

# Die Internationalisierung der Curricula in den Ingenieurwissenschaften

---

## Verfasser:

**Professor Dr. Oliver Sawodny, Direktor des Instituts für Systemdynamik, Universität Stuttgart**

**Professor Dr. Carsten Wolff, Professor für Technische Informatik, Fachhochschule Dortmund**

**Professor Dr. Jianwei Zhang, Professor für Informatik, Fachbereich Informatik, Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften, Universität Hamburg**

*Juni 2016*

## 1. Ziele

Ingenieure entwickeln sich zu zunehmend auf dem Weltmarkt tätigen Spezialisten, die einerseits Grenzen leichter überwinden, andererseits ihren Marktwert zielgerichtet im Blick haben. Dies bedeutet, in der ingenieurwissenschaftlichen Forschung stets Kompetenzen in den neuesten technologischen Entwicklungen aufzuweisen. Im deutschen Hochschulsystem decken die Technischen Universitäten (bzw. Universitäten mit technischen Fachbereichen) traditionell die gesamte Bandbreite von der Grundlagenforschung bis zur umsetzungsorientierten Entwicklung ab. Die Fachhochschulen mit dem Fokus auf der Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse legen den Schwerpunkt auf die umsetzungsorientierte Entwicklung, mit dem Ziel, die Berufsfähigkeit schon im Bachelor zu erreichen. Dieses System wird (auch im Ausland) als Stärke in der Ingenieurausbildung gesehen.

Aus diesen vorangegangenen Beschreibungen des Umfelds stellen sich mehrere unmittelbare Fragen für die Entwicklung im Sinne der Internationalisierung der Curricula in den Ingenieurwissenschaften. Als Zielorientierung sollte in den Mittelpunkt gestellt werden, dass die Ingenieurwissenschaften eine exzellente Qualifikation in den Kompetenzen der Hochtechnologie mit einer breiten Abdeckung der ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen vermitteln, die die methodische Basis dazu stellt, auch über mehrere Dekaden eines Arbeitslebens stets eine attraktive Position am Arbeitsmarkt zu erhalten. Dieses Ziel wird nun im Folgenden unter dem Aspekt der Globalisierung, der schwindenden Grenzen und der Internationalisierung näher beleuchtet.

## 2. Charakteristika und Weiterentwicklungsmöglichkeiten der ingenieurwissenschaftlichen Forschung und Lehre in Deutschland

Die ingenieurwissenschaftliche Forschung und Lehre in Deutschland ist durch eine herausragende, grundlagenbezogene, methodische Basis definiert. In den Studiengängen werden die mathematisch-naturwissenschaftlichen-ingenieurwissenschaftlichen Inhalte mit einer großen Tiefe erarbeitet, die durch die methodischen Grundlagen die Basis dazu legt, sich auch bei

wechselnden Technologien schnell in neue Arbeitsfelder einzuarbeiten. Zudem findet ingenieurwissenschaftliche Forschung und Lehre nicht im akademischen Elfenbeinturm statt, sodass die Umsetzungsstärke der Absolventen in der Industrie hohe Anerkennung findet. Diese Aspekte sind sicherlich eine herausragende Stärke der ingenieurwissenschaftlichen Lehre in Deutschland in den Hochschulen. Aus der mathematisch-naturwissenschaftlichen-ingenieurwissenschaftlichen Fundierung resultiert jedoch eine sehr dichte Belegung mit unterschiedlichen Kursen in den Curricula, die eine gewisse Kurslastigkeit im Vergleich zu den Forschungsaktivitäten feststellen lässt. Inhaltlich profitieren diese Kurse wenig von Interdisziplinarität oder Internationalität. Dies ist auch noch in den Masterstudiengängen festzustellen. Der Bologna-Prozess hat diesen Effekt trotz anderslautender Ziele noch verstärkt. Zudem zeigen die meisten Ingenieurstudiengänge eine gewisse Beharrung auf Fächer, deren technologische Relevanz nicht mehr eindeutig festgestellt werden kann. Andererseits werden zu wenige Wahlmöglichkeiten eröffnet, um technologisch wichtige Neuerungen schnell in das Curriculum einfließen zu lassen. Hier liegen Potenziale für die Studienreform, allerdings nicht notwendigerweise im Hinblick auf internationale Themen. Die inhaltliche Dichte im Grundlagenbereich lässt wenig Raum für fachfremde, interdisziplinäre Inhalte und internationale Lehrformate.

