager	IG Metall – Vst. Berlin	vst.berlin@igmetall.de
Udo Hanselmann	DGB-Bundesvorstand Angestellten-sekretariat	info@bundesvorstand.dgb.de
Michael Heger	TU Darmstadt HDA	lewe@zsb.tu-darmstadt.de
Dipl.-Päd. Bärbel Heidrich	FH Wilhelmshaven, Modell: Motiva-tion von Frauen und Mädchen f. ein Ingenieurstudium	heidrich@ze.fh-wilhelmshaven.de
Peter Heiland	TH Darmstadt, FB Bauingenieurwe-sen, AG PEK	P.Heiland@iwar.tu-darmstadt.de
Jan-Markus Heise	BundesFachschaften Tagung Elektro-technik	Heise@et.ruhr-uni-bochum.de
Günter Heitmann	TU Berlin, FB 2	Heitmitt@sp.zrz.tu-berlin.de
Barbara Helling	FH Rheinland- Pfalz, Umwelt Campus Birkenfeld	hellinge@umwelt-campus.de
Dipl.-Ing. Frank Henke	TU Hamburg-Harburg, AB 2-05 Prozeßautomatisierungstechnik	f.henke@tu-harburg.de
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Herbst	Robert Bosch GmbH	
Dr.-Ing. Elfriede Herzog	TFH Berlin, FB Versorgungs- und Energietechnik	Herzog@tfh-berlin.de
Susanne Ihlen	RWTH Aachen, Lehrstuhl Informatik im Maschinenbau	Ihlen@hdz-ima.rwth-aachen.de
Prof. Dr. K.-W. Jäger	FH Nürnberg, Institut für Inter-disziplinäre Innovationen	iii@fh-nuernberg.de
Dr. Wolfdietrich Jost	Uni/GH Essen, Hochschuldidaktisches Zentrum	
Bernd Kassebaum	IG Metall Vorstand, Abt. Bildungspolitik	bernd.kassebaum@igmetall.de
Prof. Dr. Martina Klocke	FH Kiel	martina.klocke@fh-kiel.de
Joachim Koch-Bantz	DGB-Bundesvorstand Abt. Bildung	Joachim.Koch-Bantz@Bundesvorstand.DGB.de
Prof. Dr. Klaus Kornwachs	BTU Cottbus, Lehrstuhl f. Technik-philosophie	Korn@TU-Cottbus.de
Peter Korytowski	IG Metall – Vst. Darmstadt	vst.darmstadt@igmetall.de
Jürgen Krause	TU Ilmenau, Inst. für Automa-tisierungstechnik	Juergen.Krause@Systemtechnik.TU-Ilmenau.de
Thomas Krischer	IG Metall Vst. Chemnitz	vst.chemnitz@igmetall.de
Dr. Irmgard Kucharzewski	Hans-Böckler-Stiftung	Irmgard-Kucharzewski@boeckler.de
Dr. Tilman Kuchler	Centrum für Hochschulentwicklung	tilman.kuechler@bertelsmann.de
Martina Kuhn	FH Giessen-Friedberg, FB WP	Martina.Kuhn@wp.fh-friedberg.de
Dr.-Ing. Anna Kuschke	Ruhr Universität Bochum, Projekt BELMA	belmaszc@ruhr-uni-bochum.de
Dr. Päd. Brigitte Lieback	BTU Cottbus, Fakultät 3, Lehrstuhl Betriebliche Bildung	Lieback@tu-cottbus.de
Jörg Longmuß	Potsdam	joerg@major.kf.tu-berlin.de

