

Kurzfassung der Thesen und Empfehlungen zur universitären Ingenieurausbildung*

(- Stand 04.03.2004 -)

Das Präsidium der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) beobachtet aufmerksam die derzeitige Diskussion um die Einführung neuer Studienstrukturen im Ingenieurbereich, weil damit die Weichen für die künftige Qualität der Ingenieurausbildung in Deutschland gestellt werden. Dazu wird ein Positionspapier mit Thesen und Empfehlungen vorgelegt, die die Ausbildungsprofile der unterschiedlichen Hochschulsysteme sowie wünschenswerte Konstanten und Änderungen in den universitären Ausbildungsformen und Inhalten betreffen. Es bezieht sich auch auf die Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses in Promotion und Postdoc-Phase.

Damit soll die Diskussion strukturiert und begleitet werden, wie die universitären Lehr- und Forschungsstrukturen im Ingenieurbereich auf die künftigen Anforderungen auszurichten sind, damit Attraktivität und Zukunftsfähigkeit des Ingenieurberufs in Deutschland langfristig gesichert werden. Gleichzeitig soll eine Diskussion darüber angeregt werden, wie die neuen Bachelor/Master-Strukturen in die universitäre Ausbildung eingeführt werden können, ohne die Qualität der universitären Ausbildung zu gefährden.

Die vorliegende Kurzfassung enthält wesentliche Aussagen des Positionspapiers, das unter www.dfg.de „Rubrik: Aktuelles/Presse > Reden und Stellungnahmen“ abgerufen werden kann.

Ausgangsthese:

1. Die Konkurrenzfähigkeit der deutschen Volkswirtschaft im internationalen Wettbewerb gründet auf innovativen Techniken und Produkten hoher Wertschöpfung.
2. Die führende Position Deutschlands als Exportnation kann nur gehalten werden, wenn das hohe Niveau technisch-wissenschaftlicher Forschung und Entwicklung an Hochschulen und in der Industrie gesichert und weiter gesteigert werden kann. Dafür kommt einer guten, an den jeweiligen Aufgaben und Randbedingungen orientierten Zusammenarbeit zwischen Hochschule und Wirtschaft entscheidende Bedeutung zu.

Daher muss einer an den künftigen Herausforderungen ausgerichteten Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses in den ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen hohe Aufmerksamkeit gewidmet werden: Es gilt, die gesellschaftliche Notwendigkeit und den intellektuellen Reiz der Gestaltung und Weiterentwicklung technischer Prozesse in der Öffentlichkeit wieder so deutlich darzustellen, dass mehr von den intelligentesten, kreativsten und leistungsbereitesten jungen Menschen für ein Ingenieurstudium motiviert werden.

* Diskussionspapier für das Präsidium der DFG, erarbeitet unter der Federführung von Vizepräsident Eigenberger

Situation der Ingenieurausbildung

Die bisherige mehrgleisige deutsche Ingenieurausbildung an Berufsakademien, Fachhochschulen und Universitäten hat sich bewährt. Sie wird im Ausland anerkannt und geschätzt und diente einigen Ländern als Vorbild. Zwei am Bedarf der Wirtschaft und an den Begabungs- und Neigungsprofilen der Studierenden orientierte Ausbildungsprofile werden darin klar voneinander unterscheiden. Beide Profile sind aus Sicht der Wirtschaft wie im Interesse der Studierenden notwendig.

- Ein anwendungsbezogenes Ausbildungsprofil zielt auf eine sichere Beherrschung abgrenzbarer fachlicher Grundlagen und die kompetente Nutzung eines aktuellen fachspezifischen Anwendungswissens in den etablierten Erkenntnisgrenzen ab. Die Ausbildung an Fachhochschulen und - mit noch stärkerer Integration berufspraktischer Erfahrungen – an Berufsakademien folgt diesem Ausbildungsprofil.
- Ein forschungsbezogenes Ausbildungsprofil mit einer breiten theoretischen Basis und exemplarischer fachlicher Vertiefung soll dazu befähigen, bestehende Erkenntnisgrenzen in Theorie und Anwendung mit neuen methodischen Ansätzen zu erweitern. Eine frühzeitige Konfrontation mit offenen Fragestellungen und die Einbindung in Forschungsprojekte sind dafür Voraussetzung. Dieses Profil entspricht den Zielen der universitären Ausbildung.