Im internationalen Vergleich ist festzustellen, dass Ingenieure aus deutschen Universitäten eine sehr breite Grundausbildung mitbringen, die sie zu wertvollen Mitarbeitern in Unternehmen und Forschungseinrichtungen machen. Hier liegt eine Stärke, durch die ein Ingenieurstudium in Deutschland attraktiv wird – insbesondere auch für internationale Studierende. Die Anzahl der international Studierenden ist vor allem in den Bachelor-Programmen aufgrund der nach wie vor weitgehend standardmäßig implementierten Unterrichtssprache Deutsch limitiert. In den Ingenieurwissenschaften wird festgestellt, dass eine sehr große Anzahl an Studierenden z. B. aus China und Indien zunehmend deutsche Universitäten wählen, auch wenn durch die Vorgabe der Unterrichtssprache Deutsch eine Vorlaufausbildung in der deutschen Sprache bis zu einem Level von C1 gefordert wird. Sicherlich lässt sich nicht abschließend klären, ob ein Teil der ausländischen Studierenden nur deshalb Deutschland wählt, weil z. B. keine Studiengebühren anfallen bzw. im Anschluss eine Aufenthalts- und Arbeitserlaubnis in der EU steht. Trotzdem kann als Stärke festgehalten werden, dass die deutsche Ingenieurausbildung international als sehr gut gilt und daher auch in der aktuell primär deutsch ausgerichteten Form attraktiv ist.

Daraus ergeben sich die folgenden Möglichkeiten: Potentiale ergeben sich dann, wenn die Internationalisierung der Curricula die Stärken der ingenieurwissenschaftlichen Lehre in Deutschland weiter ausbaut und nicht im Zuge der Internationalisierungsprozesse nivelliert. Dies bedeutet, dass die breite methodische Grundlagenausbildung unbedingt beibehalten werden sollte, wenngleich auch die Curricula durch größere Wahlblöcke flexibilisiert werden sollten, um neuen technologischen Entwicklungen schnell Rechnung tragen zu können. Eine Unterrichtssprache Deutsch ist nicht nur von Nachteil. So ist festzustellen, dass die hohe Komplexität der Unterrichtsinhalte in einer fremden Sprache unterrichtet, zahlreichen eng technisch, naturwissenschaftlich oder mathematisch begabten Studierenden, vor allem zu Beginn des Studiums Schwierigkeiten bereiten würde. Die Konsequenz wäre eine Absenkung des Niveaus im Sinne der fachlich exzellenten Ausbildung, die jederzeit Priorität haben sollte. Hinzu kommt, dass internationale Studierende weiterhin durch das Erlernen der deutschen

Sprache wichtige Voraussetzungen zum Eintritt in den deutschen Arbeitsmarkt schaffen. Daher erscheint ein Übergang zu englischsprachigen Bachelorstudiengängen als Grundangebot nicht ratsam. Stattdessen können in deutschsprachigen Bachelorstudiengängen in begrenztem Umfang „Internationalitätsfenster“ eingebaut und mit entsprechenden Formaten gestaltet werden.

Vor allem in den Masterstudiengängen ist jedoch ein sukzessiver Wechsel zum stärkeren Einsatz der globalen Unterrichtssprache Englisch anzuraten, da einerseits einige Forschungsrichtungen de facto ausschließlich mit englischsprachiger Literatur untermauert werden können und andererseits für die spätere Tätigkeit in Industrie oder Forschung Englisch als zentrale Konversations- und Berichtssprache wichtig ist. Gleichzeitig sollte die Anzahl ausländischer Studierender erhöht werden. Hier liegt auch ein Potenzial für die zukünftige Finanzierung dieser Angebote, die perspektivisch nicht ausschließlich aus öffentlichen Geldern möglich sein wird. Diese Angebote könnten also auch ein zusätzliches Geschäftsfeld innerhalb der Hochschulinstitutionen werden, das zur Weiterentwicklung einer international konkurrenzfähigen Institution dienlich sein kann.

