

Das Hamburger Auswahlverfahren in der Zahnmedizin – Einführung des HAM-Nat als fachspezifischer Studierfähigkeitstest

Zusammenfassung

Einleitung: In der vorliegenden Untersuchung wird der Frage nachgegangen, ob die Auswahl der Studierenden in der Zahnmedizin alleine durch die Abiturdurchschnittsnote erfolgen sollte oder ob sie durch den Einsatz eines fachspezifischen Studierfähigkeitstest verbessert werden kann.

Methoden: Der Naturwissenschaftstest HAM-Nat wurde in den Jahren 2006 und 2007 in der Erstsemesterwoche an den Studienanfängerinnen und -anfängern* erprobt sowie 2009 und 2010 im Auswahlverfahren eingesetzt. Die Stichprobengrößen der Regressionsmodelle variieren in allen Jahrgängen zwischen 32 und 55 Teilnehmern.

Ergebnisse: Der HAM-Nat erklärte zusätzlich zur Abiturdurchschnittsnote bis zu 12 % der Leistungsvarianz in den vorklinischen Prüfungsleistungen. Die in anderen Studien gefundene prognostische Güte der Abiturdurchschnittsnote konnte für einige, aber nicht für alle Einzelprüfungen bestätigt werden.

Schlussfolgerung: Der HAM-Nat erwies sich als zuverlässiges Auswahlinstrument in der Zahnmedizin. Durch den Einsatz des HAM-Nat wird die Vorhersage des vorklinischen, akademischen Studienerfolgs in der Zahnmedizin deutlich verbessert.

Schlüsselwörter: Studienbewerberauswahl Zahnmedizin, Prädiktion Studienerfolg, Studierfähigkeitstest

Christian Kothe¹
Johanna Hissbach¹
Wolfgang Hampe¹

1 Universitätsklinikum
Hamburg-Eppendorf,
Zentrum für Experimentelle
Medizin, Institut für
Biochemie und Molekulare
Zellbiologie, AG
Auswahlverfahren, Hamburg,
Deutschland

Einleitung

Woher weiß ich eigentlich, ob ich für ein Studium geeignet bin? Diese Frage geht nicht nur für Bewerber oftmals mit der Entscheidung für ein Studium einher, sondern stellt sich im Kehrschluss auch für Fakultäten, um Studienabbrüche zu vermeiden. Eine Antwort auf diese Frage nach der Eignung für ein Studium findet sich in der Definition der Studierfähigkeit von Heldmann, die „nicht allein bestimmte geistige Ausprägungen und fachliche wie auch instrumentelle Voraussetzungen mit einschließt, sondern dass zur Studierfähigkeit auch das gehört, was man gemeinhin als Herzensbildung bezeichnet.“ [1], S. 184.

Wie die Herzensbildung sind aber bestimmte Komponenten der allgemeinen Studierfähigkeit wie Fachinteresse, Neugier oder Kommunikationsfähigkeit, schwierig zu messen [2], weshalb der Fokus zur Beantwortung der Frage nach Studieneignung oft auf den Studienerfolg ausgerichtet ist. Der Studienerfolg ist im Vergleich zur Studierfähigkeit auf vielfältige Art zu erfassen und reicht in seiner Bandbreite von Noten in Zwischen- oder Abschlussprüfungen, Noten in einzelnen Lehrveranstaltungen, Studiendauer oder Prüfungswiederholungen bis hin zur Zufriedenheit mit dem Studium. Studiennoten erweisen sich dabei als gute Quantifizierung der Studienleis-

tung, die auf einer definierten Skala darzustellen und zugleich ökonomisch zu erheben sind [3].

Schulnoten

Schulnoten gelten als beste Prädiktoren des in Studiennoten gemessenen Studienerfolgs [4]. Die 2007 veröffentlichte Metaanalyse von Trapmann et al. [5] beinhaltet alle seit 1980 publizierten Studien innerhalb des europäischen Hochschulraums zum Zusammenhang von Studienerfolg und Schulnoten. Die Autoren berichten mittlere, korrigierte Validitätskoeffizienten im Bereich von $\rho=0.26$ bis $\rho=0.53$ für Studiennoten, wobei die höchste prognostische Validität von in Deutschland erworbenen Abiturdurchschnittsnoten erreicht wird. Die unterschiedliche Berechnung der Abiturdurchschnittsnote als Studierfähigkeitsindex, die geprägt ist durch die Bildungspolitik auf föderaler Ebene der Bundesländer [6], stellt aber die Güte und vor allem die Fairness der Abiturdurchschnittsnote in Frage.

Speziell für den Studiengang Zahnmedizin berichten Arnold et al. (2011) [7] mittlere, positive Korrelationen zwischen der in Deutschland erworbenen Abiturdurchschnittsnote und der Naturwissenschaftlichen Vorprüfung ($r=0.34$, $p<.001$), der Zahnärztlichen Vorprüfung ($r=0.27$, $p<.001$) und dem Staatsexamen ($r=0.27$, $p<.001$). 12 %

der Leistungsvarianz in der naturwissenschaftlichen Vorprüfung (NVP) wurden durch die Abiturdurchschnittsnote aufgeklärt, jeweils 7% für die zahnmedizinische Vorprüfung (ZVP) und das Staatsexamen. Ähnliche Ergebnisse zeigen nicht nur Studien aus dem europäischen Ausland [8], [9] sondern auch aus Kanada [10], [11], [12] oder den USA [13], [14], [15].

Studierfähigkeitstests

Der Einsatz von fachspezifischen Studierfähigkeitstests zur Messung von für ein bestimmtes Studienfach erforderlichen kognitiven Fähigkeiten [4] soll die Vorhersage des Studienerfolgs zuverlässiger gestalten. Die Metaanalyse von Hell et al. [3] berichtet für den Studiengang Zahnmedizin aus acht kumulierten Primärstudien mit einem Stichprobenumfang von insgesamt 5.871 Studierenden eine mittlere, korrigierte Validität von $\rho=0.35$ für den Test für Medizinische Studiengänge (TMS) [16], der die Varianz der Studiennoten im vor- und klinischen Studienabschnitt der Zahnmedizin zu 12.4% aufklären konnte. Die Hinzunahme des TMS-Ergebnisses zu der Abiturdurchschnittsnote erhöhte die Genauigkeit der Vorhersage des Studienerfolgs deutlich, auch wenn die Schulnote der bessere Einzelprädiktor war [5]. Der in Deutschland in den 1970er Jahren eingesetzte Studierfähigkeitstest „Besonderer Auswahltest Zahnmedizin“ (BATZ) [17] stützt die Befunde. Hitpass fand 1978 [17] nur schwache Korrelationen zwischen dem ZVP-Ergebnis nach dem fünften Semester und der Abiturdurchschnittsnote ($r=0.25$) bzw. dem Testergebnis des BATZ ($r=0.34$). Jedoch führt die Kombination beider Kriterien zu einer moderaten Korrelation von $r=0.42$; der Zuwachs der aufgeklärten Varianz durch den BATZ betrug 11%.

Das Hamburger Auswahlverfahren

Bis zum Wintersemester (WiSe) 2008/09 wurden die Studienbewerber in der Zahnmedizin am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) anhand ihrer Abiturdurchschnittsnote als alleinigem Auswahlkriterium zugelassen. Um die Studienerfolgsprognostik der Abiturdurchschnittsnote mit den Vorhersageeigenschaften fachspezifischer Studierfähigkeitstests zu erhöhen, wurde für die Auswahl von Medizin- und Zahnmedizinierenden das „Hamburger Auswahlverfahren für medizinische Studiengänge - Naturwissenschaftstest“ (HAM-Nat) am UKE entwickelt [18].

Der HAM-Nat ist ein Multiple-Choice-Test zu medizinisch relevanten Aspekten der Fächer Mathematik, Physik, Chemie und Biologie auf gymnasialem Oberstufenniveau. Die Bewerber können sich anhand eines Themenkataloges auf den HAM-Nat und somit auf die Inhalte der ersten Studiensemester vorbereiten, sodass motivierte Bewerber durch intensives Lernen einen Vorteil erfahren [19]. Der HAM-Nat wurde in den Jahren 2006 und 2007 mit den nach anderen Kriterien ausgewählten Medizin- und Zahnmedizinierenden in der Studieneingangsphase erprobt [18], bevor er in der Zahnmedizin erstmals im

WiSe 2009/10 zur Auswahl eingesetzt wurde. Zum HAM-Nat wurden die 200 abiturbesten Studienplatzbewerber eingeladen, die den Studienort Hamburg mit 1. Ortspräferenz gewählt haben. Die Zulassung erfolgte aufgrund der Kombination des HAM-Nat Ergebnisses (max. 59 Punkte) mit der Abiturdurchschnittsnote (max. 60 Punkte), sodass einige Bewerber mit einer Abiturdurchschnittsnote bis zu 2.2 aufgrund eines guten HAM-Nat Ergebnisses eine Zulassung erhielten. In 2010 wurde das Auswahlverfahren um einen Drahtbiegetest (HAM-Man) erweitert, um bei der Studierendenauswahl das manuelle Geschick als Prädiktor der praktischen Studienleistung in den vorklinischen Laborkursen einzubeziehen [20] [Manuskript in Vorbereitung].

Für den Naturwissenschaftstest HAM-Nat existieren bereits zwei Validierungsstudien in der Humanmedizin. Hampe et al. [18] fanden für den HAM-Nat eine höhere prognostische Validität bezogen auf den vorklinischen, akademischen Studienerfolg der ersten zwei Semester ($R^2=0.095$, $p<0.001$) als für die Abiturdurchschnittsnote ($R^2=0.066$, $p<0.001$). Die Hinzunahme des HAM-Nat als weiteren Prädiktor zur Abiturdurchschnittsnote führte zu einer inkrementellen Validität von 6.4%. Hissbach et al. [21] wiesen für den Naturwissenschaftstest HAM-Nat in einer weiteren Validierungsstudie Paralleltest-Reliabilitäten im Bereich von $0.53 < r_t < 0.67$ sowie Retest-Reliabilitäten von $0.53 < r_t < 0.67$ nach. Die Autoren berichteten eine Korrelation zwischen HAM-Nat und der Abiturdurchschnittsnote von $r=-0.24$; das Testmodul Naturwissenschaftliches Denken, welches inhaltlich und strukturell dem Modul „Medizinisch-naturwissenschaftliches Grundverständnis“ des TMS entspricht, korreliert mit verschiedenen HAM-Nat Versionen zwischen $r=0.21$ und $r=0.34$.

Der Einsatz eines weiteren Auswahlinstruments ist insbesondere vor dem Hintergrund interessant, dass zum WiSe 2012/13 noch 8 von 29 staatlichen Fakultäten Zahnmedizinierende allein auf Basis der Schulnoten auswählten. Nur in einer weiteren medizinischen Fakultät, Witten-Herdecke, wird ebenfalls ein selbstentwickelter Studierfähigkeitstest eingesetzt, sieben Fakultäten verwenden den TMS [22], [<http://www.hochschulstart.de/index.php?id=3683>]. Die Vorhersage des praktischen Studienerfolgs in den technischen Kursen der zahnmedizinischen Vorklinik ist mittels Kriterien, die auf kognitiven Fähigkeiten basieren, wenig sinnvoll [23], weshalb der HAM-Nat nicht in Beziehung zu diesen gesetzt wird.

Fragestellung

In der vorliegenden Studie wird untersucht, ob die prognostische Güte des Auswahlverfahrens zur Vorhersage des vorklinischen, akademischen Studienerfolgs in der Zahnmedizin durch den Einsatz des HAM-Nat zusätzlich zur Abiturdurchschnittsnote steigt. Es wird erwartet, dass sich der HAM-Nat als Auswahlinstrument zusätzlich zur Abiturdurchschnittsnote bewährt, indem die Ergebnisse der Physik- und Chemiekurse als auch die Prüfungsleis-

tungen in der NVP sowie ZVP durch den HAM-Nat prädiziert werden. Gleichzeitig geht damit die Frage einher, ob Aufwand und Kosten für die Durchführung eines erweiterten Auswahlverfahrens gerechtfertigt sind. Der Fragestellung, ob durch den HAM-Nat im Zahnmedizinstudium ähnlich wie in der Medizin [18] die Anzahl von Studienabrechern verringert wird, kann aufgrund der geringen Fallzahlen und des zu kurzen Beobachtungszeitraums nicht nachgegangen werden.

