

# VDI-Empfehlungen zum Prozess der Entwicklung von Ingenieurstudiengängen

## 1 Einführung

Der traditionelle Weg der Curriculumsentwicklung im Bereich der Ingenieurstudiengänge war Input-orientiert. Der Schwerpunkt lag auf der Festlegung der Lehrinhalte in sogenannten Rahmenprüfungsordnungen (Input für die Studierenden). Dabei ging man von jahrzehntelangen Erfahrungswerten aus und beachtete die Vorgaben der Landes- und Bundesstudienordnungen und Empfehlungen der Fakultätentage und Fachbereichstage. Das Ergebnis waren Studiengänge, die den Studierenden weitgehend standardisierte Qualifikationen und Kompetenzen für die Ausübung des Ingenieurberufes vermittelten.

Die Vorteile dieser Vorgehensweise sind u.a. eine weitgehende Kompatibilität der Studiengänge einer Fachrichtung und formal vergleichbare Inhalte der Abschlussqualifikationen unabhängig vom Hochschulstandort. Einer der gravierenden Nachteile war der Zwang zur Konformität, so dass wenig Raum für Individualität und notwendige Modernisierungen übrig blieb. Die Anpassung der Rahmenprüfungsordnungen an neue Entwicklungen nahm in der Regel viele Jahre in Anspruch und konnte mit den sich ändernden Anforderungen des Arbeitsmarktes für Ingenieurinnen und Ingenieure kaum Schritt halten.

Durch die Novellierung des Hochschulrahmengesetzes im Jahre 1998 und den Beginn des Bologna-Prozesses ab 1999 wurde auch in Deutschland ein Paradigmenwechsel vollzogen. Die Rahmenprüfungsordnungen wurden für neue zweistufige Studiengänge abgeschafft, die Hochschulen erhielten mehr Freiheit, ihre Studiengänge nach eigenem Ermessen zu definieren. Die neuen Studiengänge mit dem Bachelor- und Masterabschluss müssen nun zum Zweck der Qualitätssicherung einer Akkreditierung unterzogen werden, in der überprüft wird, ob sie gängigen Mindeststandards genügen. Mindeststandards beinhalten Kriterien, die über die Betrachtung des Curriculum hinaus den gesamten Ausbildungsprozess berücksichtigen. Dabei rückt die Betrachtung des Ausbildungsergebnisses (Outcomes) zunehmend in den Vordergrund.

Der Vorreiter bei der Einführung der Outcome-orientierten Akkreditierung war ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) in den USA. Durch die Veröffentlichung der sogenannten Accreditation Criteria 2000 wurde im Jahr 2000 der Wechsel von der Input- zur Outcome-Orientierung in der Akkreditierung vollzogen. Damit sollte auch die Vorgehensweise bei der Curriculumentwicklung modernisiert werden, indem als Ausgangspunkt nicht mehr die Definition der Inputs (Studieninhalte), sondern die Festlegung der zu erzielenden Lernergebnisse und Kompetenzen (Outcomes) steht. Die Inputs werden erst im zweiten Schritt aus den Vorgaben für das Abschlussniveau abgeleitet.

Die Vorgehensweise bei der Outcome-orientierten Entwicklung von Ingenieurstudiengängen orientiert sich primär am Prozess der Ingenieurausbildung. Im Vordergrund stehen die Definition der Prozessoutcomes, die Optimierung des Gesamtprozesses und der einzelnen Teilprozesse sowie die Förderung der Zusammenarbeit aller Beteiligten.

## 2 Prozess der Ingenieurausbildung

Jede Hochschulausbildung - auch die Ingenieurausbildung - stellt einen vielschichtigen Prozess dar. Die Qualität des Ergebnisses wird anhand des Erfolgs gemessen, den die Absolventinnen und Absolventen in ihrer Berufsausübung erzielen. Sie hängt vom Engagement aller Beteiligten (Interessengruppen) innerhalb und außerhalb der Hochschule ab. Diese sollten deshalb in die Planung, Steuerung und Umsetzung dieses Prozesses einbezogen werden.

