

Didaktik der Physik Frühjahrstagung – Aachen 2019

MINTFIT Physik: Onlineangebot zur Vorbereitung auf ein MINT-Studium

Ute Carina Müller*, Daniel Sitzmann*

*Universität Hamburg, Max-Brauer-Allee 60, 22767 Hamburg
ute.carina.mueller@uni-hamburg.de

Kurzfassung

Zur Vorbereitung auf ein MINT-Studium bietet MINTFIT Hamburg seit 2018 ein kostenlos nutzbares, webbasiertes E-Learning-Angebot in Physik für Schüler*innen und Studieninteressierte an. Als Ausgangspunkt liefert ein Orientierungstest zur Selbsteinschätzung des eigenen Kenntnisstandes individuelle Lernempfehlungen für die effektive Nutzung des zugehörigen Onlinekurses. Damit kann das Schulwissen orts- und zeitunabhängig aufgefrischt und gefestigt und damit mögliche Hürden bereits vor Beginn eines MINT-Studiums ausgeräumt werden.

Die Entwicklung des Selbsteinschätzungstests erfolgte in mehreren Iterationen und basiert auf der Item-Response-Analyse der einzelnen Fragen mit Hilfe echter Testergebnisse. Die Fragenzusammenstellung konnte dadurch hinsichtlich Fragenschwierigkeit und Trennschärfe optimiert werden. Die Inhalte für den Onlinekurs wurden im Rahmen der Online-Brückenkurs Physik-Kooperation entwickelt und an den MINTFIT Fragenkatalog angepasst. Erste Erfahrungen und Ergebnisse werden vorgestellt.

1. Einleitung

Studienabbruchquoten zwischen 40% und 50% sind typisch für viele MINT-Studiengänge an deutschen Universitäten und Hochschulen [5]. Zwischen 30% (an Universitäten) und 41% (an angewandten Hochschulen/Fachhochschulen) der Studienabbrecher geben an, dass fehlende Vorkenntnisse zu Beginn im Studium selbst nicht ausgeglichen werden konnten [4]. Um diesem Problem entgegen zu wirken, haben sich die staatlichen Hamburger Hochschulen (Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, HafenCity Universität Hamburg, Universität Hamburg, Technische Universität Hamburg und das Universitätsklinikum Eppendorf) gemeinsam mit der Behörde für Wissenschaft, Forschung und Gleichstellung 2014 im Projekt MINTFIT [6] zusammengeschlossen um kostenlose und frei verfügbare Onlineangebote für die mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagenfächer zur Verfügung zu stellen. Hierdurch sollen die Voraussetzungen für ein erfolgreiches MINT-Studium verbessert werden. Für das Fach Mathematik steht das Angebot bereits seit 2014 zur Verfügung [1]. In 2018 kamen Inhalte für Physik hinzu. Bis Ende 2020 sollen die Fächer Chemie und Informatik folgen.

2. Das Projekt MINTFIT Hamburg

„Fit ins MINT-Studium“ ist seit Projektbeginn das Motto und Ziel des Projekts MINTFIT. Die Grundstruktur ist dabei Fächer unabhängig. Sie ist in Abb. 1 dargestellt: Startpunkt ist ein Online Selbsteinschätzungstest. Dieser dient der individuellen Analyse des

Kenntnisstands des Testteilnehmers. Die anschließende Testauswertung umfasst drei Aspekte:

- Das Testergebnis gibt eine direkte Rückmeldung, wie viele Aufgaben richtig beantwortet wurden. Dies erfolgt sowohl in Form einer Prozentangabe als auch mit Hilfe einer 4-stufigen Sternchenklassifizierung, die sich an typischen Bewertungsdarstellungen im Internet orientiert.
- Detaillierte Musterlösungen zu jeder Aufgabe ermöglichen eine Selbstüberprüfung und Fehleranalyse für den Testteilnehmer. Dieser Aspekt ist für die Selbstreflexion und Sensibilisierung des Testteilnehmers wichtig und wird von diesen als sehr hilfreich bewertet.
- Die Schnittstelle zu den angeschlossenen Onlinekursen stellt den dritten Teil der Testauswertung dar: Individuelle Lernempfehlungen listen diejenigen Kapitel in den zugehörigen E-Learning-Kursen auf, die die Testteilnehmer zum vertiefenden Lernen vordringlich bearbeiten sollten, um die gefundenen Wissenslücken zu schließen.

Für den Onlinekurs stehen in Mathematik mit OMB+ [8] und viaMINT [9] zwei externe Kurse zur Verfügung.

Für Physik wird ein auf der eigenen Plattform integrierter Kurs entwickelt. Die Inhalte dieses Kurses stammen im Wesentlichen aus der Entwicklung des Online Brückenkurs Physik (OBKP) [7] innerhalb eines nationalen Konsortiums. Partner von MINTFIT sind hierbei das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), die RWTH Aachen und andere.

