

## Zur Problematik des Übergangs von der Schule in die Hochschule – Zielsetzungen, Eingangsvoraussetzungen und Wirksamkeit von Vorkursen Mathematik

Zwischen dem Abschlussprofil der gymnasialen Oberstufe und dem Eingangsniveau vieler stark mathemathikhaltiger Studiengänge werden in den letzten Jahren zunehmend Unterschiede bemerkt und bearbeitet (vgl. Büchter, 2016). Die Unterschiede beruhen nicht zuletzt auf veränderten Rahmenbedingungen seitens der Schule. Im Folgenden wird zunächst auf diese Veränderungen eingegangen, bevor ein differenziertes Vorkurskonzept vorgestellt wird. Die Fragen der Eingangsvoraussetzungen von Studierenden und der Wirksamkeit der Vorkurse für Ingenieurwissenschaften und für Fachstudiengänge Mathematik werden abschließend anhand von Leistungsdaten betrachtet.

### 1. Weniger Unterricht – weniger fachliche Gegenstände

Am Beispiel des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen stellen wir Veränderungen in den schulischen Rahmenbedingungen dar, die so oder so ähnlich auch auf andere Bundesländer zutreffen.

In Nordrhein-Westfalen wurde die Schulzeitverkürzung (G8) so umgesetzt, dass die Sekundarstufe I an Gymnasien nur noch die Jahrgangsstufe 5 bis 9 und die gymnasiale Oberstufe weiterhin eine einjährige Einführungsphase sowie die zweijährige Qualifikationsphase umfassen. In der Sekundarstufe I steht also ein Jahr weniger zur Verfügung, in dem die Schülerinnen und Schüler die fachlichen Gegenstände durchdringen können. Obwohl die gymnasiale Oberstufe weiterhin drei Jahre umfasst, ist hier der Stundenumfang, mit dem Mathematik unterrichtet wird, seit den 1980er-Jahren teilweise dramatisch zurückgegangen.

NRW	EF-1	EF-2	QI-1	QI-2	QII-1	QII-2	gesamt	Analysis
1986	3	6	6	6	6	3	30	18 (60 %)
2016	3	3	5	5	5	2,5	23,5	9,4 (40 %)

Tab. 1: Vergleich der Anzahlen der Schulhalbjahresstunden für Analysis in NRW (Leistungskurs)

In Tab. 1 wird ersichtlich, dass Abiturientinnen und Abiturienten mit einem Leistungskurs in Mathematik heute etwa ein Viertel weniger Mathematikunterricht in der gymnasialen Oberstufe haben als in den 1980er-Jahren. Betrachtet man das Inhaltsfeld „Funktionen und Analysis“, dem eine besondere Bedeutung beim Übergang von der Schule in die Hochschule zukommt, so

wurde der Umfang auf etwa die Hälfte reduziert, da durch verbindliche Vorgaben bis hin zum Zentralabitur heute in allen Leistungskursen Stochastik auch tatsächlich unterrichtet wird.

Der insgesamt stark verringerte Umfang, mit dem Mathematik unterrichtet wird, schlägt sich entsprechend in den überarbeiteten Lehrplänen nieder. Bereits in der Sekundarstufe I fehlen viele ehemals verbindliche fachliche Gegenstände wie Primzahlen, ggT, kgV, klassische Konstruktionen, Kongruenzsätze, Strahlensätze und Potenzgesetze. Während mit Primzahlen, ggT und kgV vor allem ein multiplikativer Blick auf Zahlen und Terme ausgebildet werden kann, stehen klassische Konstruktionen und Kongruenzsätze für eine tiefgehende Auseinandersetzung mit ebener Geometrie. Strahlensätze und Potenzgesetze hingegen führen u. a. zu vertieftem algebraischen Arbeiten. An allen genannten Gegenständen können zudem wichtige mathematische Prinzipien erfahren werden. In der gymnasialen Oberstufe werden etwa in der Analysis weniger Begriffsklärungen, weniger Zusammenhänge, weniger Techniken und weniger Funktionsklassen verbindlich vorgegeben.

Demgegenüber sind die stark mathemathikhaltigen Studiengänge zwar äußerlich verändert worden („Bologna-Reform“), die innere Gestaltung setzt aber immer noch weitgehend ein Eingangsprofil voraus wie vor 30 Jahren.

## **2. Konzeption und Zielsetzungen der Vorkurse Mathematik an der Universität Duisburg-Essen**

Da sich die Anforderungen in den verschiedenen stark mathemathikhaltigen Studiengängen teilweise erheblich voneinander unterscheiden, gibt es seit dem Jahr 2015 an der Universität Duisburg-Essen ein ausdifferenziertes Vorkursangebot für vier unterschiedliche Zielgruppen:

- Fachstudiengänge Mathematik (inkl. Gymnasiallehramt)
- Lehramtsstudiengänge für die Primarstufe und die Sekundarstufe I
- Ingenieurwissenschaften
- Naturwissenschaften und Medizin

Die Dauer variiert zwischen drei und bis zu fünf Wochen. Während in den beiden Vorkursen für die Anwendungsdisziplinen (Ingenieurwissenschaften sowie Naturwissenschaften und Medizin) studiengangspezifisch vor allem eine begriffliche Sicherheit mit der Schulmathematik und eine vertiefte technische Sicherheit im Vordergrund stehen, werden in den beiden Vorkursen für Lehramtsstudiengänge und die Fachstudiengänge verstärkt mathematische Denk- und Arbeitsweisen in den Blick genommen. Der Vorkurs für die Lehramtsstudiengänge für die Primarstufe und die Sekundarstufe I knüpft dabei stark an die Schulmathematik an. Hingegen geht der Vorkurs für die

Fachstudiengänge Mathematik (inkl. Gymnasiallehramt) in der Darstellung und im Inhalt schon deutlich darüber hinaus.