Methoden

In der vorliegenden Untersuchung stellen die HAM-Nat Testergebnisse und die Abiturdurchschnittsnoten aus den Jahren 2006, 2007, 2009 und 2010 die Prädiktoren, d.h. unabhängigen Variablen, dar. Die abhängige Variable Studierenerfolg wird über die Leistungen im Physik- und Chemiekurs sowie in der NVP und der ZVP erfasst. Die Stichprobe ist in vier Kohorten unterteilt, die entsprechend des Wintersemesters bezeichnet sind, in welchem die Studienaufnahme und die Teilnahme am HAM-Nat stattfanden. Alle Untersuchungsteilnehmer unterzeichneten eine Einwilligungserklärung zur Studienteilnahme.

HAM-Nat

Der HAM-Nat bestand in 2006 und 2007 aus 52 bzw. 60 Multiple-Choice-Fragen. Für die Aufgabenbearbeitung hatten die über Abiturdurchschnittsnote oder Wartezeit zugelassenen Erstsemesterstudierenden der Zahnmedizin in der Einführungswoche 78 bzw. 90 Minuten Zeit. Die Testteilnahme war freiwillig, eine Vorbereitung auf den Test fand nicht statt.

In den Jahren 2009 und 2010 wurde der HAM-Nat mit jeweils 80 MC-Fragen in 120 Minuten im Auswahlverfahren der Hochschule für die Zahnmedizin eingesetzt. Zur Vorbereitung auf den HAM-Nat waren für alle Bewerber ein Themenkatalog und zwei Übungstests kostenlos über den UKE-Internetauftritt verfügbar.

Der Aufwand für die Durchführung ist vergleichbar mit einer regulären Klausurprüfung an einer Hochschule. In dem von der Universität (kostenlos) gestellten Hörsaal, der eine Kapazität für 200 Teilnehmer besaß, hielten zwei Fakultätsangestellte Aufsicht, die von vier studentischen Aushilfen unterstützt wurden. Die Fragenentwicklung erfolgte in Kooperation mit Gymnasiallehrern und Hochschuldozenten; die automatische Auswertung des HAM-Nat-Lösungsbogens wurde von zwei Fakultätsangestellten durchgeführt.

Abiturdurchschnittsnote

Die Erstsemesterstudierenden gaben in 2006 und 2007 die Abiturdurchschnittsnote (von 1=sehr gut bis 4=ausreichend) selbst in einem Begleitfragebogen zum HAM-Nat an. Im Rahmen des Auswahlverfahrens der Hochschule in den Jahren 2009 und 2010 wurden die Abiturdurch-

schnittsnoten von der Stiftung für Hochschulzulassung (SfH) übermittelt.

Akademischer Studierenerfolg in der Vorklinik

In der Literatur finden sich keine aktuellen Studien, in welchen die Leistungsprädiktionen für Kurse der ersten Semester oder einzelne Prüfungsfächer der NVP und ZVP berichtet werden, sondern es erfolgt die Vorhersage anhand akkumulierter Gesamtwerte [7], [8], [9], [10], [12], [13], [15]. Dieses Vorgehen führt aber zu einer Mittelung der Studienleistungen, sodass prognostische Einzeleffekte in den Prüfungsfächern nicht eindeutig identifiziert werden. Daher wurde der Studierenerfolg als Punktzahl der Physikklausur im ersten Semester und der Chemieklausur im zweiten Semester operationalisiert. Die nach dem zweiten Semester stattfindende NVP beinhaltet die mündlichen Prüfungsfächer Physik, Chemie und Biologie. In der ZVP werden nach dem fünften Semester in mündlichen Prüfungen die Fächer Anatomie, Physiologie, Biochemie und Zahnersatzkunde (ZEK) benotet. Die Prüfung in ZEK besteht aus einem mündlichen und praktischen Teil, die zu jeweils 50% in die Gesamtnote eingehen. Die sowohl in der NVP als auch ZVP vergebenen Noten entsprechen dem Schulnotensystem, von eins (sehr gut) bis sechs (ungenügend).

Statistische Analyse

Im ersten Auswertungsschritt werden die deskriptiven Daten inklusive der Pearson-Korrelationen zwischen der Abiturdurchschnittsnote, dem Studierfähigkeitstest HAM-Nat und dem Studierenerfolg dargestellt. Der Einfluss der Prädiktoren Abiturdurchschnittsnote und HAM-Nat auf den vorklinischen Studierenerfolg erfolgt mittels Regressionsanalyse in zwei Modellen. Während das erste Modell nur die Abiturdurchschnittsnote beinhaltet, wird in das zweite zusätzlich der HAM-Nat aufgenommen, um einerseits die von beiden Prädiktoren sowie die durch die Hinzunahme des HAM-Nat vorhergesagte Studienleistung zu berechnen. Das Bestimmtheitsmaß R^2 zeigt den durch die Prädiktoren erklärten Varianzanteil Studienleistung an. Die prognostischen Beiträge beider Prädiktoren können direkt anhand des standardisierten Regressionskoeffizienten β miteinander verglichen werden.

Die multiplen Regressionsmodelle werden auf Multikollinearität und Autokorrelation der Residuen überprüft, um die Modellinterpretation verzerrende Einflüsse zu identifizieren. Durbin-Watson-Werte gegen null oder vier deuten auf eine Autokorrelation der Residuen hin, während der Variance Inflation Factor (VIF) nicht über zehn und die Toleranzwerte nicht unter 0.2 liegen dürfen, um das Vorliegen von Multikollinearität ausschließen zu können [24]. Die Analyse erfolgt mit der Statistiksoftware PASW Statistics 18.03.

Ergebnisse

Deskriptive Statistik

In demographischen Aspekten weisen die vier Untersuchungskohorten bezgl. Alter und Geschlecht nur geringe Differenzen auf (siehe Tabelle 1), lediglich in der Kohorte WiSe 2010/11 ist das Geschlechterverhältnis mit 25 Frauen und 23 Männern annähernd gleichverteilt. Generell zeigt die deskriptive Analyse, dass für alle Untersuchungsvariablen recht homogene Ausprägungen über die vier Kohorten bestehen. Die Koeffizienten Schiefe, Exzess und unterschrittene Signifikanzwerte des Shapiro-Wilk-Tests von $\alpha < 0.05$ (siehe Tabelle 1) weisen für die meisten Variablen eine nicht-parametrische Verteilung auf, die aber weniger die Parameterschätzungen der Korrelations- und Regressionskoeffizienten, sondern eher die Signifikanztests beeinflusst, welche dadurch nur bedingt interpretiert werden können [25], [26], [27].

Korrelationen der Prädiktoren mit dem vorklinischen, akademischen Studienerfolg

Zwischen der Abiturdurchschnittsnote und dem fachspezifischen Studierfähigkeitstest HAM-Nat bestehen in allen vier Kohorten nur sehr schwache Korrelationen (siehe Tabelle 2), die auf eine gute diskriminante Validität beider Prädiktoren hinweisen. Die linearen Zusammenhänge der Prädiktoren Abiturdurchschnittsnote und HAM-Nat auf die Studienleistung fallen einerseits in ihrer Stärke über die vier Kohorten sehr unterschiedlich aus und verfügen andererseits in einigen Fällen über eine inverse Richtung (siehe Tabelle 2). Das positive Vorzeichen zwischen Abiturdurchschnittsnote und Physik Klausur in der Kohorte 2009/10 ($r=0.21$, n.s.) deutet beispielweise auf bessere Punktzahl im Physikkurs für Studierende mit einer schlechteren Abiturdurchschnittsnote hin. Für den HAM-Nat findet sich zum Beispiel in der Kohorte WiSe 2006/07 ein sehr schwacher, aber positiver Zusammenhang zur NVP-Biologienote ($r=0.16$, n.s.), anstelle eines erwarteten negativen, wie in der Kohorte WiSe 2010/11 ($r=-0.38$, $p < .05$) der Fall ist.

Vorhersage der vorklinischen, akademischen Studienleistung

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen sind in den Tabellen 3 bis 5 dargestellt. Multikollinearität und Autokorrelation der Residuen können ausgeschlossen werden, jedoch sind die Ergebnisse der Signifikanztests mit Vorsicht zu interpretieren. Wie auch bei der Korrelationsanalyse besitzen vereinzelte Regressionskoeffizienten der Prädiktoren Abiturdurchschnittsnote und HAM-Nat inverse Vorzeichen, d.h. hier wird eine Richtung für den Zusammenhang zwischen Prädiktoren und der Studienleistung angezeigt, die nicht nur entgegengesetzt zu den eigenen Erwartungen ausfällt, sondern auch zu den Ergebnissen der Vergleichskohorten.

Die durch die Abiturdurchschnittsnote vorhergesagten Leistungen in den theoretischen Fächern der ersten zwei Semester (siehe Tabelle 3) und der NVP (siehe Tabelle 4) bewegen sich überwiegend im einstelligen Prozentbereich ($< 5\%$); vereinzelt finden sich aber auch herausragende Prädiktionen, wie für den Chemiekurs der Kohorte WiSe 2006/07 ($R^2=0.204$).

Der HAM-Nat zeigt gegenüber der Abiturdurchschnittsnote eine fast gegensätzliche Prognostik, indem in fast allen Kohorten der ersten zwei Semester (siehe Tabelle 3) mehr als 5% der Studienleistung vorhergesagt wurde. In drei von vier Kohorten erweist sich der HAM-Nat gegenüber der Abiturdurchschnittsnote als stärkerer Prädiktor der Physik- und Chemiekursleistungen, was aus dem Vergleich ihrer standardisierten Regressionskoeffizienten β hervorgeht. Dasselbe Bild zeigen die Ergebnisse der Regressionsmodelle für die NVP-Prüfungsfächer Physik und Chemie, jedoch weniger deutlich für die Biologieprüfung (siehe Tabelle 4).

Nur in der ZVP zeigt sich ein Unterschied zwischen den drei Kohorten hinsichtlich der Studienleistungsvorhersage beider Prädiktoren (siehe Tabelle 5). Während sich in den Kohorten WiSe 2006/07 und 2007/08 die Prädiktion durch Abiturdurchschnittsnote und HAM-Nat in den Prüfungsfächern Anatomie, Physiologie und Biochemie nur bis zu höchstens 4% unterscheidet, ist die Prädiktion durch den HAM-Nat in der Kohorte WiSe 2009/10 in den Fächern Anatomie und Biochemie über 10% sowie in der Physiologie um 6.4% besser als durch die Abiturdurchschnittsnote.

Diskussion

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob die Auswahl von Zahnmedizinistudierenden durch den fachspezifischen Studierfähigkeitstest HAM-Nat verbessert wird. Die Ergebnisse erweisen sich aufgrund der Stichprobenbeschaffenheit nicht über alle Kohorten und vorklinischen Prüfungen als konsistent, zeigen aber im Trend deutlich, dass der Einsatz des HAM-Nat als zusätzliches Auswahlkriterium zur Abiturdurchschnittsnote die Vorhersagekraft des akademischen Studienerfolgs in der Vorklinik verbessert.

Die insgesamt höhere Vorhersagekraft des HAM-Nat gegenüber der Abiturdurchschnittsnote, insbesondere für die Studienleistungen im Physik- und Chemiekurs, könnte auf den geringeren Anteil an Naturwissenschaften in der Abiturdurchschnittsnote zurückzuführen sein. Die sehr schwachen, negativen Korrelationen zwischen HAM-Nat und Abiturdurchschnittsnote (siehe Tabelle 2) deuten zudem auf hohe diskriminante Validitäten zwischen beiden Prädiktoren hin. HAM-Nat und Abiturdurchschnittsnote erfassen somit unterschiedliche kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, was für den Einsatz beider Prädiktoren im Auswahlverfahren spricht.