Den Prozess der Ingenieurausbildung stellt Bild 1 schematisch dar.

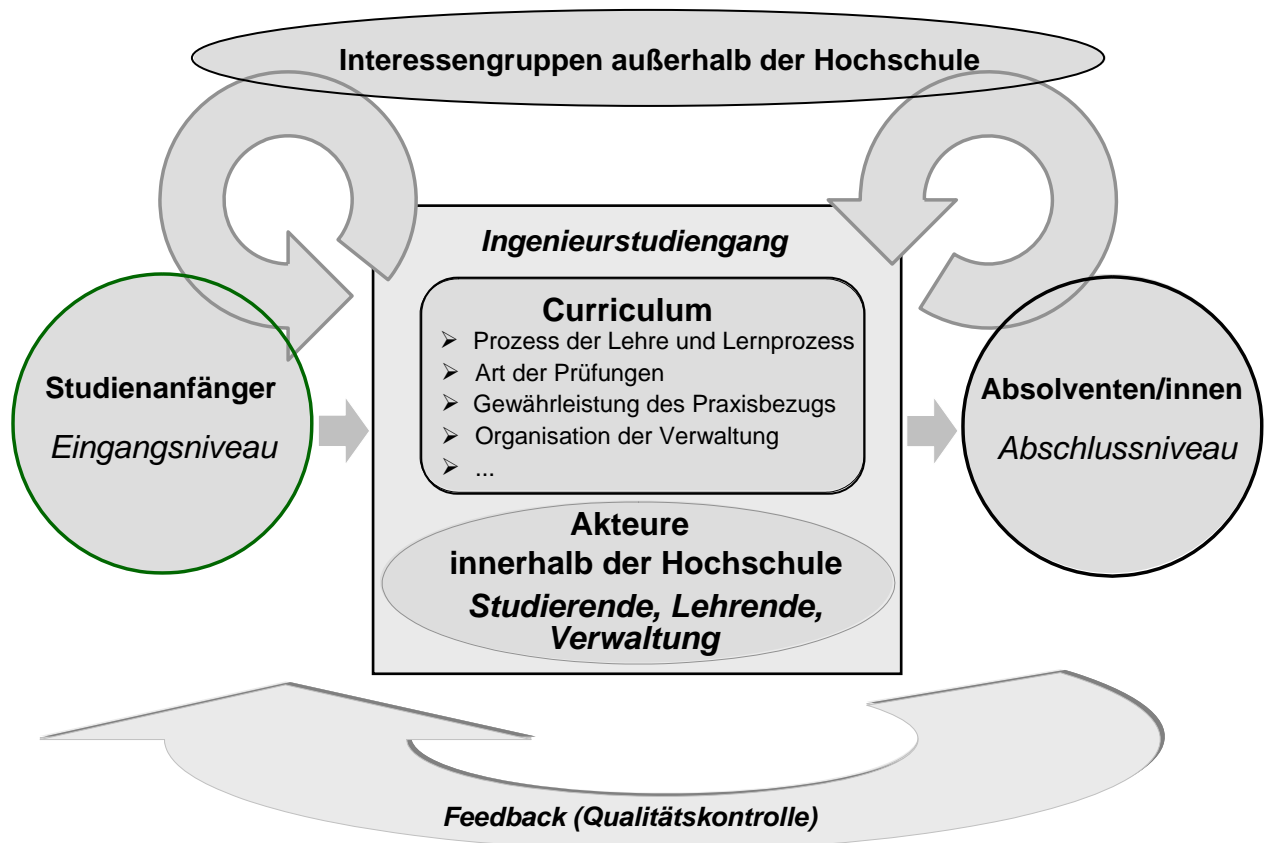


Bild 1 Prozess der Ingenieurausbildung

Am Anfang der Ingenieursausbildung stehen die Studienanfänger/innen, die über ein bestimmtes Profil und Niveau von Kenntnissen und Fähigkeiten (Eingangsniveau) verfügen. Das Ergebnis des Ingenieurausbildungsprozesses sind Absolventen/innen mit einem akademischen Abschluss und bestimmten Qualifikationen, die sie für Tätigkeiten in Ingenieurberufen befähigen. Der dazwischen liegende Ausbildungsprozess ist der Ingenieurstudiengang (Hochschulstudiengang), in dem die Studierenden vom Eingangs- auf das Abschlussniveau angehoben werden. Die permanenten Rückkopplungsschleifen im Gesamtprozess und in allen Teilprozessen dienen der kontinuierlichen Qualitätskontrolle und Qualitätsverbesserung.