Risiken bestehen durch eine Angleichung der charakteristischen Stärken des deutschen Ingenieurwesens in Richtung eines internationalen Niveaus. Vor allem die anglo-amerikanische Ingenieurausbildung mit einer eher punktuellen Vertiefung bei einer deutlich reduzierten Anzahl von Fächern in den Curricula, verknüpft mit einer in diesen Vertiefungsrichtungen intensivierte Forschungsaktivität bereits nach Beendigung des Bachelors, würde für die deutschen Universitäten den Verlust der ingenieurmäßigen Fundierung bedeuten, der Absolventen nicht zum Vorteil gereichen würde und langfristig zu einem Abfall der Leistungsfähigkeit der deutschen Hochschulen führen würde. Dies gilt vor allem in Kombination mit der Assistenzpromotion, die eine Weiterentwicklung der Masterabsolventen im Zuge der Promotion als wissenschaftlicher Mitarbeiter für die technologische Fortentwicklung der Ingenieurwissenschaften in Richtung der Forschungsaktivitäten von zentraler Bedeutung ist. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen Industrie und Hochschulen kann hier eine sehr erfolgreiche Forschung in den Ingenieurwissenschaften festgestellt werden, deren Verlust im Zuge einer Nivellierung fatal wäre. Dennoch sollte in Richtung der Internationalisierung durch Kooperationen mit ausländischen Hochschulen, nicht nur auf dem Master- und Promotionslevel, die Zusammenarbeit intensiviert werden.

### 3. Sprache

Durch die komplexen fachlichen Inhalte sollte im Bachelor weiter Deutsch als Unterrichtssprache erhalten werden, um ein vertieftes Verständnis des Stoffes sicherzustellen. Parallel dazu können speziell für ausländische Studierende als Geschäftsmodell eigenständige englischsprachige Bachelorstudiengänge nach deutschem Vorbild angeboten werden. In der Masterausbildung sollte ebenfalls nicht vollständig von der Unterrichtssprache Deutsch abgerückt werden. Auch im Master sind zahlreiche methodisch-theoretische Fächer von hoher Komplexität gekennzeichnet, hier ist eine Unterrichtssprache in Deutsch zum vertieften Verständnis ebenfalls von Vorteil. Allerdings sollte im Master ein Teil der Veranstaltungen in Englisch abgehalten werden, da einige Fachdisziplinen vorzugsweise Englisch auch als Sprache in der

Industrie pflegen und zudem für den Forschungsbereich Englisch als Weltsprache obligatorisch ist. Zudem kann vereinzelt mit englischsprachigen Masterprogrammen das bestehende Kursangebot der deutschen Hochschulen ergänzt werden. Neben Englisch und Deutsch besteht im Ingenieurbereich keine Notwendigkeit für eine weitere Unterrichtssprache. Die Sprachausbildung im Bereich der Soft Skills-Angebote bleibt davon natürlich unberührt, hier sind weitere Sprachkenntnisse der Studierenden sicherlich erstrebenswert.

Durch die Bedeutung der deutschen Sprache im Studium und für den Berufseinstieg in Deutschland ist ein sehr gut ausgebautes Sprachlernangebot für Deutsch notwendig. Aufgrund der hohen fachlichen Dichte der Studiengänge ist eine Abstimmung der Angebote mit den Studienplänen der Studiengänge sinnvoll, damit Studierende tatsächlich an den Angeboten teilnehmen können. Eine curriculare Verankerung oder zumindest Leistungsüberprüfung wäre außerdem wünschenswert, damit der Spracherwerb zu einer verbindlichen Aufgabe wird.

Um für deutsche Studierende den Übergang in einen englischsprachigen Master zu eröffnen, ist zudem eine Vorbereitung auf die entsprechenden Sprachtests (z. B. TOEFL, IELTS) schon während des Bachelorstudiums sinnvoll.

