

## Anhang: Mathematische Modellbeschreibung

### A1 MODELLIERUNG DES HOCHSCHULZUGANGS

#### A1.1 INLÄNDISCHE WINTERSEMESTERANFÄNGER

Sieht man von der nach wie vor geringen Zahl von Personen ab, für die sich über eine Studienberechtigungsprüfung oder eine andere alternative Form des Hochschulzugangs der Eintritt in den universitären Bildungssektor eröffnet, wird die Zugangsberechtigung durch den Erwerb der Matura erreicht. Es liegt daher nahe, den Zugang zur Hochschule mit einer „Übertrittsquote“ vom höheren in den tertiären Bildungsbereich abzubilden. Da jedoch eine große Zahl von Studienanfängern nicht unmittelbar nach der Matura zu studieren beginnt, erweist es sich als notwendig, auch zurückliegende Maturajahrgänge zu beachten. Eine genauere Analyse der Übertrittsquoten zeigte jedoch, dass eine Berücksichtigung von mehr als zwei Maturajahrgängen nicht notwendig ist. Darüber hinaus weisen die Übertrittsquoten erhebliche Unterschiede nach Geschlecht und absolviertem Schultyp auf. Daher wurde die Zahl der erstmalig an einer wissenschaftlichen Hochschule inskribierenden inländischen ordentlichen Studierenden folgendermaßen berechnet<sup>20</sup>:

$$B_{i,j}^w = M_{i,j}^{t-1} q_{i,j,t} + M_{i,j}^{t-2} q_{i,j,t-1}$$

$B^w$	Wintersemesteranfänger
M	Schüler der Abschlussklassen (Maturanten)
q	Übertrittsquoten
i=1,2	Geschlecht
j=1,...,6	Schultyp
t	Zeitpunkt

Nehmen wir an, der betrachtete Zeitpunkt sei das Wintersemester 2004/05 ( $t=2004$ ), so werden die männlichen ( $i=1$ ) Erstzugelassenen mit dem Maturazeugnis einer Höheren Kaufmännischen Schule ( $j=3$ ) aus zwei Teilbeträgen

<sup>20</sup> Für die dem Hochschulbericht zugrunde liegende Prognose wurde eine etwas einfachere Berechnung der Studienanfänger verwendet, weshalb auch die in diesem Bericht publizierten Studienanfänger- und Studentenzahlen von den dort publizierten Zahlen leicht abweichen.

ermittelt: jenem Teil, der sofort nach der Matura zu studieren beginnt, also im Schuljahr 2003/04 Schüler der Abschlussklasse gewesen ist ( $M_{i,3}^{2003}$ ), und einer Gruppe von Maturanten, die ebenso 2004/05 – aber möglicherweise nach Absolvierung von Präsenz- oder Zivildienst – zu studieren beginnen, also 2002/03 oder früher maturiert haben.

Die Definition der sechs verwendeten Schultypen orientiert sich zunächst einmal an der Gliederung der zur Verfügung stehenden Maturantenprognose. Die folgende Übersicht verwendet zur Definition die Schulformencodes, wie sie in der derzeitigen Form der Hochschulverlaufsstatisik festgelegt sind.

j=1	AHS	Alle Formen der Allgemeinbildenden Höheren Schulen (1–10, 12–18, 24, 25, 27)
j=2	HTS	Höhere Technisch-Gewerbliche Schulen (19)
j=3	HKS	Höhere Kaufmännische Schulen (20)
j=4	HWS	Höhere Wirtschaftsberufliche Schulen (11, 21)
j=5	HLFS	Höhere Land- und Forstwirtschaftliche Schulen (23)
j=6	HLES	Höhere Schulen für Lehrer und Erzieher (22, 26, 28)

Insgesamt werden also 24 Parameter verwendet, um die Zahl der Wintersemesteranfänger insgesamt zu bestimmen.