Prof. H. R. Ludwig	FH Frankfurt	hrludwig@fbm.fh-frankfurt.de
Prof. Dr.-Ing. Gerhard Manthey	FH Lippe, FB Produktions- und Fertigungstechnik	
Bernd Marquardt	TU Braunschweig, Inst. f. Sozialwissenschaften	
Prof. Dr. Klaus Maßmeyer	Uni-GH Paderborn, Abt. Höxter FB 8 – Techn. Umweltschutz	hmass1@zip.hx.de
Dipl.-Ing. Thomas Mechlinski	Uni-GH Essen, FB 12 – Maschinenwesen	Mech@ikb.uni-essen.de
Kurt Meier	Hauptvorstand IG CPK	
Elisabeth Michaelis	FH Oldenburg, Projektkoordination Evaluation	michaelis@bauing.fh-oldenburg.de
Karl-Heinz Minks	HIS GmbH Hannover	naumann@his.de
Martina Möller	Uni/GH Paderborn, Modellversuch "Praxiskontakte"	martina@sophia.uni-paderborn.de
Dr. Christiane Müller-Wichmann	TFH Berlin, Zentrale Frauenbeauftragte	buero_f@tfh-berlin.de
Agnes Senganata Münst	Universität Kaiserslautern, Frauenbüro	Muenst_agnes@ph-ludwigsburg.de
Wolfgang Neef	TU Berlin, Zentraleinrichtung Kooperation	Neef@zek.tu-berlin.de
Wolfgang Niclas	IG Metall – Vst. Erlangen	vst.erlangen@igmetall.de
Veronika Oechtering	Uni Bremen, FB Informatik	oechteri@informatik.uni-bremen.de
Juliane Oslage	Arbeit und Leben Ausbildungswerkstatt DGB Kreis-Region Braunschweig	Info@koop.bs.shuttle.de
Bettina Pahnke	TU Ilmenau Maschinenbau	Pahnke@maschinenbau.tu-ilmenau.de
Thomas Pelz	Hans-Böckler-Stiftung; WSI	Thomas-Pelz@boeckler.de
Dipl.-Ing. A. Putzmann	Ruhr-Uni Bochum, Lehrstuhl für Maschinenelemente und Konstruktionslehre	putzmann@lmk.ruhr-uni-bochum.de
Prof. Raum	FH München; FB E-Technik	raum@e-technik.fh-muenchen.de
Marita Ritter	TU Berlin, Zentraleinrichtung Kooperation	zek@tu-berlin.de
Witich Roßmann	IG Metall – Vst. Köln	vst.koeln@igmetall.de
Prof. Hartmut Sax	FH Ingolstadt; Präsident	hartmut.sax@fh-ingolstadt.de
Ralf Schimweg	Mensch, Arbeit & Technik	
Heiko Schlatermund	Arbeit und Leben	
Prof. Dr. Winfried Schmidt	FH Gelsenkirchen, Labor für Abwassertechnik	wschmidt@fh-ge.de
Herbert Schmidt	Rüsselsheim	
Ulrich Schmitt	FH Aalen, FB Feinwerktechnik	Ulrich.schmitt@fh-aalen.de
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Katja Schöll	Universität Stuttgart, IAT	
Dr. Johann Schregenberger	ETH Zürich; Inst. f. Bauplanung u: Baubetrieb	Schregen@ibb.baum.ethz.ch