## 2.1 Qualifikationen und Kompetenzen der Absolventen/innen (Outcomes)

Die Outcomes definieren die durch den Ausbildungsprozess zu erzielende Qualifikation der Absolventinnen und Absolventen. Das Qualifikationsniveau und -profil sollen den Arbeitsmarktanforderungen entsprechen. Daher soll die angestrebte Abschlussqualifikation ein Bündel aus Kenntnissen, Fertigkeiten und Handlungskompetenzen beinhalten, das für die Berufsausübung erforderlich ist. Darüber hinaus sollen die Absolventinnen und Absolventen befähigt sein, ihre Kompetenzen und Kenntnisse im Zuge des lebenslangen Lernens beständig dem erforderlichen Wissensstand und Niveau anzupassen und auszubauen. Angestrebte Lernergebnisse sollten möglichst so formuliert werden, dass der Nachweis der Zielerreichung erleichtert wird, etwa durch Verwendung von Begriffen, die klar bestimmen, was die Studierenden auf welchem Anspruchsniveau wissen und verstehen sollen oder fähig sein sollen zu tun. Hilfreich ist in diesem Zusammenhang auch, Indikatoren zu bestimmen, an denen die erfolgreiche Zielerreichung gemessen werden kann.

## 2.2 Qualifikationsprozess (Curriculum)

Der Kern des geforderten Qualifikationsprozesses ist das Curriculum des jeweiligen Hochschulstudienganges, welches darauf abzielt, den Unterschied zwischen Eingangs- und Abschlussniveau zu überwinden. Der Hochschulstudiengang ist definiert durch das Curriculum, das im Idealfall streng ergebnisorientiert ist, d. h. das Eingangsniveau der Studierenden wird auf ein klar definiertes Abschlussniveau angehoben.

Das Curriculum definiert den Ausbildungsprozess (die abgestimmte Folge der Wissen, Können und Fähigkeiten vermittelnden Module), die Art der Prüfungen (die Überprüfung und Bewertung des individuellen Fortschritts im Ausbildungsprozess der Studierenden) und die Gewährleistung des Praxisbezugs (die praktische Erprobung der erworbenen Kompetenzen und Entwicklung von Fähigkeiten). Für das Gelingen des Qualifikationsprozesses ist neben einer ausreichend ausgestatteten Infrastruktur und Ressourcenverfügbarkeit auch eine studienbegleitende und studienunterstützende Verwaltungs- und Ablauforganisation der Lehre wichtig.

## 2.3 Zugangsregelungen

Die Zugangsberechtigung für ein Erststudium wird i. d. R. durch die Allgemeine Hochschulreife erworben. Weiterführende Studiengänge setzen den Abschluss eines Erststudiums voraus. Die Hochschule muss für jeden angebotenen Studiengang das Eingangsniveau klar definieren, d. h. im Einzelnen angeben, welche Kenntnisse und Fähigkeiten von den Studienanfängern erwartet werden. Dies kann bedeuten, dass neben den formalen Zugangsvoraussetzungen noch spezifische Eignungsüberprüfungen über den Zugang entscheiden.