### A1.2 AUFTEILUNG DER INLÄNDISCHEN STUDIENANFÄNGER AUF DIE STUDIENRICHTUNGEN

Nachdem die nach Geschlecht und Schultyp unterschiedenen Anfängerzahlen ermittelt wurden, werden die einzelnen Gruppen mithilfe eines Aufteilungsschlüssels den einzelnen Studienrichtungen zugeordnet:

$$\forall_t : B_{i,j,k}^w = a_{i,j,k} B_{i,j}^w \quad \text{wobei} \quad \sum_{k=1}^{21} a_{i,j,k} = 1 \quad \text{und weiters}$$

$$S_{i,1,k} = \sum_{j=1}^6 s_{i,j,k} B_{i,j,k}^w$$

- B<sup>w</sup> Wintersemesteranfänger
- S<sub>i,1,k</sub> Studenten im ersten Studienjahr
- a<sub>i,j,k</sub> Anteil der k-ten Studienrichtung
- s<sub>i,j,k</sub> Aufschlagsfaktor für Sommersemesteranfänger
- i=1,2 Geschlecht
- j=1,...,6 Schultyp
- k=1,...,21 Studienrichtung
- t Prognosezeitpunkte (Jahresschritte)

Die Erstzugelassenen werden also je nach Schultyp und Geschlecht mit einem spezifischen Schlüssel auf die einzelnen Studienrichtungen aufgeteilt. Die Sommersemesteranfänger werden aus den Wintersemesteranfängern mithilfe eines studienrichtungsspezifischen Faktors berechnet ( $s_{i,j,k}=1+$  diesen Faktor).

Im Modell sind 21 Studienrichtungen vorgesehen. Die Tabelle „Zusammenfassung der synthetischen Studienrichtungen“ (im Anhang) gibt einen Überblick über die Definition der einzelnen Studienrichtungsgruppen anhand der letztgültigen dreistelligen Studienrichtungskennzahlen der Österreichischen Hochschulverlaufsstatistik samt den Namen der Studienrichtungen und Studienzweige.

### A1.3 BERECHNUNG DER AUSLÄNDISCHEN STUDIENANFÄNGER

In Ermangelung einer Zugangsgröße für die Zahl der erstmalig an einer wissenschaftlichen Universität inskribierenden ausländischen ordentlichen Studierenden wurde als Hilfskonstruktion die Zahl der ausländischen Studienanfänger in Beziehung zu den inländischen Maturanten gesetzt. Wie die Analyse der Daten zeigte, kann diese Hilfskonstruktion nur zu einer groben Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Zahl der ausländischen Studienanfänger führen, da diese Zahl – wie besonders die Entwicklung in den letzten Jahren sehr eindrucksvoll zeigte – von vielen sehr unterschiedlichen Faktoren abhängig ist, die häufig mit der demographischen Entwicklung nur indirekt – wenn überhaupt – etwas zu tun haben. Ein Faktor, der z. B. völlig unabhängig von der demographischen Entwicklung ist, ist die massive Förderung des Studienaustauschs insbesondere innerhalb der EU. Dies ist ja auch einer der Gründe für den starken Anstieg der Zahl der ausländischen Studienanfänger an österreichischen Hochschulen und Universitäten. Allerdings hat sich der Anteil der ausländischen Studienanfänger an den Studienanfängern insgesamt schon zwischen 1989 und 1994 verdoppelt – also vor dem Beitritt Österreichs zur EU –, nachdem dieser Anteil davor viele Jahre relativ konstant um die 10% gelegen war. Jedenfalls ist die Entwicklung der Zahl der ausländischen Studienanfänger viel stärker von politischen Entscheidungen als von der demographischen Entwicklung bzw. der Veränderung der Bildungsbeteiligung in den Herkunftsländern abhängig. Aber wenn man schon eine Prognose versucht, ist dies sicherlich eine Hilfskonstruktion, die zumindest einige Parameter wie z. B. den Anstieg der Bildungsbeteiligung bzw. den Rückgang der Jahrgangsstärken als Grundlage heranzieht, die auch für die meisten Herkunftsländer der ausländischen Studienanfänger zutreffen.