Stephan Schubert	Uni Dortmund, FB Chemietechnik	s.schubert@t-online.de
Pia Schuler	TU Berlin, Institut für Elektronik und Lichttechnik	hz23abhe@sp.zrz.tu-berlin.de
Barbara Schwarze	FH Bielefeld, Modellversuch	Bschwarz@fhzinfo.fh-bielefeld.de
Prof. Dr.-Ing. Gerald Sitzmann	FH-Ingolstadt, FB Ingenieurwissenschaften	Sitzmann@fh-ingolstadt.de
Dipl.-Ing. Axel Sprenger	Uni Erlangen-Nürnberg, LFT (Lehrst. f. Fertigungstechnologie)	
Kira Stein	(EOQ Quality Systems Manager, Darmstadt)	Stein-jansen@t-online.de
Karl-Heinrich Steinheimer	ÖTV-Hauptvorstand Hochschulreferat	
Uwe Dieter Steppuhn	Hans-Böckler-Stiftung	uwe-dieter-steppuhn@boeckler.de
Prof. Siegfried Stiehl	Uni Hamburg; FB Informatik	stiehl@informatik.uni-hamburg.de
Achim Streit	RWTH Aachen, IMA Maschinenbau	streit@hdz_ima.rwth-aachen.de
Sandra Striewski	Uni Dortmund, FB Chemietechnik	Striewski@cip.chemietechnik.uni-dortmund.de
Peter Sulzbach	FH Frankfurt/M.; Technologie- u. Innovationsberatung	tib@wt.fh-frankfurt.de
Dipl.-Ing. Oliver Terhaag	RWTH Aachen, Lehrstuhl f. Produktionssystematik	
Dr.-Ing. Klaus-Dieter Thoben	Universität Bremen; BIBA	Tho@biba.uni-bremen.de
Dr. Jochen Tholen	Uni Bremen, KUA Wissenstransfer	jtholen@uni-bremen.de
Prof. Dr. Ulrike Vogel	TU Braunschweig, Seminar f. Politikwiss. u. Soziologie	U.Vogel@tu-bs.de
Ellen Von Borzyskowski	TU Darmstadt, ZFA	Borzyskowski@pvw.tu-darmstadt.de
Prof. Hans Wagner	Steinbeis-Transferzentrum	
Sabine Wändig	TU Ilmenau	
Werner Weber	RWTH Aachen, Akadem. Auslandsamt	Wweber@aaa.rwth-aachen.de
Prof. Hans-Jürgen Weißbach	FH Frankfurt, FB SuK	Weissbac@fbsuk.fh-frankfurt.de
Harald Wersich	GH Kassel, FB Elektrotechnik	
Erich Werthebach	Ruhr-Uni Bochum, Koop IG Metall	Erich.werthebach@ruhr-uni-bochum.de
Klaus Willkomm-Wierner	IG Metall – Vst.	
Prof. Dr.-Ing. Alexander Wittkowsky	Universität Bremen, FB Produktionstechnik	Wittkowsky@uni-bremen.de
Lindy Ziebell	Uni-GH Paderborn, FB Elektrotechnik	lindy@sophia.uni-paderborn.de
Prof. Reinhard Zulauf	FH Giessen-Friedberg, FB Wirtschaftsingenieurwesen	Reinhard.Zulauf@wp.fh-friedberg.de

TeilnehmerInnen am Workshop „Aktivierende Lehr- und Lernformen in der Ingenieurausbildung“

Amelingmeyer, Jenny	TUD, BWL	Kaßbaum, Bernd	IGM Vorstand
Bajorat, Nadine	Stud. FS ET	Kiesler, Martin	TU Berlin, ZEK
Basel, Dirk	Stud.	Liese, Reiner	TUD, Mathematik
Basel, Sven	Stud.	Meißner, Peter	TUD, Hochfrequenz
Benli, Ali	TUD, IDC	Münst, Dr. Agnes	Uni Kaiserslautern, Frauenbüro
Berbuir, Ute	RUB, Wiss. Sekr. für die Studienreform in NRW	Neef, Wolfgang	TU Berlin, ZEK
Birkhofer, Herbert	TUD, MuK	Neudörfer, Alfred	TUD, MeSyM
Brauer, Michael	TUD, FS FB1	Nielsen, ASS. Prof.	Aalborg University
Deneke, Michael	TUD, HDA	Nitschko, Veronika	TUD, ZSB
Doerr, Christoph	TUD	Pelz, Thomas	HBS, WSI
Eger, Marion	TUD, HDA	Preis, Hr./Fr.	HDA
Epskamp, Torsten	TUD, FS ET	Putzmann, Andreas	RUB, Maschinenbau
Erlemann, Christine	TFH Berlin, VP 3	Raue, Axel	AEG Betriebsrat
Feibel, Hedi	TUD, ZIT	Ritter, Marita	TU Berlin, ZEK
Fleischmann, Andreas	Stud. FS Informatik	Schäfer, Steffen	Stud. FS ET
Fleischmann, Dr.	FHD, Chemie	Scheel, Andreas Dr.	Uni Kassel, Maschinenbau
Frankenberger, Dr.	Heidelberg. Druckmaschinen	Schuler, Pia	Stud. TU Berlin
Fröhlich, Prof. Peter	FH Wiesbaden, FB Maschinenbau	Schwarze, Barbara	FH Bielefeld
Fuchs, Dr. H. J.	TUD, Priv.-Doz. Physikal. Geodäsie	Stärk, Hr./Fr.	TUD, ZIT
Gärtner, Kai	TUD, ZIT	Steck, Roland	TUD, Halbleitertechnik
Gémes, András	TUD, ZSB	Strauss, Dr. Eberhard	FH Wiesbaden
Gerbaulet, Sabine	TUD, Präsidialabteilung	Teucher, Renate	Berlin, Medienwerkstatt
Görts, Wim	TU Berlin, Studienbüro	Wabel, Peter	TUD, Regelungstechnik
Götz, Iris		Wallace, Prof.	Cambridge University, Engineering Dept.
Grübl, Peter	TUD, Massivbau	Warerkar, Shashikant	Stud. FS ET
Guth, Michael Markus	TUD, PEK	Wegner, Bernhard	Stud. FS Maschinenbau
Hannebauer, Dr. Friedbert	AEG Betriebsrat	Wersich, Harald	Uni Kassel
Heiland, Peter	TUD, PEK	Werthebach, Dr. Erich	RUB, Koop IGM
Heise, Jan-Markus	Stud. RUB, BuFaTaET	Windhoff, Gert	Uni Bremen, Produktionstechnik
Hellermann, Klaus	RUB, Weiterbildung	Winzen, Kerstin	TUD, ZIT
Henhapl, Prof.	TUD, Prakt. Informatik	Wittkowsky, Prof. Alex- ander	Uni Bremen, Technikgestal- tung
Herzog, Prof. Elfriede,	TFH Berlin	Wolf, Burkhard	TUD, EMK
Holland, Dr.	FH Wiesbaden, FB Maschinenbau	Ziebell, Lindy	Uni Paderborn, Modellver- such „Praxiskontakte“
Hummel, Matthias	TUD, Pol. Ökonomie		
Kartunov, S.	TU Gabrovo, Bulgarien		