#### 4. Methodik

Für die Umsetzung der Unterrichtssprache Englisch in einzelnen Masterkursen sowie einzelnen Bachelor- und Masterprogrammen ist es wichtig, Muttersprachler des Englischen als Dozenten zu gewinnen. Englischsprachige Lehrveranstaltungen sind authentischer und erfahren eine höhere Akzeptanz, wenn nicht-deutschsprachige Lehrende oder Studierende anwesend sind. Da sich bereits die Internationalisierung in der Forschung umfassend durchgesetzt hat, sollten auch die deutschsprachigen Kollegen englischsprachige Veranstaltungen abhalten. Eine Verbreiterung des Dozentenaustausches mit Programmen, wie beispielsweise Kurzzeitdozenturen von deutschen Wissenschaftlern an ausländischen Hochschulen bzw. ausländischen Wissenschaftlern an deutschen Hochschulen sollte intensiviert und die beispielsweise vom DAAD angebotenen Programme ausgebaut werden. Die deutschen Hochschulen sollten zudem ihre Angebote bei den internationalen Kursprogrammen bzw. Lehrformaten weiter ausbauen. Hierzu zählen – neben Lehrformaten wie Summer Schools, Workshops, Student Conferences und dem Einsatz von Case Studies – vor allem Kooperationen mit ausländischen Hochschulen im Zuge von Double Degree- oder Joint Degree-Programmen, die sich vor allem auf dem Level der Master-Programme anbieten. Bei diesen Programmen verbringen die Studierenden ein Jahr zunächst an ihrer Heimatuniversität, bevor sie im zweiten Jahr an die Gastuniversität wechseln. Ein abgestimmtes Curriculum garantiert den Studierenden einen nach den Qualitätskriterien beider Institutionen abgesicherten Abschluss. Für die Implementierung dieser Programme ist allerdings eine gewisse Flexibilität an beiden Hochschulinstitutionen erforderlich. Wie zahlreiche bereits implementierte Programme zeigen, sind diese Hindernisse überwindbar. Daneben führen diese Programme zu einem stärkeren Austausch auch auf Ebene der Wissenschaftler und im Bereich der Forschung.

Im Bereich der Bachelorprogramme sind die Formate prinzipiell ebenfalls einsetzbar, jedoch in geringerem Umfang aufgrund der in Kapitel 1 geschilderten grundlegenden Ziele der Programme. Um trotzdem eine gewisse Internationalität und insbesondere eine internationale Kooperationsfähigkeit zu erreichen, sind Internationalitätsfenster im Curriculum möglich. Dabei kann es sich um ein Mobilitätsfenster für Outgoing-Students im Sinne eines curricular ermöglichten oder verankerten Auslandssemester handeln. Für Incoming-Students kann englischsprachige Lehre im Umfang von 30 ECTS z. B. durch einzelne englischsprachige Wahlpflichtmodule, ergänzt durch Angebote anderer Fachbereiche oder aus dem Soft Skills-Bereich (z. B. ein Projektmanagementkurs) die Möglichkeit zum Aufenthalt in Deutschland eröffnen.

### 5. Leistungsüberprüfung

Die Leistungsüberprüfung ist klassischerweise in deutschen Hochschulinstitutionen durch eine Abschlussklausur am Ende der Vorlesung charakterisiert. Im Gegensatz dazu stehen international zahlreiche andere Sichtweisen, insbesondere wird hier mehr semesterbegleitend über *Homeworks* oder ähnliche zusätzlichen Leistungsüberprüfungen der Kompetenzerwerb abgeprüft. Diese Art der Leistungsüberprüfung führt zu einer intensiveren Mitarbeit während des Semesters und ist insbesondere für internationale Studierende die gewohnte Form. Die Abschlussklausur hat den Vorteil, dass sie den Studierenden dazu zwingt, am Ende der Veranstaltung sich noch einmal intensiv mit dem gesamten Stoff auseinanderzusetzen. Bei einer semesterbegleitenden Leistungsüberprüfung ist eine Tendenz zu besseren Einstufungen festzustellen, die jedoch z. T. eher den benotungsfreundlicheren Prüfungsformaten als dem abschließenden Kompetenzerwerb geschuldet ist. Daher wird empfohlen, auch beim Einsatz semesterbegleitender Teilprüfungen nicht auf die semesterabschließende Prüfung zu verzichten. Auch aufgrund der Betreuungssituation an deutschen Hochschulen wird eine primär semesterbegleitende Leistungsüberprüfung nicht durchführbar sein. In stärker international ausgerichteten Curricula sollte die semesterbegleitende Leistungsüberprüfung mit der semesterabschließenden Prüfung kombiniert werden (z. B. 30% oder maximal 50% semesterbegleitend, 70% bzw. minimal 50% semesterabschließend).