Systemvergleich Diplom – Bachelor/Master

- Anwendungsbezogene Ingenieurausbildungsgänge an deutschen Berufsakademien und Fachhochschulen sowie forschungsbezogene Ausbildungsgänge an Universitäten sind bisher einzügig angelegt und enden mit dem Diplom als berufsqualifizierendem Abschluss.
- Demgegenüber vermittelt die Bachelor-Ausbildung im zweizügigen anglo-amerikanischen System nach drei- bis vier Jahren einen ersten berufsqualifizierenden Abschluss, mit dem die Mehrzahl der Ingenieurabsolventen eine Berufstätigkeit aufnimmt. Die dabei angestrebte Qualifikation entspricht dem anwendungsbezogenen Ausbildungsprofil der Fachhochschulen. Nur für diejenigen, die an einer wissenschaftlichen Vertiefung ihrer Ausbildung interessiert und dafür qualifiziert sind, wird ein universitäres Graduiertenstudium mit Masterabschluss und ggf. Promotion angeboten. Die in Deutschland auf die unterschiedlichen Profile bezogene mehrgleisige Ausbildung wird somit im anglo-amerikanischen System ersetzt durch eine für alle Profile einheitliche Bachelor-Ausbildung mit einer optionalen Fortsetzung für die wissenschaftliche Vertiefung.
- Gegen die generelle Übernahme eines so konzipierten Bachelor-Master-Systems für die deutsche Ingenieurausbildung bestehen erhebliche, sachlich begründete Bedenken: Die von Anfang an auf unterschiedliche Profile ausgerichtete deutsche Ausbildungsstruktur ist vom Ansatz her sachgerechter und zielführender. Das zeigt sich insbesondere an dem wissenschaftlich orientierten Ausbildungsprofil an Universitäten. Die Vermittlung der dafür notwendigen Basis an wissenschaftlichen Grundlagen würde unnötig verzögert, wenn zunächst ein auf eine schnelle Berufsfähigkeit ausgerichteter Ausbildungsabschnitt vorgeschaltet werden muss.

Die Vorteile der einzügigen Ausbildungsgänge für das wissenschaftliche Ausbildungsprofil werden inzwischen auch in Ländern mit traditionell zweizügiger Bachelor/Master-Ausbildung gesehen. So gelten in England einzügige vierjährige Master-Studiengänge im Ingenieurbereich als effizienter als das zweizügige Bachelor/Master-System und werden daher an den führenden Universitäten verstärkt eingeführt.

- Mit dem mehrgleisigen deutschen Ausbildungssystem wird bisher eine hohe qualitative Vergleichbarkeit bei der Vermittlung der jeweiligen Ingenieurgrundlagen in den unterschiedlichen Ausbildungsprofilen erreicht. Demgegenüber ist Art und Qualität der Lehrinhalte ausländischer Bachelor/Master-Studiengänge bereits häufig innerhalb eines Landes extrem unterschiedlich. Eine deutschlandweit vergleichbare, hohe Qualität in den wissenschaftlichen Grundlagen der Ingenieurausbildung ist aber entscheidend für die Zukunftsfähigkeit der deutschen Wirtschaft.

Vorschlag für ein modifiziertes Bachelor/Master-System

Der Ersatz der eingliedrigen deutschen Ingenieurausbildung durch ein zweigliedriges Bachelor/Master-System ist politisch entschieden. Die Entscheidung war zur Schaffung eines einheitlichen europäischen Hochschulraums notwendig und liegt auch im Interesse der europa- und weltweit vernetzten deutschen Industrie. Bei der Umsetzung dieser Entscheidung muss es das Ziel sein,

- die Qualität der deutschen Ingenieurausbildung beizubehalten und tendenziell zu stärken,
- dabei die unterschiedlichen Begabungs- und Neigungsprofile der Studierenden und die verschiedenen Anforderungsprofile der Wirtschaft zu berücksichtigen und diese Unterschiede im Ausbildungsangebot klar und deutlich in der Öffentlichkeit zu artikulieren,
- zwischen den unterschiedlichen Ausbildungswegen Übergänge vorzusehen und dafür Beratungsangebote und Eingliederungshilfen zu schaffen und
- den Veränderungsimpuls zu nutzen, um dort Änderungen in der Ausbildungsstruktur und den Ausbildungsinhalten vorzunehmen, wo sie sachlich notwendig oder wünschenswert sind.