Da die ausländischen Anfänger bezüglich ihrer Vorbildung (Erwerb der Hochschulreife) heute vorwiegend – etwa 80% – eine ausländische Reifeprüfung besitzen, ist eine Differenzierung nach Schultypen nicht sinnvoll (zu geringe Fallzahlen!). Bis in die Mitte der 1980er-Jahre war bei den ausländischen Studienanfängern der Anteil derer, die eine österreichische Matura hatten, noch relativ hoch – in manchen Jahren sogar an die 60%. Inzwischen ist aber gleichlaufend mit dem Anstieg der ausländischen Studienanfänger dieser Anteil auf deutlich unter 10% gesunken. Daher wurden alle Anfänger den gesamten inländischen Maturanten gegenübergestellt, differenziert nach dem Geschlecht. Die Aufteilung auf die Studienrichtungen erfolgte wie bei den inländischen Studienanfängern, natürlich auch nur differenziert nach Geschlecht und nicht nach Matura-Schultyp. Allerdings sollte man aufgrund der in manchen Studienrichtungsgruppen geringen Fallzahlen immer bedenken, dass eine statistische Schätzung nicht möglich war und stattdessen Durchschnittswerte der letzten Jahre oder andere plausible Werte verwendet wurden. Insbesondere in jenen Studienrichtungen, in denen es Zugangsbeschränkungen (z. B. Medizin) gibt, wurde die zukünftige Entwicklung diesen Bedingungen entsprechend angepasst.

Für die Sommersemesteranfänger wird dasselbe Verfahren wie bei den Inländern verwendet: Die Sommersemesteranfänger werden aus den Wintersemesteranfängern mithilfe eines studienrichtungsspezifischen Faktors berechnet (=1+ diesen Faktor).

## A2 BESTANDSFORTSCHREIBUNG

### A2.1 STUDENTEN

Ausgangspunkt der Fortschreibung ist der nach Geschlecht, bisheriger Verweildauer und Studienrichtungen differenzierte Bestand an Studenten im **Wintersemester 2007/08**.

Unter „Student“ wird in der Hochschulplanungsprognose ein im Wintersemester inskribierter inländischer bzw. ausländischer ordentlicher Hörer verstanden. Die „bisherige Verweildauer“ ist in Jahresschritten gezählt und beginnt mit dem Jahr, in dem die Matrikelnummer zugewiesen wurde, unabhängig von Unterbrechungen in der Inskriptionsfolge oder von Studienwechseln. Obwohl in dieser Definition Unterschiede zur Hochschulverlaufsstatisik bestehen, wird im vorliegenden Bericht anstelle des Ausdrucks „bisherige Verweildauer“ wegen der Kürze auch der Begriff „Studienjahr“ gebraucht. Für die abweichende Definition sprechen folgende Gründe:

Das Ziel der Untergliederung nach Studienjahren ist es, homogene Gruppen von Studierenden zu bilden, für die näherungsweise gleiche Abgangs-, Wechsel- und Erfolgswahrscheinlichkeiten gelten. Wenn nun jemand im fünften Studienjahr ein anderes Studium beginnt, scheint die Annahme, dass für diesen Wechsler die genannten Raten in gleicher Weise wie für einen echten Anfänger gelten, unplausibel, besonders wenn im neuen Studium einige Semester angerechnet werden können. Darüber hinaus hat die gewählte Definition das Argument einer wesentlich vereinfachten und übersichtlicheren Modellstruktur für sich. Es gibt somit im Modell der Hochschulplanungsprognose ebenso wenig ein Zurückspringen im Verlauf, wie ein Repetieren möglich ist. Wie schon an anderer Stelle erwähnt, kann dieses Rechenmodell in seltenen Ausnahmefällen – wie z. B. die frühkindliche Musikausbildung an einer Kunstuniversität – zu einer nicht durch ein Studium verursachten langen Verweildauer führen

## A2.2 RETENTION UND VERWEILDAUER

Ausgangspunkt für die Berechnung der Bestandszahlen sind die Retentionsraten. Sie werden durch die Gegenüberstellung der jeweils korrespondierenden Studentenzahlen in zwei aufeinanderfolgenden Jahren ermittelt:

$$R_{i,j,k}^t = S_{i,j+1,k}^{t+1} / S_{i,j,k}^t$$

i=1,2	Geschlecht
j=1,...,13	Studienjahr
t	Zeitpunkt (Jahr)
k=1,...,21	Studienrichtung