Gerade bei der Zusammenarbeit mit ausländischen Hochschulen zeigt sich, dass die Notenvergabe je nach Land stark variiert. Während beispielsweise in Frankreich eine sehr restriktive Bewertung festzustellen ist, ist im angloamerikanischen Programm auf Masterlevel eine Bewertung schlechter als 2,0 im Durchschnitt an vielen Hochschulen gar nicht vorgesehen. Das deutsche System zeigt hier, ähnlich wie das französische, eher das vollständige Notenspektrum, wobei die Tendenz zu einer zunehmend besseren Bewertung deutlich ist. Im Sinne einer Unterscheidbarkeit der Leistungen sollte aber auf eine Nutzung des gesamten Notenspektrums Wert gelegt werden.

Bei den Prüfungen spielt im Ingenieurbereich die sprachliche Qualifikation der Studierenden eine eher untergeordnete Rolle, da viele Inhalte technisch-mathematischer Natur sind. Trotzdem stellt für deutsche Studierende eine Prüfung oder ein Vortrag in englischer Sprache bzw. für internationale Studierende in deutscher Sprache eine Hürde da. Diese Hürden sind aber im Normalfall im täglichen Ablauf zu nehmen, so dass die Sprache bei der Leistungsüberprüfung keine besondere Herausforderung darstellt.

## 6. Zertifizierung

Im Ingenieurbereich spielen internationale Akkreditierungen keine wichtige Rolle, so dass prinzipiell eine Akkreditierung durch eine deutsche Akkreditierungsagentur bzw. eine hochschul-eigene Systemakkreditierung ausreichend ist.

Spezifische fachbezogene Zertifikate wie z. B. abgeschlossene IT-Tool-Trainings, Zertifizierungen im Projektmanagement- oder QM-Bereich, Fertigungsnachweise und Trainings zur Maschinenbedienung sind prinzipiell nicht Bestandteil eines Studienprogramms. Studierende haben jedoch studienbegleitend Zugang zu solchen Zertifizierungen und fragen diese auch nach. Diese Nachfrage hat aber keinen speziellen Internationalisierungsbezug.

## 7. Qualitätssicherung

Das Qualitätssicherungssystem an deutschen Hochschulen bzgl. der Lehre ist durch die Akkreditierung, die Veranstaltungs- und Prüfungsevaluation und die Prüfungsergebnisse und Abschlussresultate geprägt. Im Rahmen der Akkreditierung wird die Internationalität der Programme beurteilt. Die Evaluation und auch die Ergebnisse bzgl. Prüfungen und Abschlüssen geben Hinweise über den Lernerfolg deutscher wie auch internationaler Studierender. Die Anerkennung von im Ausland erbrachten Studienleistungen regelt die Lissabon-Konvention. Dieses System ist mittlerweile etabliert.

Bei der Zulassung zu den Programmen werden derzeit vor allem die Abiturdurchschnittsnote und die Durchschnittsnote des Bachelorzeugnisses bei der Zulassung zum Master herangezogen. Durch die zunehmende Anzahl ausländischer Studierender ist es notwendig, unterschiedlichste Zeugnisse von unterschiedlichsten Hochschulinstitutionen und aus unterschiedlichsten Ländern zu bewerten. Die Bewertung und Ermittlung der Noten ist dabei weitgehend geregelt. Die Herausforderung liegt in der Beurteilung der fachlichen Einschlägigkeit bzw. Vergleichbarkeit. Hier ist ein weiterer Kompetenzaufbau notwendig, um Fehlentscheidungen zu vermeiden (die zu Studienabbrüchen führen können) und gleichzeitig im Sinne der Lissabon-Konvention den Studierenden eine hohe Flexibilität zu bieten.