Ute Berbuir
Wissenschaftliches Sekretariat für die Studienreform in NRW
Tel: +49-234-700-2174 Fax: +49-234-7094-269
E-mail: Ute.A.Berbuir@ruhr-uni-bochum.de

Mona Dahms, Associate Professor
Institute of Electronic Systems
Department of Communication Technology
Aalborg University
Tel: +45-96 35 86 77 Fax: +45-98 15 67 40
E-mail: <md@kom.auc.dk>

Dr.-Ing. Eckart Frankenberger
Heidelberger Druckmaschinen
Tel: +49-6221-927567 Fax: +49-6221-92 6999
E-mail: <Eckart.Frankenberger@de.heidelberg.com>

Prof. Peter Fröhlich, Prof. Dr. H.-J. Holland
Fachhochschule Wiesbaden
Tel: +49-(0)6142/898 318 Fax: +49-(0)6142/898 320
E-mail: froehlich@maschinenbau.fh-wiesbaden.de

Wim Görts
TU Darmstadt, Hochschuldidaktische Arbeitsstelle
Tel: +49-6151-16 3928 Fax: +49-6151-16 2055
E-mail: lewe@zsb.tu-darmstadt.de (Schr.)

Günter Heitmann
TU Berlin
Inst. f. Hochschulbildung u. Weiterbildungsforschung
Tel: +49-(0)30/314-24745 Fax: +49-(0)30/314-21611
E-mail: Heitmitt@sp.zrz.tu-berlin.de

Bernd Kassebaum
IG Metall Vorstand, Abt. Bildung
Tel: +49 (0)69-6693-2414 Fax: +49 (0)69-6693-2467
E-mail: bernd.kassebaum@igmetall.de

Dr. Wolfgang Neef
Zentraleinrichtung Kooperation, TU Berlin
Tel: +49-(0)30/314-2 35 30 Fax: +49-(0)30/314-2 42 76
E-mail: neef@zek.tu-berlin.de

Prof. Sven Hvid Nielsen
Department of Production
Aalborg University, Denmark
Tel: +45-9635 8960 Fax: +45-9815-3030
E-mail: i9shn@iprod.auc.dk

Prof. Ken Wallace
Department of Engineering
University of Cambridge
Tel: +44-223-332 625 Fax: +44-223-332 662
E-mail: kmw@eng.cam.ac.uk

Für Ihre Notizen:



Netzwerk Innovative Ingenieurausbildung – Ingenieurinnen und Ingenieure für die Zukunft

Geschäftsstelle:

Zentraleinrichtung Kooperation, TU Berlin

Steinplatz 1

10623 Berlin

Tel: +49-30-314-21580; Fax: +49-30-314-24276; E-mail: zek@tu-berlin.de