Die Retentionsraten geben den Anteil der Wiederinskribierenden im nächsten Wintersemester an. Die Retentionsrate kann in Einzelfällen auch größer als 1 sein, dann nämlich, wenn die Summe aus sekundären Zugängen von außen (Wiederinskription nach Unterbrechung) und Zuwechslern größer ist als die Zahl jener, welche die Universität verlassen oder zu einer anderen Studienrichtung überwechseln.

Einen Sonderfall stellen die erste und die letzte Retentionsrate ( $R_{1,t}$  und  $R_{14,t}$ ) dar. Bei der ersten Retentionsrate  $R_{1,t}$  stehen nicht nur die Anfänger des Wintersemesters  $SI,t$ , sondern auch die Sommersemesteranfänger  $BS$ , in Summe also die gesamte Kohorte  $Kt$ , im Nenner. Die letzte Retentionsrate  $R_{14,t}$  berechnet sich aus den Studentenzahlen mit 15 und mehr Studienjah-

ren dividiert durch die Summe aus den Studentenzahlen des Vorjahres mit 14 und 15 und mehr Studienjahren:

$$R_{i,14,k}^t = S_{i,15,k}^{t+1} / (S_{i,14,k}^t + S_{i,15,k}^t)$$

Neben dem Zugang zu den Hochschulen ist die Verweildauer die zweite zentrale Determinante für die Höhe der Studentenzahlen. Sie ist wegen ihrer knappen und präzisen Aussage einer detaillierten Darstellung der einzelnen Flow-Größen in vielen Fällen vorzuziehen, da sie den Prozess der Fortschreibung plastisch zu illustrieren vermag.

Aus den Retentionsraten ergibt sich die zu erwartende Verweildauer gemäß:

$$V_{\varepsilon} = 1 + \sum_{n=2}^{13} \prod_{j=1}^{n-1} R_j + \frac{\prod_{j=1}^{13} R_j}{(1 - R_{14})}$$

$R_j$  Retentionsrate  
 $j$  Studienjahr

$R_{14}$  kleiner als 1 wird vorausgesetzt. Andernfalls stiege die Zahl der Studenten mit einer bisherigen Verweildauer von 14 und mehr Jahren ins Unendliche. Tatsächlich kommen solche Fälle in einzelnen Jahren in der Vergangenheit gelegentlich vor; Werte von  $R_{14}$  größer als 1 müssen als Zufallsschwankung interpretiert werden und kommen in der Prognose nicht vor.

Die *zu erwartende mittlere Verweildauer* (kürzer: „durchschnittliche Verweildauer“) sagt aus, wie viele Wintersemesterinskriptionen je Studienanfänger bei gegebenen Wiederinskriptionswahrscheinlichkeiten (Retentionsraten) im Schnitt zu erwarten sind. Bei einer Untersuchung der durchschnittlichen Inskriptionszahl von Exmatrikulierenden käme man selbstverständlich auf andere Werte, da diese Personen schon länger studieren und in früheren Jahren andere Retentionsraten gültig waren. Auch Analysen der Studiendauer von Absolventen führen zu anderen Werten, bleibt doch die große Zahl der Studenten, die keinen Abschluss erreichen, außer Betracht. Gegenüber diesen kohortenorientierten Maßen bietet die „zu erwartende durchschnittliche Verweildauer“, die aufgrund einer Querschnittsanalyse und ausgehend von aktuellsten Daten (zwei aufeinanderfolgende

Jahre genügen) berechnet wird, ein höchst sensibles Instrument, mit dem verändertes Studienverhalten rasch diagnostiziert werden kann.