Im Rahmen von Double Degrees bzw. noch deutlicher bei Joint Degrees kommt die Problematik der unterschiedlichen Studiensysteme zum Tragen, u. a. bzgl. der Akkreditierbarkeit der Studiengänge in den beteiligten Ländern. Europäische Länder sind dabei durch die Verwendung des European Qualification Framework (EQF) z. T. unproblematischer. Trotzdem sind qualitativ hochwertige gemeinsame Abschlüsse mit Partnerhochschulen im Ausland ein für Studierende hochattraktives Angebot, dass auch im Ingenieurbereich zur Internationalisierung genutzt werden sollte.

## 8. Praktika

Praktika haben in der Ingenieurausbildung eine große Bedeutung, sowohl in Form von Laborpraktika innerhalb der Hochschule, als auch in Form von Industriepraktika. Hinzu kommen Projektarbeiten an Lehrstühlen, in Forschungsprojekten und in Forschungseinrichtungen, die neben der Heranführung an ein Wissenschaftsgebiet auch ingenieurmäßige, praktische Inhalte aufweisen.

Industriepraktika, Projektarbeiten, sowie Auslandsaufenthalte in Forschungsprojekten sind ein ausgezeichnetes Mittel der Internationalisierung, da sie den inhaltlichen Kompetenzerwerb mit dem internationalen Erlebnis verbinden, Netzwerke knüpfen und den Blick auf das eigene Arbeitsgebiet erweitern. Die vergleichsweise gute finanzielle Situation in Drittmittelprojekten und bei Industriepartnern vereinfacht diesen Austausch in den Ingenieurwissenschaften (verglichen mit anderen Wissenschaftsgebieten).

## 9. Employability

In den Ingenieurwissenschaften liegt durch die Kompetenzziele der Studienprogramme per se eine Beschäftigungsfähigkeit vor. Während der Bachelor an Universitäten nur in Teilbereichen den Anspruch erhebt, Beschäftigungsfähigkeit herzustellen, ist vor allem an den Fachhochschulen / Hochschulen für angewandte Wissenschaften die Berufsfähigkeit nach dem Bachelor in vollem Umfang angestrebt. Masterprogramme sind sehr stark durch die ingenieurwissenschaftliche Forschung mit der Industrie vernetzt. Dadurch ist auch die Beschäftigungsfähigkeit in den Masterprogrammen in vollem Umfang gegeben. Internationalität zeigt sich in Zusatzqualifikationen u. a. durch Spracherwerb und internationale Erfahrungen. Eine Erweiterung des Studienprogramms mit gezielten Auslandsaufenthalten oder durch Double Degree-Programme erhöht die Qualifikation und verbessert die Beschäftigungsfähigkeit, sofern die ausländische Institution die entsprechende Reputation besitzt. Internationale Erfahrung, Sprachkenntnisse und interkulturelle Kompetenzen sind wichtige Einstellungskriterien, sowohl in der Industrie als auch im Wissenschaftsbereich. Allerdings steht die fachlich-inhaltliche Qualifikation im Ingenieurbereich immer im Vordergrund. Die Studierenden haben aus Sicht der Arbeitsmarktbefähigung daher weniger Motivation bzw. Druck zur Internationalität als andere Fachdisziplinen. Ein Erwerb internationaler Kompetenzen sollte daher mit anderen (z. B. inhaltlichen) Zielen verbunden werden, um die Studierenden zu gewinnen. Die Einbindung in Strukturen (z. B. Double Degree Programme) und die Verbindung z. B. mit Praktika oder Projekten sind daher zielführender, als Werbemaßnahmen für Freemover. Insgesamt trägt eine Internationalisierung der Curricula zur Employability maßgeblich bei, darf aber die Qualität der fachlich-methodischen Ausbildung nicht beeinträchtigen. Die Wahl der richtigen Instrumente ist also wichtig.