## 2.4 Qualitätskontrolle und Qualitätsmanagement

Die Qualität des Ausbildungsprozesses hängt in hohem Maße von der Koordinierung zwischen den einzelnen Teilprozessen sowie zwischen den Beteiligten und vom Funktionieren der Rückkopplungsschleifen auf allen Ebenen ab. Ein formalisierter Prozess der Qualitätskontrolle und die Dokumentation der Ergebnisse sind unerlässliche Voraussetzungen für eine reproduzierbare und determinierte Qualität und die kontinuierliche Verbesserung des Studienganges. Im Zentrum der Qualitätskontrolle muss der Nachweis stehen, ob die geforderten bzw. vom Studiengangsanbieter angestrebten Lernergebnisse tatsächlich erreicht wurden. Dafür sind geeignete Verfahren einzusetzen. Prüfungsergebnisse allein reichen dazu in der Regel nicht aus. Sie sind mindestens durch regelmäßige Befragungen von Lehrenden und Lernenden, Absolventen und Arbeitgebern zu ergänzen. Auch Bewertungen durch externe Prüfer oder Peer Evaluationen sind hilfreich. Sollten dabei Defizite festgestellt werden, obliegt es den Studiengangsanbietern, im Rahmen eines nachhaltigen Qualitätsmanagements umgehend die nötigen Veränderungen einzuleiten.

## 3 VDI-Empfehlungen für die Curriculumentwicklung

Die systematische Curriculumentwicklung ist für die Qualität eines Ingenieurstudienganges von zentraler Bedeutung. Ausgehend vom oben beschriebenen Hochschulausbildungsprozess empfiehlt der VDI hierzu folgende Vorgehensweise:

### 3.1 Qualifikationen und Kompetenzen der Absolventen/innen (Outcomes) definieren

Die Definition von Outcomes eines Studienganges sollte mit besonderer Aufmerksamkeit erfolgen. Die Outcomes sollen sich an den beruflichen Anforderungen für Ingenieurinnen und Ingenieure unter Berücksichtigung der Ziele und des Profils der Hochschule orientieren. Die Einbeziehung der Interessengruppen ist dabei unerlässlich.

Die wichtigsten Interessengruppen sind hier die Hochschulprofessoren, Arbeitgeber, Berufsvertreter, Wirtschafts- und Ingenieurverbände, der öffentliche Dienst und nicht zuletzt die Studierenden selbst. Hochschulprofessoren sollten einen zweiten ständigen Kommunikationsprozess zwischen den Interessenvertretern, insbesondere mit den Arbeitgebern initiieren. Das Ziel ist eine kontinuierliche Anpassung der Ergebnisse der Hochschulausbildung an den neuesten Stand der beruflichen Anforderungen sowie eine ständige Verbesserung der Beschäftigungsfähigkeit der Absolventinnen und Absolventen.

Bei der Definition der Outcomes geben auch die Empfehlungen der Ingenieurverbände eine wertvolle Hilfestellung.

*Der VDI empfiehlt, die Hochschulen sollen einen weiteren ständigen Kommunikationsprozess zwischen den externen Interessengruppen, insbesondere den örtlichen Arbeitgebern, initiieren, um dadurch eine kontinuierliche Anpassung der Abschlusskompetenzen an den neuesten Stand der beruflichen Anforderungen zu gewährleisten.*

*Für die Definition der Abschlusskompetenzen stellen die vom VDI empfohlenen Kompetenzen für IngenieurabsolventenInnen mit Bachelor- und Masterabschluss, die mit nationalen und internationalen Akkreditierungsvorgaben kompatibel sind (ASIIN, ENAAE, FEANI) eine nützliche Hilfe dar. (Anlage)*

## 3.2 Ausbildungsprozess festlegen

Das Curriculum ist nach wie vor der wichtigste Bestandteil eines Hochschulstudienganges. Im Entwicklungsprozess eines Studienganges stellt das Curriculum allerdings nicht den Ausgangspunkt dar. Zunächst ist ein Ausbildungsprozess zu ermitteln, der zu den geforderten Outcomes führt. Unter Kenntnis der Outcomes und des Ausbildungsprozesses werden dann die zugehörigen Studieninhalte abgeleitet.

Die internen Akteure im Ausbildungsprozess sind die Studierenden, die Professoren und das übrige akademische und administrative Personal. Externe Akteure sind die Vertreter der Wirtschaft, die insbesondere im Ausbildungsprozess aktiv mitwirken, wenn die Studierenden Betriebspraktika absolvieren, zu FuE-Vorhaben der Wirtschaft beitragen oder in Teilzeit in Unternehmen arbeiten. Die Qualität des Ausbildungsprozesses hängt in hohem Maße von der Koordinierung zwischen den einzelnen Teilprozessen sowie zwischen den Beteiligten und vom Funktionieren der Rückkopplungsschleifen auf allen Ebenen ab.