Die ZVP-Prüfungsergebnisse der Kohorte WiSe 2009/10 werden deutlich besser vom HAM-Nat als von der Abiturdurchschnittsnote vorhergesagt. Eine mögliche Erklärung

Tabelle 1: Deskriptive Statistik

Variable	Kohorte	n	M (SD)	Min/Max	σ^2	Sch	Exz	p S-W
HAM-Nat	WiSe 2006/07	55	27,7 (10,05)	11 / 50	100,95	0,53	-0,44	,10
	WiSe 2007/08	52	16,1 (5,36)	5 / 29	28,68	0,12	-0,23	,61
	WiSe 2009/10	48	34,5 (11,83)	0 / 61	140,05	-1,20	2,98	,01
	WiSe 2010/11	43	39,7 (9,12)	19 / 56	83,19	-0,25	-0,47	,02
Abiturdurchschnittsnote	WiSe 2006/07	55	2,1 (0,53)	1,4 / 3,5	0,28	0,98	0,01	,00
	WiSe 2007/08	52	2,0 (0,54)	1,0 / 3,5	0,29	0,86	0,46	,00
	WiSe 2009/10	48	1,9 (0,23)	1,5 / 2,4	0,05	0,18	-0,84	,05
	WiSe 2010/11	43	1,9 (0,22)	1,5 / 2,3	0,05	-0,29	-0,52	,00
Physikkurs (Punktzahl)	WiSe 2006/07	53	33,9 (7,37)	6 / 45	54,38	-1,34	3,70	,31
	WiSe 2007/08	52	36,8 (5,88)	17 / 47	34,54	-0,58	1,21	,03
	WiSe 2009/10	47	30,9 (6,56)	12 / 46	43,08	0,19	0,86	,08
	WiSe 2010/11	35	35,3 (4,09)	28 / 44	16,76	0,07	-0,56	,06
Chemiekurs (Punktzahl)	WiSe 2006/07	50	53,6 (9,07)	40,25 / 73	82,33	0,29	-1,01	,08
	WiSe 2007/08	50	44,5 (11,67)	0 / 66	136,18	-1,38	3,46	,42
	WiSe 2009/10	46	51,1 (8,17)	32,5 / 72	66,80	0,23	0,10	,44
	WiSe 2010/11	33	64,3 (13,39)	21,5 / 90,5	179,36	-0,44	2,28	,01
NVP Physik	WiSe 2006/07	48	1,8 (0,83)	1 / 3	0,68	0,28	-1,48	,00
	WiSe 2007/08	46	2,0 (0,86)	1 / 4	0,73	0,49	-0,47	,00
	WiSe 2009/10	45	1,8 (0,81)	1 / 3	0,65	0,34	-1,37	,00
	WiSe 2010/11	32	1,8 (0,77)	1 / 3	0,60	0,28	-1,21	,00
NVP Chemie	WiSe 2006/07	48	2,7 (1,01)	1 / 5	1,03	-0,09	-0,57	,00
	WiSe 2007/08	46	2,9 (0,83)	1 / 4	0,69	-0,37	-0,40	,00
	WiSe 2009/10	45	2,8 (1,0)	1 / 5	1,01	-0,04	-0,62	,00
	WiSe 2010/11	32	2,8 (0,97)	1 / 4	0,93	-0,52	-0,53	,00
NVP Biologie	WiSe 2006/07	48	2,0 (0,85)	1 / 4	0,72	0,43	-0,52	,00
	WiSe 2007/08	46	1,9 (0,89)	1 / 4	0,78	0,67	-0,44	,00
	WiSe 2009/10	45	1,9 (0,86)	1 / 4	0,75	0,35	-1,03	,00
	WiSe 2010/11	32	1,8 (0,63)	1 / 3	0,39	0,12	-0,36	,00
ZVP Anatomie	WiSe 2006/07	47	2,4 (0,90)	1 / 4	0,82	-0,05	-0,74	,00
	WiSe 2007/08	40	2,5 (1,28)	1 / 6	1,64	1,18	1,32	,00
	WiSe 2009/10	34	2,4 (0,99)	1 / 4	0,98	-0,03	-0,98	,00
ZVP Physiologie	WiSe 2006/07	47	1,9 (0,71)	1 / 4	0,51	0,57	0,51	,00
	WiSe 2007/08	40	2,0 (1,20)	1 / 6	1,44	1,88	4,53	,00
	WiSe 2009/10	34	1,6 (0,60)	1 / 3	0,37	0,40	-0,60	,00
ZVP Biochemie	WiSe 2006/07	47	2,4 (0,90)	1 / 4	0,81	0,02	-0,72	,00
	WiSe 2007/08	39	2,3 (1,28)	1 / 6	1,65	1,22	1,61	,00
	WiSe 2009/10	34	1,9 (0,77)	1 / 4	0,59	0,63	0,30	,00
ZVP ZEK	WiSe 2006/07	47	2,8 (0,72)	1 / 4	0,52	-0,38	0,29	,00
	WiSe 2007/08	39	2,8 (1,02)	1 / 6	1,05	1,31	3,44	,00
	WiSe 2009/10	34	2,4 (0,61)	1 / 4	0,38	0,24	-0,13	,00
Geschlecht	WiSe 2006/07	55	62 % Frauen, 38 % Männer			0,50	-1,82	,00
	WiSe 2007/08	52	73 % Frauen, 27 % Männer			1,07	-0,89	,00
	WiSe 2009/10	48	65 % Frauen, 35 % Männer			0,66	-1,63	,00
	WiSe 2010/11	48	52 % Frauen, 48 % Männer			-0,05	-2,10	,00
Alter*	WiSe 2006/07	55	21,7 (3,88)	18 / 40	15,04	2,76	9,74	,00
	WiSe 2007/08	52	22,1 (4,16)	18 / 38	17,31	1,79	3,38	,00
	WiSe 2009/10	48	20,9 (2,92)	18 / 31	8,54	2,13	4,46	,00
	WiSe 2010/11	43	22,1 (4,16)	18 / 38	17,31	1,79	3,38	,00

Anm.: n = Stichprobengröße, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min / Max = Minimum / Maximum, σ^2 = Varianz, Sch = Schiefe, Exz = Exzess der Kurtosis, p S-W = Signifikanz des Shapiro-Wilk-Tests; Geschlecht: 1 = weiblich, 2 = männlich

* Alter zum Zeitpunkt der Teilnahme am HAM-Nat

Tabelle 2: Korrelationen zwischen Prädiktoren und Studienerfolgskriterien

Variable	Kohorte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01. HAM-Nat (Punktzahl)		1											
02. Abiturdurchschnittsnote (Note)	WiSe 2006/07	-0,17	1										
	WiSe 2007/08	-0,14	1										
	WiSe 2009/10	-0,01	1										
	WiSe 2010/11	0,01	1										
03. Physik Klausur (Punktzahl)	WiSe 2006/07	0,25*	-0,01	1									
	WiSe 2007/08	0,10	-0,05	1									
	WiSe 2009/10	-0,15	0,21†	1									
	WiSe 2010/11	0,25†	0,01	1									
04. Chemieklausur (Punktzahl)	WiSe 2006/07	0,38**	-0,45**	0,15	1								
	WiSe 2007/08	0,09	0,04	0,33*	1								
	WiSe 2009/10	0,25†	-0,09	0,13	1								
	WiSe 2010/11	0,22	0,08	0,50**	1								
05. NVP Physik (Note)	WiSe 2006/07	-0,36*	0,06	-0,32*	-0,38**	1							
	WiSe 2007/08	-0,16	0,15	-0,31*	-0,40**	1							
	WiSe 2009/10	-0,29*	-0,06	-0,09	-0,42**	1							
	WiSe 2010/11	-0,26†	0,03	-0,44*	-0,15	1							
06. NVP Chemie (Note)	WiSe 2006/07	-0,23†	0,37*	-0,11	-0,47**	0,35*	1						
	WiSe 2007/08	-0,24†	0,09	0,01	-0,36*	0,41**	1						
	WiSe 2009/10	0,01	0,00	-0,14	-0,38*	0,20	1						
	WiSe 2010/11	-0,28†	0,06	0,06	-0,04	0,05	1						
07. NVP Biologie (Note)	WiSe 2006/07	0,16	0,16	-0,08	-0,1	0,15	0,35*	1					
	WiSe 2007/08	-0,04	0,17	-0,38**	-0,16	0,29*	0,05	1					
	WiSe 2009/10	-0,04	0,22†	-0,12	-0,32*	0,31*	0,06	1					
	WiSe 2010/11	-0,38*	-0,18	0,01	-0,27†	0,08	0,27†	1					
08. ZVP Anatomie ^a (Note)	WiSe 2006/07	0,15	0,32*	-0,15	-0,18	0,34*	0,42**	0,44**	1				
	WiSe 2007/08	-0,08	-0,08	-0,51**	-0,55**	0,37*	0,34*	0,42**	1				
	WiSe 2009/10	-0,28†	0,09	-0,16	-0,19	0,17	-0,08	0,19	0,08	1			
	WiSe 2010/11	-0,07	0,29*	0,11	-0,13	0,30*	0,16	0,16	0,12	0,12	1		
09. ZVP Physiologie ^a (Note)	WiSe 2006/07	-0,15	-0,23†	-0,16**	-0,36*	0,27†	0,20	0,39*	0,74**	1			
	WiSe 2007/08	-0,23†	-0,02	-0,23	-0,10	0,35*	-0,05	-0,10	0,19	0,19	1		
	WiSe 2009/10	-0,11	0,24†	-0,28*	-0,31*	0,66**	0,37*	0,42**	0,51**	0,25*	0,25*	1	
	WiSe 2010/11	-0,03	-0,25†	-0,16**	-0,49**	0,35*	0,24†	0,18	0,78**	0,66**	1		
10. ZVP Biochemie ^a (Note)	WiSe 2006/07	-0,26†	0,11	0,03	-0,18	0,28†	0,20	0,11	0,55**	0,29†	1		
	WiSe 2007/08	-0,07	0,09	0,21†	-0,14	0,27*	0,27*	0,22†	0,24†	0,24†	0,17	1	
	WiSe 2009/10	-0,34*	-0,12	-0,50**	-0,30*	0,31*	0,12	0,25†	0,54**	0,55**	0,63**	1	
	WiSe 2010/11	0,02	-0,23	-0,27†	-0,16	0,15	-0,13	0,25†	0,37*	-0,02	0,24†	0,24†	1
12. Geschlecht (1 = weiblich, 2 = männlich)	WiSe 2006/07	0,11	0,11	-0,01	-0,04	-0,09	0,04	0,21†	0,06	0,00	0,08	0,09	1
	WiSe 2007/08	0,52**	-0,06	0,03	0,16	0,01	-0,14	-0,15	0,03	-0,05	0,06	-0,28*	1
	WiSe 2009/10	-0,07	0,24†	0,04	-0,02	-0,30*	0,04	0,06	0,23†	0,06	0,11	-0,13	1
	WiSe 2010/11	0,40**	0,08	0,01	0,02	0,29†	0,07	-0,15	0,06	0,23†	0,11	-0,13	1

Ann.: ZEK = Prüfung Zahnersatzkunde in der ZVP; Signifikanz: †p < 0,1, *p < 0,05, **p < 0,01; a = ZVP noch nicht erfolgt

Tabelle 3: Regressionsmodell zur Vorhersage des Studienerfolgs im Physik- und Chemiekurs (Klausurpunktzahl)

Modell	Physikkurs (1. Semester)										Chemiekurs (2. Semester)									
	B		95% CI für B		Beta	R ²	Kollinearitätsstatistik		Durbin-Watson Statistik	B		95% CI für B		Beta	R ²	Kollinearitätsstatistik		Durbin-Watson Statistik		
	UG	OG	UG	OG			TOL	VIF		UG	OG	UG	OG			TOL	VIF			
	WiSe 2006/07										WiSe 2006/07									
1 Abitur	-,126	-4,127	3,875	-0,009	,005					-7,813**	-12,289	-3,336	-4,52**	,204						
2a Abitur	,672	-3,333	4,677	,047	,064	953	1,049	2,2		-6,745**	-11,100	-2,390	-3,90**	,293	959	1,043	1,5			
2b HAM-Nat	,193*	-,016	,403	,260*						,276*	,048	,503	,305*							
	WiSe 2007/08										WiSe 2007/08									
1 Abitur	-,574	-3,677	2,529	-,052	,003					,751	-5,435	6,937	,035	,001						
2a Abitur	-,428	-3,582	2,725	-,039	,012	980	1,020	1,6		1,030	-5,256	7,315	,048	,010	981	1,019	1,6			
2b HAM-Nat	,105	-,212	,421	,095						,207	-,430	,844	,096							
	WiSe 2009/10										WiSe 2009/10									
1 Abitur	6,520	-2,450	15,490	,213	,045					-3,361	-14,758	8,037	-,089	,008						
2a Abitur	6,831†	-2,143	15,806	,223†	,071	996	1,004	1,6		-3,980	-15,149	7,189	-,106	,074	996	1,004	1,8			
2b HAM-Nat	-,097	-,275	,081	-,159						,193*	-,029	,416	,258*							
	WiSe 2010/11										WiSe 2010/11									
1 Abitur	,095	-6,360	6,550	,005	,000					4,735	-17,555	27,026	,078	,006						
2a Abitur	-1,225	-7,815	5,365	-,067	,066	926	1,080	1,7		1,992	-20,738	24,722	,033	,048	954	1,048	1,6			
2b HAM-Nat	,149†	-,053	,351	,267†						,383	-,296	1,063	,210							