Aus Gründen der Transparenz sollten sich die unterschiedlichen Ausbildungsprofile auch in den Abschlussgraden widerspiegeln. Dazu bieten sich die Bezeichnungen *Bachelor/Master of Engineering* und *Bachelor/Master of Science* an.

Bachelor und Master of Engineering für das anwendungsbezogene Ausbildungsprofil

- Ähnlich wie bisher soll das Ingenieurstudium an Fachhochschulen und Berufsakademien auf eine anwendungsorientierte Berufsfähigkeit ausgerichtet bleiben und dazu mit dem Bachelor of Engineering abschließen. Für eine fachliche Spezialisierung kann sich daran für eine eingeschränkte Zahl von Absolventen und für Wiedereinsteiger mit Berufserfahrung ein Master of Engineering-Studium anschließen.
- Neben den etablierten Ingenieurstudiengängen sollten an Fachhochschulen und besonders an Berufsakademien künftig verstärkt auf spezielle Anforderungsprofile der Wirtschaft ausgerichtete Bachelor-Studiengänge eingerichtet werden, die eine dafür ausreichende Berufsfähigkeit vermitteln.

Konsekutiver Bachelor und Master of Science für das grundlagenbezogene Ausbildungsprofil

- Das universitäre Ingenieurstudium soll wie bisher eine an den wissenschaftlichen Grundlagen orientierte und mit der universitären Forschung vernetzte Ausbildung vermitteln. Sie wird in der Regel in einem durchgängig konzipierten („konsekutivem“) Bachelor-Master-Studium erfolgen.

- Ein durchgängig konzipiertes Bachelor-Master-Studium kann z. B. aus einem 6-semesterigen Bachelor-Studium mit einer Bachelor-Arbeit und einem Industriepraktikum im 7ten Semester bestehen, sowie einer sich anschließenden dreisemestrigen Vertiefung im Master-Studium, die mit der Master-Arbeit im 10ten Semester abschließt.
- Dabei ist es erforderlich, das Bachelor-Studium auf die Vermittlung der naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen sowie die sichere Beherrschung des methodischen Kerns eines Fachs auszurichten. Damit wird auch der in anderen europäischen Ländern erhobenen Forderung Rechnung getragen, neben dem auf die Vermittlung von anwendungsrelevanten Fähigkeiten ausgerichteten "Bachelor of Engineering" einen "Bachelor of Science" anzubieten.
- Aufgrund der Verlängerung auf sechs Vorlesungssemester geht das Bachelor of Science-Studium deutlich über das bisherige Vordiplom hinaus und vermittelt die volle wissenschaftliche Basis eines Fachgebiets.
- Das Bachelor of Science-Studium bietet somit eine hervorragende Grundlage und die erforderliche Qualifikation für eine sich in der Regel direkt anschließende Spezialisierung und exemplarische Vertiefung in einem Masterstudium. Es bietet zugleich die Basis für eine anschließende oder spätere Weiterqualifikation in einem Ergänzungs- oder Zweitstudium (z.B. Patentanwalt, Master of Business Administration).
- Ein Berufseinstieg mit einem Abschluss als Bachelor of Science erfordert allerdings eine umfangreichere Einarbeitungsphase als mit einem herkömmlichen Diplomabschluss. Dafür müssen von der deutschen Wirtschaft bei Bedarf entsprechende Eingliederungshilfen entwickelt werden.
- Für die mit der Einführung der Bachelor/Master-Struktur notwendige inhaltliche Überarbeitung der universitären Ingenieurstudiengänge wird empfohlen,
 - enge Spezialisierungen im Bachelor-Studium zu vermeiden,
 - das Gebiet der *allgemeinen Systemwissenschaften* als fachübergreifendes Fundament der Ingenieurwissenschaften zu etablieren und fachübergreifend weiterzuentwickeln,
 - die Vermittlung der naturwissenschaftlichen Grundlagen von Physik und Chemie um eine stärkere Betonung atomarer und molekularer Vorgänge und Wechselwirkungen zu ergänzen,
 - die Vielschichtigkeit des technischen Entwicklungsprozesses von den stofflichen Grundlagen bis zur Integration des Produktes in ein vorhandenes technisches und gesellschaftliches Umfeld deutlich zu machen,
 - bei der Vermittlung anspruchsvoller theoretischer Konzepte noch stärker den Anwendungsbezug herzustellen und die Tutor-unterstützte Projektarbeit zu fördern.
 Diese Empfehlungen werden in der Langfassung ausführlich erläutert und begründet.