*Der VDI empfiehlt, bei der Entwicklung eines Curriculums für einen Ingenieurstudiengang stets outcome-orientiert vorzugehen, d. h. ausgehend von den festgelegten Abschlusskompetenzen die einzelnen Teilprozesse (Prozess der Lehre mit entsprechenden Lehrveranstaltungen, die Lernprozesse, die Art der Prüfungen, Gewährleistung des Praxisbezuges usw.) so zu definieren, dass die angestrebten Kompetenzen erreicht werden. Diese Vorgehensweise sollte sowohl bei der Curriculumentwicklung für neue Studiengänge als auch bei der Weiterentwicklung von Curricula für bereits bestehende Studiengänge angewendet werden.*

## 3.3 Eingangsvoraussetzungen für Studienanfänger/innen festlegen

Zulassungsanforderungen und -voraussetzungen sollten die grundsätzliche Ausrichtung der Hochschule und die Studienziele widerspiegeln, aber auch das tatsächliche Leistungsvermögen der Zugangsberechtigten angemessen berücksichtigen. Sie sollten detailliert aufgelistet und transparent dargestellt werden, damit die potenziellen Interessenten/innen ihre Eignung für das Studium überprüfen und eventuelle Defizite feststellen können.

Hochschulprofessoren sollten darüber hinaus öffentlich zugänglich darüber informieren, welche konkreten Anforderungen an die Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten von den Studienanfängern/innen in den Ingenieurstudiengängen erwartet werden und welche Defizite bisher festgestellt wurden, damit die Studienanfänger besser auf ein Ingenieurstudium vorbereitet werden. Die wichtigsten Adressaten sind hier das Lehrpersonal aus Hochschule, Schule, Beamte der Bildungsministerien, Schülerinnen, Schüler und ihre Eltern. Sie sollten in einem permanenten Kommunikationsprozess gemeinsam an der Verbesserung der Studierfähigkeit von Studienanfängern mitwirken.

*Der VDI empfiehlt, die Hochschulen sollen einen ständigen Kontakt und Kommunikationsprozess zwischen den Interessengruppen in Gang setzen, damit die Studienanfänger/innen besser für die Anforderungen eines Ingenieurstudiums vorbereitet werden. Die Hochschulen sollen öffentlich transparent darstellen, welche Kenntnisse und Fähigkeiten für die erfolgreiche Aufnahme des Studiums erwartet werden.*

### 3.4 Qualitätskontrolle und Qualitätsmanagement im Qualifikationsprozess einführen

Die Hochschulen sollten einen Prozess der Qualitätskontrolle in Gang setzen und die Ergebnisse dokumentieren. Die auf diese Weise gewonnenen Informationen sollten zur kontinuierlichen Verbesserung des Studienganges nutzbar gemacht werden. Im Rahmen eines solchen Prozesses sollten die Jungingenieure/innen danach befragt werden, ob das Studium den angestrebten Zielen gerecht wurde und ihnen die für ihre Tätigkeit erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt hat. Ebenso sollten im Rahmen der Qualitätskontrolle Rückmeldungen von den Arbeitgebern eingeholt werden, in denen sowohl die Fach- als auch die Verhaltenskompetenz der Absolventen/innen beurteilt werden. Die Abläufe zur Qualitätsverbesserung sollen durch ein dokumentiertes Qualitätsmanagement formuliert werden.

*Der VDI empfiehlt, die Hochschulen sollen einen kontinuierlichen Prozess der Qualitätskontrolle implementieren, die Ergebnisse dokumentieren und anhand eines dokumentierten Qualitätsmanagements zur kontinuierlichen Verbesserung des Studienganges einsetzen.*

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.  
Abteilung Bildung · Arbeitsmarkt · Gesellschaft  
Postfach 10 11 39, 40002 Düsseldorf, 5/2007