Anmerkungen: B = Regressionskoeffizient; 95% CI = 95 % Konfidenzintervall; UG / OG = untere / obere Grenze des Konfidenzintervalls; TOL = Toleranz, VIF = Variance Inflation Factor
 Signifikanz: †p < 0,1, *p < 0,05, **p < 0,01

Tabelle 4: Regressionsmodell zur Vorhersage des Studienerfolgs in der NVP

Modell	NVP - Physik							NVP - Chemie							NVP - Biologie						
	B	95% CI für B			R ²	Kollinearitätsstatistik	Durbin-Watson Statistik	B	95% CI für B			R ²	Kollinearitätsstatistik	Durbin-Watson Statistik	B	95% CI für B			R ²	Kollinearitätsstatistik	Durbin-Watson Statistik
		UG	OG	Beta					UG	OG	Beta					UG	OG	Beta			
	Wise 2006/07							Wise 2006/07							Wise 2006/07						
1. Abitur	.095	-.360	.550	.062	.004		.692**	.171	1.213	.367**	0,134		.251	-.213	.714	.158	.025				
2a Abitur	.015	-.420	.451	.010	.126	1,022	.643**	.120	1.167	.341**			.293	-.173	.759	.185	.058	1,022	2,1	2,5	
2b HAM-Nat	-.028**	-.050	-.006	-.354**		.979	-.017	-.044	-.010	-.176			.015	-.009	-.039	.184					
	Wise 2007/08							Wise 2007/08							Wise 2007/08						
1. Abitur	.252	-.243	.747	.153	.023		.145	-.337	.627	.091	.008		.282	-.229	.793	.165	.027				
2a Abitur	.203	-.308	.715	.123	.039	1,056	.060	-.429	.549	.037	.059		.280	-.251	.812	.164	.027	1,056	1,5	1,5	
2b HAM-Nat	-.020	-.069	.029	-.128		.947	-.036†	-.082	-.011	-.232†			-.001	-.052	-.050	-.003		.947	1,056	1,5	
	Wise 2009/10							Wise 2009/10							Wise 2009/10						
1. Abitur	-.204	-.1,299	.891	-.057	.003		-.002	-.1,368	1,364	.000	.000		.825†	-.322	1,973	.216†	.047				
2a Abitur	-.090	-.1,161	.981	-.025	.082	1,013	-.008	-.1,400	1,384	-.002	.000		.854†	-.313	2,020	.223†	.51	.987	1,013	2,3	
2b HAM-Nat	-.021*	-.043	.001	-.283*		.987	.001	-.028	-.030	.011			-.005	-.029	-.019	-.066		.987	1,013	2,3	
	Wise 2010/11							Wise 2010/11							Wise 2010/11						
1. Abitur	.092	-.1,196	1,381	.027	.001		.242	-.1,378	1,862	.056	.003		-.498	-.1,537	.541	-.176	.031				
2a Abitur	.321	-.976	1,617	.093	.077	1,057	.552	-.1,067	2,171	.127	.092		-.259	-.1,274	.757	-.091	.156	.946	1,057	1,1	
2b HAM-Nat	-.030	-.070	.010	-.284		.946	-.041†	-.091	-.009	-.307†			-.032*	-.063	.000	-.364*		.946	1,057	1,1	

Anmerkungen: B = Regressionskoeffizient; 95% CI = 95 % Konfidenzintervall; UG / OG = untere / obere Grenze des Konfidenzintervalls; TOL = Toleranz, VIF = Variance Inflation Factor
 Signifikanz: †p < 0,1, *p < 0,05, **p < 0,01

Tabelle 5: Regressionsmodell zur Vorhersage des Studienerfolgs (ZVP)

Modell ZVP	Anatomie			Physiologie			ZEK			Biochemie			Anatomie			Physiologie			ZEK			Biochemie		
	B	95% CI für B		Beta	R ²	Kollinearitätsstatistik		Durbin-Watson Statistik	B	95% CI für B		Beta	R ²	Kollinearitätsstatistik		Durbin-Watson Statistik	B	95% CI für B		Beta	R ²	Kollinearitätsstatistik		Durbin-Watson Statistik
		UG	OG			TOL	VIF			UG	OG			TOL	VIF			UG	OG			TOL	VIF	
1 Abitur	WiSe 2006/07																							
	,539**	,066	1,011	,324**	,105	,977	1,023	1,7	,383*	,007	,759	,292*	,085	,977	1,02	3	1,7	,545†	-1,291	,200	-,234†	,055	,975	1,026
	,589**	,116	1,061	,354**	,145	,977	1,023	1,7	,377	-,008	,761	,761	,086	,977	1,02	3	1,7	-,618†	-1,369	,133	-,265†	,091	,975	1,026
2a Abitur	WiSe 2007/08																							
	,017	-,007	,041	,202	,007	,977	1,023	1,7	-,002	-,022	,018	,018	,086	,977	1,02	3	1,7	-,042	-,113	,028	-,194	,091	,975	1,026
	-,245	-1,081	,590	-,098	,016	,975	1,026	1,8	-,044	-1,052	,964	-,016	,000	,807	1,239	2,5	2,5	-,301	-,803	1,405	,107	,064	,807	1,239
2b HAM-Nat	WiSe 2009/10																							
	-,023	-,101	,055	-,099	,007	,977	1,023	1,7	-,017†	-,040	,007	-,281†	,064	,807	1,239	2,5	2,5	-,042	-,113	,028	-,194	,091	,975	1,026
	1,190†	-,554	2,934	,259†	,132	,807	1,239	2,5	-,044	-1,052	,964	-,016	,000	,807	1,239	2,5	2,5	-,301	-,803	1,405	,107	,064	,807	1,239
1 Abitur	WiSe 2006/07																							
	-,667†	-1,512	,179	-,254†	,065	,977	1,023	2,4	-,004	-,025	,017	-,057	,012	,977	1,023	1,7	1,7	-,260	-,951	,431	-,124	,015	,993	1,007
	-,677†	-1,537	,183	-,258†	,067	,993	1,007	1,5	-,321	-,980	,338	-,154	,137	,993	1,007	2,3	2,3	-,321	-,980	,338	-,154	,137	,993	1,007
2a Abitur	WiSe 2007/08																							
	-,011	-,089	,067	-,047	,065	,993	1,007	1,5	-,066*	-,126	-,006	-,349*	,137	,993	1,007	2,3	2,3	-,066*	-,126	-,006	-,349*	,137	,993	1,007
	-,011	-,089	,067	-,047	,065	,993	1,007	1,5	-,066*	-,126	-,006	-,349*	,137	,993	1,007	2,3	2,3	-,066*	-,126	-,006	-,349*	,137	,993	1,007
2b HAM-Nat	WiSe 2009/10																							
	,402	-,874	1,678	,113	,013	,807	1,239	2,0	-,645	-1,641	,350	-,227	,052	,807	1,239	2,7	2,7	-,645	-1,641	,350	-,227	,052	,807	1,239
	1,008†	-,345	2,361	,283†	,134	,807	1,239	2,0	-,831	-1,947	,286	-,292	,069	,807	1,239	2,7	2,7	-,831	-1,947	,286	-,292	,069	,807	1,239
2b HAM-Nat	WiSe 2009/10																							
	-,029*	-,058	-,001	-,387*	,134	,807	1,239	2,0	,009	-,015	,033	,148	,069	,807	1,239	2,7	2,7	,009	-,015	,033	,148	,069	,807	1,239
	-,029*	-,058	-,001	-,387*	,134	,807	1,239	2,0	,009	-,015	,033	,148	,069	,807	1,239	2,7	2,7	,009	-,015	,033	,148	,069	,807	1,239

Anmerkungen: B = Regressionskoeffizient; 95% K.I. = 95 % Konfidenzintervall; UG / OG = untere / obere Grenze des Konfidenzintervalls; TOL = Toleranz, VIF = Variance Inflation Factor
 Signifikanz: †p < 0,1, *p < 0,05, **p < 0,01

ist, dass der HAM-Nat 2009 nicht wie in den Vorjahren freiwillig, sondern als Bestandteil des Auswahlverfahrens eingesetzt wurde. Die in dieser Studie untersuchten Studierenden dieser Jahrgangskohorte verfügten nicht nur über eine intensive Testvorbereitung, sondern waren auch bereits auf Basis ihres naturwissenschaftlichen Wissens zum Zahnmedizinstudium zugelassen. Im Prüfungsfach ZEK wurde kein Unterschied zwischen den Kohorten festgestellt, was sehr wahrscheinlich durch den praktischen Prüfungsteil bedingt ist. In diesem müssen vier praktische Phantomarbeiten angefertigt werden, für deren Vorhersage weder der HAM-Nat noch die Abiturdurchschnittsnote geeignet erscheinen.

Die Vorzeichen einzelner Korrelations- und Regressionskoeffizienten verhalten sich nicht nur entgegengesetzt zu den oben genannten Erwartungen, sondern auch entgegengesetzt zu den Ergebnissen in den Vergleichskohorten. Als wahrscheinlichste Erklärung ist die durch das Zulassungsverfahren und das Studium bedingte, hochselektive Stichprobenbeschaffenheit und -größe (siehe Tabelle 1) anzuführen. Die Untersuchungsvariablen verfügen über einen weniger symmetrisch ausgeprägten Wertebereich, was sich in Einzelfällen in inversen Vorzeichen und der sehr schwachen Stärkeausprägung der Koeffizienten widerspiegelt.

Die Daten der vorliegenden Studie stützen die Resultate von Hampe et al. [18] aus der Humanmedizin, welche für den HAM-Nat und die Abiturdurchschnittsnote Vorhersagen des vorklinischen Studienerfolgs im einstelligen Prozentbereich berichteten. Die Vorhersage der vorklinischen Studienleistung durch den HAM-Nat ist ähnlich hoch wie die durch den TMS [16]. Interessant ist dieses Ergebnis hinsichtlich der unterschiedlichen Testökonomie beider Studierfähigkeitstests, da die reine Durchführungszeit des HAM-Nat mit zwei Stunden deutlich geringer ist als die des TMS mit circa sechs Stunden.

In der Literatur allgemein und auch in der vorliegenden Untersuchung zeigt sich, dass der vorklinische, akademische Studienerfolg in der Zahnmedizin oftmals nur in einem geringen Ausmaß durch Studierfähigkeitstests und Schulabschlussnoten vorhergesagt werden kann. Erklären kann man diese Tatsache möglicherweise dadurch, dass diese Auswahlkriterien immer nur Wissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten auf Schulniveau widerspiegeln. Die Prüfungen im Studium der Zahnmedizin auf universitärem Niveau scheinen damit aber nur bedingt vorhersagbar zu sein; eher sind hierfür Faktoren wie die Leistungsmotivation der Studierenden oder ihre Prüfungsvorbereitungen ausschlaggebend. Insgesamt zeigt die Analyse der Einzelprüfungen ein deutlich differenziertes Bild hinsichtlich der vorklinischen Studienerfolgsprognostik als aggregierte Gesamtprüfungswerte.

Schlussfolgerung

Der Einsatz des HAM-Nat im Studierendenauswahlverfahren der Zahnmedizin verbessert deutlich die Vorhersage des vorklinischen, akademischen Studienerfolgs. Der

HAM-Nat kann von jeder Fakultät mit geringem finanziellen und organisatorischen Aufwand eingesetzt werden, um die Auswahlentscheidung zu verbessern und gleichzeitig auch den Bewerbern eine realistische Zulassungschance einzuräumen, deren Abiturdurchschnittsnote über 2.0 liegt.

Limiationen der Studie

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung basieren auf relativ kleinen Stichproben, in denen die Variabilität der Messdaten durch die Einladung zum Auswahlverfahren oder die Studienplatzzulassung eingeschränkt ist. Die Studienstichproben sind zwar repräsentativ, können aber aufgrund ihrer Beschaffenheit nicht immer alle Voraussetzungen statistischer Verfahren erfüllen.

Anmerkung

*Die geführte männliche Form impliziert gleichzeitig immer die weibliche.