### A2.3 MEHRFACHINSKRPTIONEN

Publikationen des ÖSTAT, heute *Statistik Austria*, enthalten grundsätzlich Personen- und Inskriptionszählungen. Um in diesem Modell Ergebnisse zu bieten, die vor allem in der Gliederung nach Studienrichtungen mit der Darstellungsweise der Österreichischen Hochschulstatistik vergleichbar sind, werden auch (für weitere Berechnungen im Rahmen des Modells irrelevante) Mehrfachinskriptionen bzw. Gesamtinskriptionszahlen prognostiziert. Zu diesem Zweck wurden, nach Geschlecht, Studienrichtung und bisheriger Verweildauer gegliedert, Zusatzinskriptionen gezählt und in Beziehung zu den Personenzahlen der entsprechenden Kategorie gesetzt. Die so ermittelten „Mehrfachinskriptionsquoten“ bilden einen Aufschlagsfaktor, der die Umrechnung von Personen in Inskriptionen ermöglicht. So bedeutet etwa eine Quote von zehn Prozent, dass zu 150 Personen einer bestimmten Studienrichtung weitere 15 Doppelinskriptionen von Studenten *anderer* Studienrichtungen hinzugezählt werden müssen, um die Zahl der Inskriptionen zu erhalten.

## A3 MODELLIERUNG DES STUDIENERFOLGS

### A3.1 ABSCHLÜSSE UND ERSTABSCHLÜSSE

Ohne die Tatsache ignorieren zu wollen, dass man von Studienerfolg sinnvollerweise auch dann sprechen kann, wenn ein Student keinen formellen Studienabschluss erreicht, wurde in der Hochschulplanungsprognose der pragmatische Weg der Gleichsetzung von Studienabschluss und Studienerfolg beschritten. Als Ergebnis der Hochschulplanungsprognose werden sowohl studienbezogene Abschlusszahlen als auch die personenbezogenen Erstabschlüsse ausgewiesen. In manchen Studienrichtungen kann die Zahl der Abschlüsse deutlich über der Zahl der Erstabschlüsse liegen. Will man etwa Aussagen über die Effizienz der Hochschulen machen, ist eine Orientierung an Abschlusszahlen empfehlenswert, bei arbeitsmarktpolitischen Überlegungen ist hingegen die Zahl der Erstabschlüsse, also die Zahl der Jungakademiker, von Interesse. In der Personenbezogenheit liegt ein – wenn auch quantitativ nicht bedeutsamer – Unterschied zu den Erstabschlüssen, wie sie seit 1990 von der Statistik Austria veröffentlicht werden. Dort ist etwa ein Doktorat der Medizin bzw. das Diplom oder ein Bachelor in ei-

ner anderen Studienrichtung *immer* ein Erstabschluss, während im Hochschulmodell dies dann nicht der Fall ist, wenn der Betreffende davor schon einen anderen Abschluss erreicht hat. Aufgrund der vielen Mehrfachinskriptionen tritt dieser Fall in den letzten Jahren auch immer häufiger auf.

Abschlüsse und Erstabschlüsse sind entsprechend den Hauptlinien des Modellkonzepts nach Geschlecht, Studienrichtung und bisheriger Verweildauer disaggregiert, wobei angemerkt werden soll, dass Abschlüsse innerhalb der ersten drei Jahre des Universitätsbesuchs definitionsgemäß nicht auftreten. Die Mindeststudiendauer für den Bachelor wurde mit sechs Semestern festgesetzt, und aufgrund der Zählweise nach Studienjahren ab Zuteilung der Matrikelnummer sollte die Unterschreitung dieses Zeitrahmens auch durch einen Studienwechsel eigentlich nicht möglich sein.

Für die Prognose wurden die Zahlen mithilfe von Erfolgsquoten (für Erst- und Zweitabschlüsse) ermittelt, die das Verhältnis von Abschlüssen zu ehemaligen Anfängern beschreiben, z. B. für Erstabschlüsse:

$$\forall i, k : E_j = q_j^E K_{(t-j+1)}$$

- $E_j$  Erstabschlüsse im j-ten Verweiljahr
- $K$  Studentenkohorte
- $q_j^E$  Erstabschlussquote
- $i=1,2$  Geschlecht
- $j=1\dots 15$  bisherige Verweildauer
- $k=1\dots 21$  Studienrichtung
- $t$  Zeitpunkt (Jahr)