Da zeitlich stark limitierte Vorkurse nach zwölf oder 13 Jahren Schulzeit nur begrenzt wirksam sein können, liegt der Schwerpunkt der Kurse zunächst im Wachrufen der Schulmathematik (die Abiturprüfung liegt häufig bereits fünf Monate zurück) und in der Entwicklung erster technischer und begrifflicher Sicherheit. Davon ausgehend kann auch schrittweise eine Flexibilisierung im Umgang mit den fachlichen Gegenständen entwickelt werden.

### 3. Eingangsvoraussetzungen und Wirksamkeit in den Vorkursen für Ingenieurwissenschaften und für Fachstudiengänge Mathematik

Nachfolgend werden die Eingangsvoraussetzungen von Studierenden in den Vorkursen für Ingenieurstudiengänge und für Fachstudiengänge Mathematik und die Wirksamkeit dieser Vorkurse anhand der Ergebnisse zu zwei ausgewählten Aufgaben aus Leistungstests illustriert. Die Tests wurden am ersten Tag (T1) und am drittletzten Tag (T2) der Vorkurse durchgeführt. Dazwischen lagen zweieinhalb Woche (Ingenieurwissenschaften) bzw. dreieinhalb Wochen (Fachstudiengänge Mathematik). Die Tests bestanden jeweils aus 20 Aufgaben (31 bis 34 Items). Das Untersuchungsdesign kann dem folgenden Schema entnommen werden.

Ingenieurwissenschaften		Fachstudiengänge Mathematik	
T1 (n = 153)	T2 (n = 109)	T1 (n = 93)	T2 (n = 63)
5 Aufg. Sek I	--	5 Aufg. Sek I	--
15 Aufg. Sek II	15 Aufg. Sek II	15 Aufg. Sek II	15 Aufg. Sek II
--	5 Aufg. VK Ing.	--	5 Aufg. VK M.

Tab. 2: Untersuchungsdesign mit Vor- und Nachtests in zwei Vorkursen

Die Verankerung der Tests erfolgte anhand von 15 Aufgaben, die sich auf fachliche Gegenstände der gymnasialen Oberstufe beziehen. Zu Beginn der Vorkurse wurden fünf Aufgaben aus der Sekundarstufe I ergänzt, die am Ende der Vorkurse durch fünf Aufgaben zu Vorkursinhalten ersetzt wurden.

**Aufgabe 4:** Bestimmen Sie alle Lösungen der folgenden Gleichung:

$$x^2 + x = 6 + 2x$$

Abb. 1: Technische Aufgabe auf dem Niveau der Sekundarstufe I

Die rein technische Aufgabe zum Lösen einer quadratischen Gleichung (Abb. 1) wurde im VK Ing. von 26,8 % der Teilnehmer/innen richtig sowie von 63,4 % falsch und von 9,8 % gar nicht bearbeitet. Im VK M. haben alle Teilnehmer/innen die Aufgabe bearbeitet, 68.8 % von ihnen richtig. Die Gleichung konnte sowohl relativ einfach durch Umstellen und Faktorisieren als auch mithilfe einer Lösungsformel bearbeitet werden.

Demgegenüber enthält die zweite hier präsentierte Aufgabe (Abb. 2) keine technischen, sondern vor allem begrifflich geprägte Anforderungen. Wer über eine inhaltliche Vorstellung zum Integral verfügt, kann hier einfach eine geeignete Funktion angeben – sei es die Nullfunktion, eine abschnittsweise definierte Funktion oder eine punktsymmetrische Funktion.

**Aufgabe 19:** Geben Sie eine Funktion  $f$  an, für die gilt:

$$\int_{-1}^3 f(x)dx = 0$$

**Abb. 2: Begrifflich geprägte Aufgabe auf dem Niveau der gymnasialen Oberstufe**

Diese Aufgabe wurde im VK Ing. im Vortest von 7,8 % (Nachttest 32,1 %) der Teilnehmer/innen richtig sowie von 23,5 % (21,1 %) falsch und von 68,6 % (46,8 %) gar nicht bearbeitet. Im VK M. haben diese Aufgabe im Vortest von 33,3 % (Nachttest 57,1 %) der Teilnehmer/innen richtig sowie von 26,9 % (30,2 %) falsch und von 39,8 % (12,7 %) gar nicht bearbeitet. Dies zeigt einerseits die Schwierigkeit beim flexiblen Umgang mit begrifflich geprägten Aufgaben, andererseits aber auch eine gewisse Wirksamkeit der Vorkurse.

Diese Wirksamkeit genügt aber nicht: Betrachtet man das technische und begriffliche Niveau der ersten Übungsblätter in den Anfängervorlesungen, lässt sich eine erhebliche Lücke identifizieren, die das erste Semester für viele Studierende zu einem „Hochschulchock“ werden lässt.

## Literatur

Büchter, A. (2016). Zur Problematik des Übergangs von der Schule in die Hochschule - Diskussion aktueller Herausforderungen und Lösungsansätze für mathemathikhaltige Studiengänge. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016*.