Danksagung

Wir danken dem Dekan der Medizinischen Fakultät Hamburg, Herrn Prof. U. Koch-Gromus, für die Unterstützung der Arbeitsgruppe. Die Hilfe von Herrn Alexander Vogelsang erwies sich als unentbehrlich bei der Zusammenführung der Untersuchungsdatensätze, die Dank des Datensupports von Herrn Marco Böthern sowie den Lehrverantwortlichen der Departements Chemie und Physik der Universität Hamburg erstellt werden konnten. Frau Julia Weinberg und Frau Magdalena Sievers sei gedankt für ihre geduldige Aggregation aller Ergebnistabellen. Diese Studie wird durch den Förderfonds Lehre des Dekanats der Medizinischen Fakultät Hamburg und im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Universitätskollegs unterstützt.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass sie keine Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

Literatur

1. Heldmann W. Studierfähigkeit: Ergebnisse einer Umfrage. Göttingen: Schwartz; 1984.
2. Konegen-Grenier C. Studierfähigkeit und Hochschulzugang. Köln: Deutscher Institut-Verlag; 2002.
3. Hell B, Trapmann S, Schuler H. Eine Metaanalyse der Prognosekraft von Studierfähigkeitstests. *Emp Padagog.* 2007;21(3):251-270.

4. Zimmerhofer A, Trost G. Auswahl- und Feststellungsverfahren in Deutschland – Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. In: Schuler H, Hell B (Hrsg). Studierendenauswahl und Studienentscheidung. Göttingen: Hogrefe; 2008. S.32-42.
5. Trapmann S, Hell B, Weigand S, Schuler H. Die Validität von Schulnoten zur Vorhersage des Studienerfolgs-eine Metaanalyse. Z Padagog Psychol. 2007;21(1):11-27. DOI: 10.1024/1010-0652.21.1.11
6. Cortina KS, Baumert J, Leschinsky A, Mayer KU, Trommer L. Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt; 2008.
7. Arnold WH, Gonzalez P, Gaengler P. The predictive value of criteria for student admission to dentistry. Eur J Dent Educ. 2011;15(4):236-243. DOI: 10.1111/j.1600-0579.2010.00663.x
8. Lynch CD, McConnell RJ, Hannigan A. Dental school admissions in Ireland: can current selection criteria predict success? Eur J Dent Educ. 2006;10(2):73-79. DOI: 10.1111/j.1600-0579.2006.00398.x
9. Lievens F. Longitudinal Study of the Validity of Different Cognitive Ability Tests in a Student Admission Context. Appl HRM Res. 2004;9(1):27-30.
10. Salvatori P. Reliability and validity of admissions tools used to select students for the health professions. Adv Health Sci Educ. 2001;6(2):159-175. DOI: 10.1023/A:1011489618208
11. Smithers S, Catano VM, Cunningham DP. What Predicts Performance in Canadian Dental Schools? J Dent Educ. 2004;68(6):598-613.
12. Poole A, Catano VM, Cunningham DP. Predicting performance in Canadian dental schools: the new CDA structured interview, a new personality assessment, and the DAT. J Dent Educ. 2007;71(5):664-676.
13. Ward ST, Downey MC, Thompson AL, Collins MA. Predictors of success in dental hygiene education: a follow-up study. Int J Dent Hyg. 2010;84(1):24-28.
14. Curtis DA, Lind SL, Plesh O, Finzen FC. Correlation of admissions criteria with academic performance in dental students. J Dent Educ. 2007;71(10):1314-1321.
15. Holmes DC, Doering JV, Spector M. Associations among pre dental credentials and measures of dental school achievement. J Dent Educ. 2008;72(2):142-152.
16. Trost G, Flum F, Fay E, Klieme E, Maichle U, Meyer M, Nauels HU. Evaluation des Tests für Medizinische Studiengänge (TMS): Synopse der Ergebnisse. Bonn: ITB; 1998.
17. Hitpass J. Hochschulzulassung - Besonderer Auswahltest Zahnmedizin (BATZ). Z Exp Angew Psychol. 1978;25(1):75-94.
18. Hampe W, Klusmann D, Buhk H, Münch-Harrach D, Harendza S. Reduzierbarkeit der Abbrecherquote im Humanmedizinstudium durch das Hamburger Auswahlverfahren für Medizinische Studiengänge - Naturwissenschaftsteil (HAM-Nat). GMS Z Med Ausbild. 2008;25(2):Doc82. Zugänglich unter/available from: <http://www.egms.de/static/de/journals/zma/2008-25/zma000566.shtml>
19. Hissbach J, Klusmann D, Hampe W. Reliability of a science admission test (HAM-Nat) at Hamburg medical school. GMS Z Med Ausbild. 2011;28(3):Doc44. DOI: 10.3205/zma000756
20. Kothe C, Korbmacher H, Hissbach J, Ithaler D, Kahl-Nieke B, Reibnegger G, Hampe W. Welche Fähigkeiten brauchen Zahnmedizinierende? Auswahltests in Hamburg und Graz. Deut Zahnärztl Z. 2012;67(4):254-259.
21. Hissbach JC, Klusmann D, Hampe W. Dimensionality and predictive validity of the HAM-Nat, a test of natural sciences for medical school admission. BMC Med Educ. 2011;11(1):83. DOI: 10.1186/1472-6920-11-83
22. Hampe W, Hissbach J, Kadmon M, Kadmon G, Klusmann D, Scheutzel P. Wer wird ein guter Arzt? Bundesgesundhbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz. 2009;52(8):821-830. DOI: 10.1007/s00103-009-0905-6
23. Walcott AM, Knight GW, Charlick RE. Waxing tests as predictors of students' performance in preclinical dentistry. J Dent Educ. 1986;50(12):716-721.
24. Brosius F. SPSS 19. 1st ed. Heidelberg u.a.: mitp; 2011.
25. Bortz J, Döring N. Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler. 4th ed. Heidelberg: Springer; 2006. DOI: 10.1007/978-3-540-33306-7
26. Bradley JV. The insidious L-shaped distribution. Bull Psychonomic Soc. 1982;20(2):85-88.
27. Cohen JC, West P, Aiken S. Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences. 3rd ed. Mahwah: L. Erlbaum Associates; 2003.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Wolfgang Hampe
 Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Zentrum für Experimentelle Medizin, Institut für Biochemie und Molekulare Zellbiologie, AG Auswahlverfahren, Martinstraße 52, 20246 Hamburg, Deutschland, Tel.: +49 (0)40/7410-59967, Fax: +49 (0)40/7410-54592
hampe@uke.de

Bitte zitieren als

Kothe C, Hissbach J, Hampe W. Das Hamburger Auswahlverfahren in der Zahnmedizin – Einführung des HAM-Nat als fachspezifischer Studierfähigkeitstest. GMS Z Med Ausbild. 2013;30(4):Doc46. DOI: 10.3205/zma000889, URN: <urn:nbn:de:0183-zma000889>

Artikel online frei zugänglich unter

<http://www.egms.de/en/journals/zma/2013-30/zma000889.shtml>

Eingereicht: 27.02.2013

Überarbeitet: 21.06.2013

Angenommen: 15.08.2013

Veröffentlicht: 15.11.2013

Copyright

©2013 Kothe et al. Dieser Artikel ist ein Open Access-Artikel und steht unter den Creative Commons Lizenzbedingungen (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.de>). Er darf vervielfältigt, verbreitet und öffentlich zugänglich gemacht werden, vorausgesetzt dass Autor und Quelle genannt werden.

The Hamburg Selection Procedure for Dental Students – Introduction of the HAM-Nat as subject-specific test for study aptitude

Abstract

Introduction: The present study examines the question whether the selection of dental students should be based solely on average school-leaving grades (GPA) or whether it could be improved by using a subject-specific aptitude test.

Methods: The HAM-Nat Natural Sciences Test was piloted with freshmen during their first study week in 2006 and 2007. In 2009 and 2010 it was used in the dental student selection process. The sample size in the regression models varies between 32 and 55 students.

Results: Used as a supplement to the German GPA, the HAM-Nat test explained up to 12% of the variance in preclinical examination performance. We confirmed the prognostic validity of GPA reported in earlier studies in some, but not all of the individual preclinical examination results.

Conclusion: The HAM-Nat test is a reliable selection tool for dental students. Use of the HAM-Nat yielded a significant improvement in prediction of preclinical academic success in dentistry.

Keywords: student selection dentistry, prediction of study success, admission test

Christian Kothe¹
Johanna Hissbach¹
Wolfgang Hampe¹

1 University Medical Center
Hamburg-Eppendorf, Center
of Experimental Medicine,
Department of Biochemistry
and Molecular Cell Biology,
Hamburg, Germany

Introduction

How am I supposed to know if I am qualified to study dentistry? This question arises for both applicants and faculty officials, who are keen to keep their student dropout rates as low as possible. One answer to this question can be found in Heldmann's definition of a person's aptitude for study: "*Aptitude for study includes not only specific intellectual inclinations, prior academic education and instrumental conditions, but also a quality that can best be described as a desire to cultivate one's formation of the heart.*" [1], p. 184, [translation by author].

Just like the "*formation of the heart*" other facets of study aptitude like strong interest in the subject, curiosity and communications skills are difficult to measure [2]. Therefore, study success is commonly used as the outcome measure. Unlike aptitude for study, study success can be operationalized in a number of different ways – from results in interim and final examinations or in individual seminars, to length of study, number of repeat examinations and personal satisfaction with the study course. Examination results are useful as a standard for quantification of study performance on a clearly defined scale and are based on data that are easy to collect [3].

School grades

Average school grade points (GPA) are generally considered to be the best predictors of study success measured in grades [4]. The meta-analysis published by Trapmann et al. [5] in 2007 contains all available studies in the European academic region since 1980 on the correlation between school grades and study success. The authors reported mean, corrected validity coefficients ranging from $\rho=0.26$ to $\rho=0.53$ for study results, whereby the peak prognostic validity is attained by GPA acquired in Germany. However, it's questionable to use the German GPA as a general indicator of study aptitude and as a selection criterion, because of its different regulations in the federal states of Germany [6].

Specific results for dental study courses have been reported by Arnold et al. (2011) [7]. The authors found moderate, positive correlations between the German GPA and the preliminary science examination ($r=0.34$, $p<.001$), the preliminary dental examination ($r=0.27$, $p<.001$) and the state examination ($r=0.27$, $p<.001$). Twelve percent of the performance variance for the preliminary science examination (NVP) were explained by the German GPA, and 7% for the preliminary dental examination (ZVP) as for the state examination. Studies performed in other European countries [8], [9], in Canada [10], [11], [12] or the USA [13], [14], [15] yielded similar results.

Study aptitude tests

Subject-specific study aptitude tests measure cognitive abilities required for a specific subject of study [4], to make predictions of study success more reliable. The meta-analysis published by Hell et al. [3] reported a moderate, corrected validity of $\rho=0.35$ for the Test of Medical School (TMS) [16] from eight cumulative primary studies with a total population of 5.871 dental students, which explained 12.4% of the variance of study grades in preclinical and clinical dentistry. Embedding the TMS results into the German GPA significantly increased the accuracy of the study success prediction, even though GPA was the stronger predictor [5]. The dental study aptitude test "Besonderer Auswahltest Zahnmedizin" (BATZ, [17]) was performed in Germany during the 1970s and supports these findings. In 1978 Hitpass [17] found only low correlations between the ZVP examinations at the end of the fifth semester and GPA ($r=0.25$), respectively between ZVP and BATZ ($r=0.34$). However, if the two criteria are combined, there is a moderate correlation of $r=0.42$; the increase in the explained variance obtained with the BATZ was 11%.

The Hamburg selection procedure

Prior to the winter semester (WiSe) 2008/09, GPA was the only admission criterion for dental applicants at the University Medical Center Hamburg-Eppendorf (UKE). In order to improve the accuracy of study success predictions obtained from use of GPA, a subject-specific aptitude test entitled "The Hamburg Assessment Test for Medicine - Natural Sciences Test" (HAM-Nat) was developed for admission of medical and dental students [18].

The HAM-Nat is a multiple-choice test at high school level with a focus on aspects of mathematics, physics, chemistry and biology relevant for medical studies. Applicants receive a list of subjects to enable them to prepare for the HAM-Nat and, at the same time, for the syllabus of the first study semesters. Thus strongly motivated applicants were able to gain an advantage by intensive revision of their knowledge in these subjects [19].

The HAM-Nat was tested in 2006 and 2007 in the first study week [18] with medical and dental students, who were admitted by other criteria, before the paper based science test was first used for the selection of dental students in WiSe 2009/10. The 200 applicants with the best GPA, who had listed Hamburg as their first preference, were invited to take the HAM-Nat test. The admission criterion was a combination of HAM-Nat results (max. 59 points) and German GPA (max. 60 points). This meant that some applicants with a GPA as low as 2.2 obtained admission if they gained a good HAM-Nat result. In 2010 our selection procedure was extended by a wire-bending test (HAM-Man) to determine applicants' manual abilities as a predictor of performance in the preclinical laboratory courses [20], [Manuscript in preparation].