Hochschulzugang und Hochschulwechsel

Ein Schwachpunkt der bisherigen mehrgleisigen deutschen Ingenieurausbildung ist die eingeschränkte Durchlässigkeit zwischen den Ausbildungssystemen. Hier wird es erforderlich sein, zum einen ein gut strukturiertes Beratungsangebot und Auswahlssystem vor Studienbeginn zu schaffen, um auf diese Weise die Zahl der Studienabbrecher und Hochschulwechsler zu reduzieren. Auch dafür ist eine klare Unterscheidung zwischen den unterschiedlichen Ausbildungsprofilen essenziell. Zum zweiten muss die Studienwahl durch Qualifikationsprüfungen in den ersten Studiensemestern („Orientierungsphase“) überprüft werden. Und schließlich müssen Strukturen und Hilfen für einen Hochschulwechsel nach abgeschlossenem Bachelor-Examen geschaffen werden. Dafür werden in der Langfassung konkrete Vorschläge entwickelt.

Qualitätssicherung

Die Sicherung der Ausbildungsqualität muss als zentrale Aufgabe jeder Hochschule und jedes Fachbereichs verankert werden. Sie gliedert sich in drei sich ergänzende aber durchaus trennbare Maßnahmen:

- Die Auswahl der für das jeweilige Ausbildungsprofil geeigneten Studienanfänger/innen.
- Die Festlegung von Inhalt und Umfang der für die jeweilige Fachrichtung erforderlichen ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen. Dafür sollten wie bisher deutschlandweit einheitliche Standards gelten, die zweckmäßigerweise von den Fakultätentagen bzw. Fachbereichstagen festgelegt und regelmäßig aktualisiert werden.
- Die Kontrolle der sachgerechten Umsetzung der Ausbildungsstandards. Sie ist Aufgabe der Fakultäten oder Fachbereiche und kann in periodischen Abständen von externen Qualitätssicherungseinrichtungen überprüft werden.

Von einer auf die Überprüfung formaler Kriterien ausgerichteten Akkreditierung wird keine ausreichende Qualitätssicherung erwartet.

Qualifizierung in und nach der Promotionsphase

Ingenieurpromotion

- Die Ingenieurpromotionen erfolgt in der Regel in einem festen Beschäftigungsverhältnis als wissenschaftlicher Mitarbeiter in konkreten Forschungsprojekten und ist eingebunden in und verknüpft mit dem Lehr- und Forschungsauftrag der Universität. Diese Art der Promotion soll als Regelfall beibehalten werden.
- In Ergänzung dazu sollen Graduierten- oder Promotionskollegs dort eingerichtet werden, wo sich Forschungsverbände mit interdisziplinärem Charakter auf gemeinsame Forschungsaufgaben konzentrieren.
- Zur Sicherung vergleichbarer Standards bei der Doktorandenausbildung sollen „Graduate Schools of Engineering“ gebildet werden, die auch promotionsbegleitende Seminare und Fortbildungsveranstaltungen anbieten.

Hochschullehrernachwuchs

- Für die Qualifikation als Hochschullehrer sind in den meisten Ingenieurfächern Erfahrungen in industrieller Tätigkeit wünschenswert, wenn nicht Voraussetzung. Ebenso wichtig ist die Vernetzung mit der internationalen wissenschaftlichen Community.
- Da industrielle Ingenieurstätigkeit in der Regel heute weniger als früher die Möglichkeit zur wissenschaftlichen Vernetzung bietet, kommt künftig auch im Ingenieurbereich einer Post-Doc-Phase wachsende Bedeutung zu, um diese Vernetzung auf- und auszubauen. Sie sollte gleichzeitig genutzt werden, eigene Forschungsprojekte zu initiieren und Erfahrungen in der Leitung einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe zu gewinnen. Die existierenden Post-Doc-Programme sollten dafür an die spezifischen Anforderungen im Ingenieurbereich angepasst werden.
- Soweit möglich sollte die Post-Doc-Phase ebenfalls dazu genutzt werden, Forschungs Kooperationen mit der Industrie aufzubauen, die zu einem anschließenden (befristeten) Wechsel in industrielle Tätigkeit führen können. Hochschule und Industrie sollten diese Art der Förderung des Hochschullehrernachwuchses künftig als gemeinsame Aufgabe verstehen.