There are already two validation studies for the HAM-Nat Natural Sciences Test in medicine. Hampe et al. [18] found a stronger prognostic validity for the HAM-Nat ($R^2=0.095$, $p<.001$) as for the German GPA ($R^2=0.066$, $p<.001$) with reference to preclinical academic success in the first two semesters. Inclusion of the HAM-Nat as an additional predictor over the German GPA yielded an incremental validity of 6.4%. In another HAM-Nat validation study Hissbach et al. [21] reported parallel-test reliabilities within the range of $0.53<r_t<0.67$ and retest-reliabilities between $0.53<r_t<0.67$. The authors also reported a correlation of $r=-0.24$ between HAM-Nat and GPA. The HAM-Nat test module "Scientific Thinking", whose content and structure corresponds to the TMS module "Basic Medical-scientific Understanding", correlated between $r=0.21$ and $r=0.34$ with various HAM-Nat versions.

The use of an additional selection instrument is of particular interest, as eight out of 29 German dental faculties were still using GPA as the only criterion for the selection of dental students in 2012. Only one other medical faculty, Witten-Herdecke, is using a self-developed aptitude test; seven others are using the TMS [22], [<http://www.hochschulstart.de/index.php?id=3683>]. It does not make much sense to use cognitive abilities as prediction a criterion for performance in preclinical laboratory courses [23] and that is why the HAM-Nat is not used in that case.

Aim of study

The present study investigates whether the prediction of the preclinical academic success is increased by the launch of the HAM-Nat in addition to GPA, so that its implementation in the selection of dental students is worth the effort, which means a better prognostic validity of our admission procedure. It is anticipated that the HAM-Nat will prove its worth as an additional selection instrument to GPA, which is why not only examinations in physics and chemistry, but also in NVP and the ZVP should be predicted by the HAM-Nat. The enhancement of the prognostic validity would justify the work and expense related to the HAM-Nat in the admission of dental students. It is impossible to address the question, whether the dropout of dental students can be reduced by the HAM-Nat as has been shown for the medical course [18], because the sample size is too small and the observation period is too short.

Methods

In the present study HAM-Nat and GPA of 2006, 2007, 2009 and 2010 are predictors of study success. The dependent variable "academic study success" is operationalized as grade points in physics and chemistry examinations as well as grades in NVP and ZVP examinations. The study population is subdivided into four cohorts

(2006-2010). All participants gave written informed consent.

HAM-Nat

In 2006 the HAM-Nat test consisted of 52 multiple-choice items, which were increased to 60 in 2007. The dental freshmen admitted either by GPA or by waiting period quota were allowed 1.5 minutes for each question. Participation in the study was voluntary; there had been no preparation for the tests. The HAM-Nat was launched as a selection instrument in the dental admission procedure in 2009. The amount of multiple-choice questions was raised to 80. All applicants in 2009 and 2010 had free access to a list of HAM-Nat subject areas and two practice versions of the HAM-Nat via the UKE homepage.

The work and effort of the HAM-Nat is similar to a regular examination. Two faculty employees and four student assistants were in charge of the procedure. The lecture hall with a capacity for 200 applicants was provided free of charge by the University Hamburg. The questions were drafted in consultation with high school and university teaching staff. Answer sheets were evaluated by two faculty employees using high-resolution point scanners.

German GPA

The dental freshmen (2006 and 2007 cohort) provided their GPA (1=very good to 4=satisfactory) in a separate questionnaire. In 2009 and 2010 the applicants' GPA were provided by the "Stiftung für Hochschulzulassung" (SfH, Institute for University Admissions) in context of the admission procedure.

Academic study success in the preclinical phase

There are no recently published studies which show any prediction of course performance in the first semesters or exam subjects of the NVP and the ZVP separately; instead, most predictions are based on cumulative overall data [7], [8], [9], [10], [12], [13], [15]. This method leads only to average data on study performance that does not clearly identify individual prognostic effects for single examinations. Consequently, study success was operationalized as grade points for the examinations in physics in the first and in chemistry in the second semester. The NVP taken at the end of the second semester includes oral tests in physics, chemistry, and biology. The ZVP at the end of the fifth semester includes oral tests in anatomy, physiology, biochemistry, and dental prosthetics (ZEK). The ZEK examination is divided into an oral and a practical section, which are equally represented in the examination grade. The grades of the NVP and ZVP examinations are awarded on the same basis as in the German school system, that goes from 1 (very good) to 6 (insufficient).

Statistical analysis

The first step in the evaluation involves presentation of the descriptive data, including the Pearson correlations between GPA, the HAM-Nat and academic study success. Regression analysis is used to determine the influence of GPA and HAM-Nat as predictors of preclinical academic study success. The first regression model only contains GPA, but in the second regression model HAM-Nat data are included additionally to GPA. This proceeding allows the computation of predictive power for both predictors at the same time and hence the calculation of incremental validity of HAM-Nat over GPA. The coefficient of determination R^2 indicates the percentage of explained variance in study performance by GPA and HAM-Nat. The standardized regression coefficients β can be used to compare the prognostic power of each predictor.

In order to identify biases in data analysis, the multiple regression models are tested for multicollinearity and auto-correlation of residuals. Durbin-Watson values approaching either to 0 or 4 indicate auto-correlation of the residuals. In order to preclude the presence of multicollinearity [24], the variance inflation factor (VIF) must not exceed 10 and the tolerance levels must not lie below 0.2. The software PASW Statistics 18.03 was used for the statistical computations.

Results

Descriptive statistics

The demographic analysis just showed minimal differences in age and gender between the candidates of the four cohorts (see Table 1). Only in cohort WiSe 2010/11 the gender ratio was roughly equal with 25 women and 23 men. In summary, the descriptive analysis revealed homogenous characteristics of the study variables across all four cohorts. The skewness, excess and significance of the Shapiro-Wilk statistics ($\alpha < 0.05$) indicated a non-parametric distribution for most of the variables (see Table 1), but it has been shown, that a violation of normal distribution has very low influence on parameter estimation for correlation and regression coefficients. However, the rejection of normal distribution affects adversely the quality of the significance tests, which therefore should be interpreted cautiously [25], [26], [27].

Correlations of predictors with preclinical academic study success

The correlations between GPA and HAM-Nat were extremely low in all four cohorts (see Table 2), indicating a sound discriminant validity. The linear relations of GPA and HAM-Nat as predictors of study performance differed between the four cohorts, and in some cases they even exhibited an inverse direction (see Table 2). For example, the positive relation between GPA and physics examination grades in cohort 2009/10 ($r=0.21$, n.s.) indicated

Table 1: Descriptive statistics

variable	cohorts	n	M (SD)	min/max	σ^2	skew	exz	p S-W
HAM-Nat	WiSe 2006/07	55	27,7 (10,05)	11 / 50	100,95	0,53	-0,44	,10
	WiSe 2007/08	52	16,1 (5,36)	5 / 29	28,68	0,12	-0,23	,61
	WiSe 2009/10	48	34,5 (11,83)	0 / 61	140,05	-1,20	2,98	,01
	WiSe 2010/11	43	39,7 (9,12)	19 / 56	83,19	-0,25	-0,47	,02
GPA	WiSe 2006/07	55	2,1 (0,53)	1,4 / 3,5	0,28	0,98	0,01	,00
	WiSe 2007/08	52	2,0 (0,54)	1,0 / 3,5	0,29	0,86	0,46	,00
	WiSe 2009/10	48	1,9 (0,23)	1,5 / 2,4	0,05	0,18	-0,84	,05
	WiSe 2010/11	43	1,9 (0,22)	1,5 / 2,3	0,05	-0,29	-0,52	,00
Physics exam (point count)	WiSe 2006/07	53	33,9 (7,37)	6 / 45	54,38	-1,34	3,70	,31
	WiSe 2007/08	52	36,8 (5,88)	17 / 47	34,54	-0,58	1,21	,03
	WiSe 2009/10	47	30,9 (6,56)	12 / 46	43,08	0,19	0,86	,08
	WiSe 2010/11	35	35,3 (4,09)	28 / 44	16,76	0,07	-0,56	,06
Chemistry exam (point count)	WiSe 2006/07	50	53,6 (9,07)	40,25 / 73	82,33	0,29	-1,01	,08
	WiSe 2007/08	50	44,5 (11,67)	0 / 66	136,18	-1,38	3,46	,42
	WiSe 2009/10	46	51,1 (8,17)	32,5 / 72	66,80	0,23	0,10	,44
	WiSe 2010/11	33	64,3 (13,39)	21,5 / 90,5	179,36	-0,44	2,28	,01
NVP Physics	WiSe 2006/07	48	1,8 (0,83)	1 / 3	0,68	0,28	-1,48	,00
	WiSe 2007/08	46	2,0 (0,86)	1 / 4	0,73	0,49	-0,47	,00
	WiSe 2009/10	45	1,8 (0,81)	1 / 3	0,65	0,34	-1,37	,00
	WiSe 2010/11	32	1,8 (0,77)	1 / 3	0,60	0,28	-1,21	,00
NVP Chemistry	WiSe 2006/07	48	2,7 (1,01)	1 / 5	1,03	-0,09	-0,57	,00
	WiSe 2007/08	46	2,9 (0,83)	1 / 4	0,69	-0,37	-0,40	,00
	WiSe 2009/10	45	2,8 (1,0)	1 / 5	1,01	-0,04	-0,62	,00
	WiSe 2010/11	32	2,8 (0,97)	1 / 4	0,93	-0,52	-0,53	,00
NVP Biology	WiSe 2006/07	48	2,0 (0,85)	1 / 4	0,72	0,43	-0,52	,00
	WiSe 2007/08	46	1,9 (0,89)	1 / 4	0,78	0,67	-0,44	,00
	WiSe 2009/10	45	1,9 (0,86)	1 / 4	0,75	0,35	-1,03	,00
	WiSe 2010/11	32	1,8 (0,63)	1 / 3	0,39	0,12	-0,36	,00
ZVP Anatomy	WiSe 2006/07	47	2,4 (0,90)	1 / 4	0,82	-0,05	-0,74	,00
	WiSe 2007/08	40	2,5 (1,28)	1 / 6	1,64	1,18	1,32	,00
	WiSe 2009/10	34	2,4 (0,99)	1 / 4	0,98	-0,03	-0,98	,00
ZVP Physiology	WiSe 2006/07	47	1,9 (0,71)	1 / 4	0,51	0,57	0,51	,00
	WiSe 2007/08	40	2,0 (1,20)	1 / 6	1,44	1,88	4,53	,00
	WiSe 2009/10	34	1,6 (0,60)	1 / 3	0,37	0,40	-0,60	,00
ZVP Biochemistry	WiSe 2006/07	47	2,4 (0,90)	1 / 4	0,81	0,02	-0,72	,00
	WiSe 2007/08	39	2,3 (1,28)	1 / 6	1,65	1,22	1,61	,00
	WiSe 2009/10	34	1,9 (0,77)	1 / 4	0,59	0,63	0,30	,00
ZVP ZEK	WiSe 2006/07	47	2,8 (0,72)	1 / 4	0,52	-0,38	0,29	,00
	WiSe 2007/08	39	2,8 (1,02)	1 / 6	1,05	1,31	3,44	,00
	WiSe 2009/10	34	2,4 (0,61)	1 / 4	0,38	0,24	-0,13	,00
Gender	WiSe 2006/07	55	62 % female, 38 % male			0,50	-1,82	,00
	WiSe 2007/08	52	73 % female, 27 % male			1,07	-0,89	,00
	WiSe 2009/10	48	65 % female, 35 % male			0,66	-1,63	,00
	WiSe 2010/11	48	52 % female, 48 % male			-0,05	-2,10	,00
Age*	WiSe 2006/07	55	21,7 (3,88)	18 / 40	15,04	2,76	9,74	,00
	WiSe 2007/08	52	22,1 (4,16)	18 / 38	17,31	1,79	3,38	,00
	WiSe 2009/10	48	20,9 (2,92)	18 / 31	8,54	2,13	4,46	,00
	WiSe 2010/11	43	22,1 (4,16)	18 / 38	17,31	1,79	3,38	,00

Note: n = sample size, M = mean value, SD = standard deviation, min / max = minimum / maximum, σ^2 = variance, skew = skewness, exz = excess kurtosis, p S-W = significance of Shapiro-Wilk test; gender: 1 = female, 2 = male

* Age at time of HAM-Nat test

Table 2: Correlations between predictors and study success criteria

variable	cohort	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
01. HAM-Nat (point count)		1												
	WiSe 2006/07		-0,17											
	WiSe 2007/08		-0,14											
	WiSe 2009/10		-0,01											
02. GPA (Grade)		0,01												
	WiSe 2006/07	0,25*	-0,01											
	WiSe 2007/08	0,10	-0,05											
	WiSe 2009/10	-0,15	0,21†											
03. Physics exam (point count)		0,25†	0,01											
	WiSe 2006/07	0,38**	-0,45**	1										
	WiSe 2007/08	0,09	0,04	0,33*	1									
	WiSe 2009/10	0,25†	-0,09	0,13	1									
04. Chemistry exam (point count)		0,22	0,08	0,50**	1									
	WiSe 2006/07	-0,36*	0,06	-0,32*	-0,38**	1								
	WiSe 2007/08	-0,16	0,15	-0,31*	-0,40**	1								
	WiSe 2009/10	-0,29*	-0,06	-0,09	-0,42**	1								
05. NVP Physics (Grade)		-0,26†	0,03	-0,44*	-0,15	1								
	WiSe 2006/07	-0,23†	0,37*	-0,11	-0,47**	0,35*	1							
	WiSe 2007/08	-0,24†	0,09	0,01	-0,36*	0,41**	1							
	WiSe 2009/10	0,01	0,00	-0,14	-0,38*	0,20	1							
06. NVP Chemistry (Grade)		-0,28†	0,06	0,06	-0,04	0,05	1							
	WiSe 2006/07	0,16	0,16	-0,08	-0,1	0,15	0,35*	1						
	WiSe 2007/08	-0,04	0,17	-0,38**	-0,16	0,29*	0,05	1						
	WiSe 2009/10	-0,04	0,22†	-0,12	-0,32*	0,31*	0,06	1						
07. NVP Biology (Grade)		-0,38*	-0,18	0,01	-0,27†	0,08	0,27†	1						
	WiSe 2006/07	0,15	0,32*	-0,15	-0,18	0,34*	0,42**	0,44**	1					
	WiSe 2007/08	-0,08	-0,08	-0,51**	-0,55**	0,37*	0,34*	0,42**	1					
	WiSe 2009/10	-0,28†	0,09	-0,16	-0,19	0,17	-0,08	0,19	1					
08. ZVP Anatomy ^a (Grade)		-0,07	0,29*	0,11	-0,13	0,30*	0,16	0,08	0,12	1				
	WiSe 2006/07	-0,15	-0,23†	-0,16**	-0,36*	0,27†	0,20	0,39*	0,74**	1				
	WiSe 2007/08	-0,23†	-0,02	-0,23	-0,10	0,35*	-0,05	-0,10	0,19	1				
	WiSe 2009/10	-0,11	0,24†	-0,28*	-0,31*	0,66**	0,37*	0,42**	0,51**	0,25*	1			
09. ZVP Physiology ^{a†} (Grade)		-0,03	-0,25†	-0,16**	-0,49**	0,35*	0,24†	0,18	0,78**	0,66**	1			
	WiSe 2006/07	-0,26†	0,11	0,03	-0,18	0,28†	0,20	0,11	0,55**	0,29†	1			
	WiSe 2007/08	-0,07	0,09	0,21†	-0,14	0,27*	0,27*	0,22†	0,24†	0,24†	0,17	1		
	WiSe 2009/10	-0,34*	-0,12	-0,50**	-0,30*	0,31*	0,12	0,25†	0,54**	0,55**	0,63**	1		
10. ZVP Biochemistry ^{a†} (Grade)		0,02	-0,23	-0,27†	0,16	0,15	-0,13	0,25†	0,37*	-0,02	0,24†	1		
	WiSe 2006/07	0,11	0,11	-0,01	-0,04	-0,09	0,04	0,21†	0,06	0,00	0,08	0,09	1	
	WiSe 2007/08	0,52**	-0,06	0,03	0,16	0,01	-0,14	-0,15	0,03	-0,05	0,06	-0,28*	1	
	WiSe 2009/10	-0,07	0,24†	0,04	-0,02	-0,30*	0,04	0,06	0,23†	0,06	0,11	-0,13	1	
11. ZVP ZEK ^a (Grade)		0,40**	0,08	0,01	0,02	0,29†	0,07	-0,15	a	a	a	a	1	
	WiSe 2006/07													1
	WiSe 2007/08													1
	WiSe 2009/10													1
12. Gender (1 = female, 2 = male)														1
	WiSe 2006/07													1
	WiSe 2007/08													1
	WiSe 2009/10													1

Note: ZEK = dental prosthodontics examination in the ZVP; Significance levels: † $p < 0,1$, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$; a = ZVP not yet completed

that a higher grade in the physics course corresponds to a lower GPA. Another example is the positive correlation between HAM-Nat and the NVP biology exam grade in cohort WiSe 2006/07 ($r=0.16$, n.s.), instead of the expected negative correlation, as displayed in cohort WiSe 2010/11 ($r=-0.38$, $p<.05$).

Prediction of preclinical academic study performance

The results of the regression analyses are shown in Tables 3 to 5. Even though multi-collinearity and auto-correlation of residuals were not present, the significance tests must be interpreted with caution. As already observed in the correlation analysis, a few of the regression coefficients of GPA and HAM-Nat were negative, i.e. they indicated a direction for the relation between predictor and study performance that contradicts not only our expectations, but also the results obtained from other cohorts of our study.

Grade point average mostly explained less than 5% of the academic performance variance of subjects in the first two semesters (see Table 3) and the NVP (see Table 4), but there were also some prominent coefficients of determinations, e.g. for the chemistry course of the cohort WiSe 2006/07 ($R^2=0.204$). The findings revealed a different characteristic for the HAM-Nat. Mostly more than 5% of the academic study performance variance in the first two semesters was explained by the science test (see Table 3). Comparisons of standardized regression coefficients β showed that HAM-Nat proved to be a stronger predictor of academic performance in physics and chemistry in three of four cohorts than GPA. Similar findings were obtained for the performance predictions of the NVP exam subjects physics and chemistry, but those could not be confirmed in the prediction of the biology examinations (see Table 4).

Only the predictions of academic performance in the ZVP examinations revealed different tendencies for both predictors within the three study cohorts (see Table 5). In the cohorts of WiSe 2006/07 and 2007/08 (pilot testing) the difference of predicted academic performance was up to a maximum of 4% between GPA and HAM-Nat in the exam subjects anatomy, physiology and biochemistry, but in the cohort WiSe 2009/10 the percentage of predicted academic performance was 10% higher in anatomy and biochemistry and 6.4% higher in physiology for the HAM-Nat compared to the German GPA.

Discussion

The present study investigated whether the selection of dental students was improved by the study aptitude test HAM-Nat. The findings did not prove to be consistent across all cohorts and preclinical examinations, which might be caused by the diverging characteristics of the cohorts. However, the findings revealed a clear trend indicating the HAM-Nat as an additional selection criterion

to the German GPA in the admission of dental students, which improves the predictions of preclinical academic study success in dentistry.

All in all, the predictive power of HAM-Nat seems to be stronger as compared to GPA, especially for the study performance in physics and chemistry (see Table 3). This could be due to the relatively low science proportion in the German GPA. The very low negative correlations between HAM-Nat and GPA (see Table 2) showed high discriminant validity for both predictors. Therefore, HAM-Nat and GPA reflect different cognitive abilities and skills, which supports the use of both predictors in dental admission.

The results of the ZVP examination were significantly better predicted by the HAM-Nat in comparison to GPA, but just in cohort WiSe 2009/10 (see Table 5). A possible explanation could be that the HAM-Nat test was already an essential element of the dental selection procedure in 2009 and participation was compulsory. It should therefore be presumed that students of this cohort prepared themselves intensively for the science test. Moreover, they had already been admitted partly on the basis of their science test results. However, GPA und HAM-Nat showed no differences in predictions of the ZEK examination in all three cohorts. This is probably attributable to the technical-practical section of the examination, in which students have to complete four practical examinations on a full-faced manikin with torso. Neither HAM-Nat nor GPA appears suitable for the prediction of performance in this type of examination.

The signs of single correlation and regression coefficients ran contrary not only to the aforementioned expectations, but also to results in other cohorts. The most probable explanation is the highly selective sample caused by the admission procedure and dropout in the first semesters (see Table 1). The study variables have a rather asymmetrical range of values, which is reflected in single cases by inverse signs and extremely low values of the coefficients.

The data obtained in the present study supported the results for medical students of Hampe et al. [18], who reported predictions of preclinical study success in the single-digit percentage area by HAM-Nat and GPA. The prediction of preclinical study performance by HAM-Nat is similar to that obtained by TMS [16], but this finding is only of further interest in relation to the different test efficiencies of both study aptitude tests. The HAM-Nat test has an average duration of two hours, the participants need roughly six hours for completing the TMS. It is evident from the literature and the present study that prediction of preclinical academic success in dentistry will only be possible to a low level with instruments like GPA and study aptitude tests. This could probably be explained by the fact that these selection criteria only reflect an applicant's knowledge, skills and abilities at high school level. Consequently, the predictability of results obtained by dental students in examinations at university level appears rather limited compared to students' motivation and their exam preparations, which should be more

Table 3: Regression model on prediction of study success in Physics and Chemistry course (Point count in test)

Modell	Physics course (1st semester)						Chemistry course (2nd semester)									
	B	95% CI for B		Beta	R ²	Collinearity statistics TOL VIF	Durbin-Watson statistics	B	95% CI for B		Beta	R ²	Collinearity statistics TOL VIF		Durbin-Watson statistics	
		LE	UE						LE	UE			TOL	VIF		TOL
	WiSe 2006/07						WiSe 2006/07									
1 GPA	-,126	-4,127	3,875	-,009	,005											
2a GPA	,672	-3,333	4,677	,047	,064	1,049	2,2									
2b HAM-Nat	,193*	-,016	,403	,260*		,953						,293	,959	1,043	1,5	
	WiSe 2007/08						WiSe 2007/08									
1 GPA	-,574	-3,677	2,529	-,052	,003											
2a GPA	-,428	-3,582	2,725	-,039	,012	1,020	1,6									
2b HAM-Nat	,105	-,212	,421	,095		,980						,010	,981	1,019	1,6	
	WiSe 2009/10						WiSe 2009/10									
1 GPA	6,520	-2,450	15,490	,213	,045											
2a GPA	6,831†	-2,143	15,806	,223†	,071	1,004	1,6									
2b HAM-Nat	-,097	-,275	,081	-,159		,996						,074	,996	1,004	1,8	
	WiSe 2010/11						WiSe 2010/11									
1 GPA	,095	-6,360	6,550	,005	,000											
2a GPA	-1,225	-7,815	5,365	-,067	,066	1,080	1,7									
2b HAM-Nat	,149†	-,053	,351	,267†		,926						,048	,954	1,048	1,6	

Note: B = regression coefficient; 95% CI = 95 % confidence interval; LE/UE = Lower/Upper Endpoint; TOL = tolerance, VIF = variance inflation factor
Significance levels: †p < .1, *p < .05, **p < .01

Table 4: Regression model on prediction of study success in the NVP

Model	NVP Physics						NVP Chemistry						NVP Biology									
	95% CI for B		Beta	R ²	Collinearity statistics		Durbin-Watson statistics	95% CI for B		Beta	R ²	Collinearity statistics		Durbin-Watson statistics	95% CI for B		Beta	R ²	Collinearity statistics		Durbin-Watson statistics	
	LE	UE			TOL	VIF		LE	UE			TOL	VIF		LE	UE			TOL	VIF		LE
	Wise 2006/07						Wise 2006/07						Wise 2006/07									
1 GPA	,095	-,360	,550	,062	,004			,692**	,171	1,213	,367**	0,134			,251	,714	,158	,025				
2a GPA	,015	-,420	,451	,010				,643**	,120	1,167	,341**				,293	,759	,185					
2b HAM-Nat	-,028**	-,050	-,006	-,354**	,126	1,022	2,0	-,017	,044	,010	-,176	0,165	,979	1,022	2,1			,058	,979	1,022	2,5	
	Wise 2007/08						Wise 2007/08						Wise 2007/08									
1 GPA	,252	-,243	,747	,153	,023			,145	-,337	,627	,091	,008			,282	-,229	,793	,165	,027			
2a GPA	,203	-,308	,715	,123				,060	-,429	,549	-,037				,280	-,251	,812	,164				
2b HAM-Nat	-,020	-,069	,029	-,128	,039	1,056	2,2	-,036†	-,082	,011	-,232†	0,059	,947	1,056	1,6			,027	,947	1,056	1,5	
	Wise 2009/10						Wise 2009/10						Wise 2009/10									
1 GPA	-,204	-,1299	,891	-,057	,003			-,002	1,368	1,364	,000	,000			,825†	-,322	1,973	,216†	,047			
2a GPA	-,090	-,161	,981	-,025				-,008	1,400	1,384	-,002	,000			,854†	-,313	2,020	,223†				
2b HAM-Nat	-,021*	-,043	,001	-,283*	,082	1,013	2,3	,001	-,028	,030	,011	,000	,987	1,013	1,8			,51	,987	1,013	2,3	
	Wise 2010/11						Wise 2010/11						Wise 2010/11									
1 GPA	,092	-,1196	1,381	,027	,001			,242	1,378	1,862	,056	,003			-,498	1,537	,541	-,176	,031			
2a GPA	,321	-,976	1,617	,093				,552	1,067	2,171	,127	,092			-,259	1,274	,757	-,091	,156			
2b HAM-Nat	-,030	-,070	,010	-,284	-,077	1,057	2,4	-,041†	-,091	,009	-,307†	,000	,946	1,057	1,8			,946	,946	1,057	1,1	

Note: B = regression coefficient; 95% CI = 95 % confidence interval; LE/UE = Lower/Upper Endpoint; TOL = tolerance, VIF = variance inflation factor
Significance levels: †p < .1, *p < .05, **p < .01

Table 5: Regression model on prediction of study success (ZVP)

Model ZVP	Anatomy	B	95% CI for B		Beta	R ²	Collinearity statistics		Durbin-Watson statistics	Model ZVP	Physiology	B	95% CI for B		Beta	R ²	Collinearity statistics		Durbin-Watson statistics
			LE	UE			TOL	VIF					LE	UE			TOL	VIF	
Anatomy	1 GPA	.539**	.066	1,011	.324**	.105				1 GPA		WiSe 2006/07	.007	.759	.292*	.085			
	2a GPA	.589**	.116	1,061	.354**	.145	.977	1,023	1,7	2a GPA		.377	-.008	.761	.761	.086	.977	1,02	3
	2b HAM-Nat	.017	-.007	.041	.202					2b HAM-Nat		-.002	-.022	.018	.018				
Anatomy	1 GPA	-.206	-1,023	.611	-.083	.007				1 GPA		WiSe 2007/08	.200	-.234†	.055				
	2a GPA	-.245	-1,081	.590	-.098	.016	.975	1,026	1,8	2a GPA		-.618†	-1,369	.133	-.265†	.091	.975	1,026	1,5
	2b HAM-Nat	-.023	-.101	.055	-.099					2b HAM-Nat		-.042	-.113	.028	-.194				
Anatomy	1 GPA	.396	-1,251	2,044	.086	.007				1 GPA		WiSe 2009/10	.964	-.016	.000				
	2a GPA	1,190†	-.554	2,934	.259†	.132	.807	1,239	2,5	2a GPA		.301	-.803	1,405	.107	.064	.807	1,239	1,7
	2b HAM-Nat	-.038*	-.075	-.001	-.394*					2b HAM-Nat		-.017†	-.040	.007	-.281†				
Biochemistry	1 GPA	-.392†	-.092	.876	.236†	.056				1 GPA		WiSe 2006/07	.518	.092	.008				
	2a GPA	.374†	-.120	.868	.225†	.061	.977	1,023	2,4	2a GPA		.110	-.295	.516	.083	.012	.977	1,023	1,7
	2b HAM-Nat	-.006	-.032	.019	-.074					2b HAM-Nat		-.004	-.025	.017	-.057				
Biochemistry	1 GPA	-.667†	-1,512	.179	-.254†	.065				1 GPA		WiSe 2007/08	.431	-.124	.015				
	2a GPA	-.677†	-1,537	.183	-.258†	.067	.993	1,007	1,5	2a GPA		-.321	-.980	.338	-.154	.137	.993	1,007	2,3
	2b HAM-Nat	-.011	-.089	.067	-.047					2b HAM-Nat		-.066*	-.126	-.006	-.349*				
Biochemistry	1 GPA	.402	-.874	1,678	.113	.013				1 GPA		WiSe 2009/10	.350	-.227	.052				
	2a GPA	1,008†	-.345	2,361	.283†	.134	.807	1,239	2,0	2a GPA		-.831	-1,947	.286	-.292	.069	.807	1,239	2,7
	2b HAM-Nat	-.029*	-.058	-.001	-.387*					2b HAM-Nat		.009	-.015	.033	.148				

Note: B = regression coefficient; 95% CI = 95% confidence interval; LE/UE = Lower/Upper Endpoint; TOL = tolerance; VIF = variance inflation factor
Significance levels: †p < .1, *p < .05, **p < .01

essential for predicting university examinations. Overall, the analyses of single examinations revealed a clearly differentiated picture for the prediction of preclinical study success compared to grade average of several examinations.

Conclusion

The application of the HAM-Nat in dental student selection substantially improves the prediction of preclinical academic success. The HAM-Nat can be utilized with low financial and organizational effort to improve selection decisions as well as offering dental study applicants with a GPA of 2.0 or above a realistic chance of admission.

Limitation of study

The results of the present study are based on relatively small sample sizes. Therefore, variability of measurement data had a limited range caused by the invitation to the student selection procedure or the admission to study dentistry. Although the samples are representative, their characteristic did not fit all requirements for statistical methods.

Acknowledgement

We wish to thank the Dean of the Hamburg Medical Faculty, Prof. U. Koch-Gromus, for his support of our work group. The assistance provided by Mr. Alexander Vogelsang in compilation of datasets was indispensable. The datasets could not have been created without the support of Mr. Marco Böthern and the teaching staff of Hamburg University's Chemistry and Physics Departments. We thank Ms. Julia Weinberg and Ms. Magdalena Sieversen for their patience in preparing the aggregate tables of results. This study was supported financially from the teaching promotion fund of the Dean's Office of the Hamburg Medical Faculty and by the Federal German Ministry of Education and Research.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

- Heldmann W. Studierfähigkeit: Ergebnisse einer Umfrage. Göttingen: Schwartz; 1984.
- Konegen-Grenier C. Studierfähigkeit und Hochschulzugang. Köln: Deutscher Institut-Verlag; 2002.
- Hell B, Trapmann S, Schuler H. Eine Metaanalyse der Prognosekraft von Studierfähigkeitstests. *Emp Padagog*. 2007;21(3):251-270.
- Zimmerhofer A, Trost G. Auswahl- und Feststellungsverfahren in Deutschland – Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. In: Schuler H, Hell B (Hrsg). *Studierendenauswahl und Studienentscheidung*. Göttingen: Hogrefe; 2008. S.32-42.
- Trapmann S, Hell B, Weigand S, Schuler H. Die Validität von Schulnoten zur Vorhersage des Studienerfolgs-eine Metaanalyse. *Z Padagog Psychol*. 2007;21(1):11-27. DOI: 10.1024/1010-0652.21.1.11
- Cortina KS, Baumert J, Leschinsky A, Mayer KU, Trommer L. Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt; 2008.
- Arnold WH, Gonzalez P, Gaengler P. The predictive value of criteria for student admission to dentistry. *Eur J Dent Educ*. 2011;15(4):236-243. DOI: 10.1111/j.1600-0579.2010.00663.x
- Lynch CD, McConnell RJ, Hannigan A. Dental school admissions in Ireland: can current selection criteria predict success? *Eur J Dent Educ*. 2006;10(2):73-79. DOI: 10.1111/j.1600-0579.2006.00398.x
- Lievens F. Longitudinal Study of the Validity of Different Cognitive Ability Tests in a Student Admission Context. *Appl HRM Res*. 2004;9(1):27-30.
- Salvatori P. Reliability and validity of admissions tools used to select students for the health professions. *Adv Health Sci Educ*. 2001;6(2):159-175. DOI: 10.1023/A:1011489618208
- Smithers S, Catano VM, Cunningham DP. What Predicts Performance in Canadian Dental Schools? *J Dent Educ*. 2004;68(6):598-613.
- Poole A, Catano VM, Cunningham DP. Predicting performance in Canadian dental schools: the new CDA structured interview, a new personality assessment, and the DAT. *J Dent Educ*. 2007;71(5):664-676.
- Ward ST, Downey MC, Thompson AL, Collins MA. Predictors of success in dental hygiene education: a follow-up study. *Int J Dent Hyg*. 2010;84(1):24-28.
- Curtis DA, Lind SL, Plesh O, Finzen FC. Correlation of admissions criteria with academic performance in dental students. *J Dent Educ*. 2007;71(10):1314-1321.
- Holmes DC, Doering JV, Spector M. Associations among pre dental credentials and measures of dental school achievement. *J Dent Educ*. 2008;72(2):142-152.
- Trost G, Flum F, Fay E, Klieme E, Maichle U, Meyer M, Nauels HU. *Evaluation des Tests für Medizinische Studiengänge (TMS): Synopse der Ergebnisse*. Bonn: ITB; 1998.
- Hitpass J. Hochschulzulassung - Besonderer Auswahltest Zahnmedizin (BATZ). *Z Exp Angew Psychol*. 1978;25(1):75-94.
- Hampe W, Klusmann D, Buhk H, Münch-Harrach D, Harendza S. Reduzierbarkeit der Abbrecherquote im Humanmedizinstudium durch das Hamburger Auswahlverfahren für Medizinische Studiengänge - Naturwissenschaftsteil (HAM-Nat). *GMS Z Med Ausbild*. 2008;25(2):Doc82. Zugänglich unter/available from: <http://www.egms.de/static/de/journals/zma/2008-25/zma000566.shtml>
- Hissbach J, Klusmann D, Hampe W. Reliability of a science admission test (HAM-Nat) at Hamburg medical school. *GMS Z Med Ausbild*. 2011;28(3):Doc44. DOI: 10.3205/zma000756
- Kothe C, Korbmacher H, Hissbach J, Ithaler D, Kahl-Nieke B, Reibnegger G, Hampe W. Welche Fähigkeiten brauchen Zahnmedizinistudierende? Auswahltests in Hamburg und Graz. *Deut Zahnarztl Z*. 2012;67(4):254-259.
- Hissbach JC, Klusmann D, Hampe W. Dimensionality and predictive validity of the HAM-Nat, a test of natural sciences for medical school admission. *BMC Med Educ*. 2011;11(1):83. DOI: 10.1186/1472-6920-11-83

22. Hampe W, Hissbach J, Kadmon M, Kadmon G, Klusmann D, Scheutzel P. Wer wird ein guter Arzt? Bundesgesundhbl Gesundheitsforsch Gesundheitschutz. 2009;52(8):821-830. DOI: 10.1007/s00103-009-0905-6
23. Walcott AM, Knight GW, Charlick RE. Waxing tests as predictors of students' performance in preclinical dentistry. J Dent Educ. 1986;50(12):716-721.
24. Brosius F. SPSS 19. 1st ed. Heidelberg u.a.: mitp; 2011.
25. Bortz J, Döring N. Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler. 4th ed. Heidelberg: Springer; 2006. DOI: 10.1007/978-3-540-33306-7
26. Bradley JV. The insidious L-shaped distribution. Bull Psychonomic Soc. 1982;20(2):85-88.
27. Cohen JC, West P, Aiken S. Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences. 3rd ed. Mahwah: L. Erlbaum Associates; 2003.

Please cite as

Kothe C, Hissbach J, Hampe W. Das Hamburger Auswahlverfahren in der Zahnmedizin – Einführung des HAM-Nat als fachspezifischer Studierfähigkeitstest. GMS Z Med Ausbild. 2013;30(4):Doc46. DOI: 10.3205/zma000889, URN: urn:nbn:de:0183-zma0008894

This article is freely available from

<http://www.egms.de/en/journals/zma/2013-30/zma000889.shtml>

Received: 2013-02-27

Revised: 2013-06-21

Accepted: 2013-08-15

Published: 2013-11-15

Copyright

©2013 Kothe et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.en>). You are free: to Share – to copy, distribute and transmit the work, provided the original author and source are credited.

Corresponding author:

Prof. Dr. Wolfgang Hampe
University Medical Center Hamburg-Eppendorf, Center of Experimental Medicine, Department of Biochemistry and Molecular Cell Biology, Marinistraße 52, 20246 Hamburg, Germany, Phone: +49 (0)40/7410-59967, Fax: +49 (0)40/7410-54592
hampe@uke.de