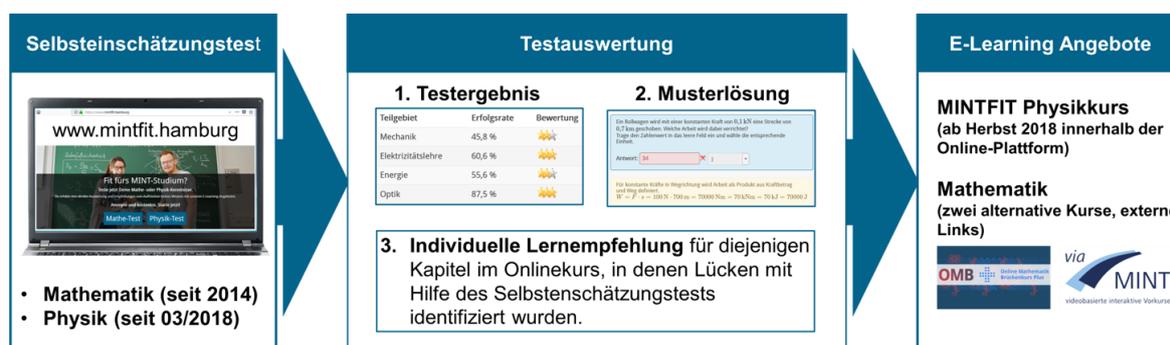


Abb.1: Grundkonzept des MINTFIT Onlineangebots bestehend aus Selbsteinschätzungstest, 3-teiliger Testauswertung und Onlinekursen

Die Struktur der Inhalte wurde für den MINTFIT Physikkurs an die Themenaufteilung im Selbsteinschätzungstest angepasst. Die Inhalte aus dem OBKP-Konsortium wurden dafür reorganisiert und ergänzt.

3. Physikinhalt

Die Auswahl der Themen für Physik stützt sich auf die Hamburger Bildungspläne für die Sekundarstufe I am Gymnasium [10] bzw. für die Jahrgangsstufen 7-11 an Stadtteilschulen [11] und wurde mit den Ergebnissen der DPG-Studie „Physik in der Schule“ [2] abgeglichen. Die gewählten Themenfelder sind Mechanik, Elektrizitätslehre, Energie und Optik. Der Fokus liegt dadurch auf denjenigen Inhalten, die jeder Schulabgänger mit einer allgemeinen Hochschulzugangsberechtigung in Hamburg erworben haben sollte. Für Optik bedeutet das z. B., dass der Schwerpunkt auf der geometrischen Optik liegt und die Welleneigenschaften des Lichts nur gestreift werden. Die Darstellung sowie die Methoden, insbesondere die mathematischen Methoden (z.B. Vektordarstellung oder Integralrechnung), gehen über das Niveau der Mittelstufe hinaus und bereiten dadurch ein MINT-Studium gezielt vor.

4. Entwicklung des Physiktests

Um eine gewünschte Testdauer von ca. 60 Minuten einhalten zu können, mussten von den ursprünglich ca. 200 entwickelten Fragen 40 Fragen ausgewählt werden. Hierzu wurden im Wintersemester 17/18 in einer Pilotstudie alle Fragen einem Pretest mit ca. 350 Erstsemester-Studierenden an der TU Hamburg und der Universität Hamburg unterzogen. Die Fragen wurden hierfür auf 8 Tests (Testhefte) aufgeteilt, wobei 12 sog. Ankerfragen (3 Fragen aus jedem Themengebiet) in allen Tests vertreten waren. Im Anschluss erfolgte eine psychometrische Analyse aller Fragen (Items) in einer IRT-Analyse auf Basis des Raschmodells [12, 13]. Hierbei wurde die Diskrimination oder Trennschärfe (d.h. die Steigung der logistischen Lösungsfunktion) für alle Fragen fixiert, so dass ausschließlich die Schwierigkeit jeder Frage (Fragenschwierigkeit) bestimmt werden konnte. Als Maß für die sog. Personenfähigkeit eines Testteilnehmers wird dessen Gesamtergebnis, d.h. der Anteil an richtig beantworteten Fragen verwendet.

Die Fragenschwierigkeit einer einzelnen Frage ergibt sich als die Lösungswahrscheinlichkeit für einen typischen Testteilnehmer mit dem Gesamtergebnis von 50 % richtig beantworteten Fragen. Wichtige Kriterien für eine erste Fragenauswahl (Itemauswahl) waren einerseits der Itemfit, d.h. die empirische Passung zum Raschmodell, andererseits die angemessene Verteilung der Fragenschwierigkeiten entlang des Spektrums der Personenfähigkeit der Testteilnehmer.

Der so zusammengestellte Test (1. Testversion) setzt sich aus 12 Fragen aus dem Bereich der Mechanik, 11 Fragen zur Elektrizitätslehre, 9 Fragen zur Energie und 8 Optikfragen zusammen. Die Gewichtung der Themengebiete im Test war im Vorfeld anhand des Themenkatalogs festgelegt worden.

5. Ergebnisse der 1. Testphase

In den ersten 7 Monaten nach der Veröffentlichung des Selbsteinschätzungstests von März bis September 2018 haben etwa 850 Nutzer den Test besucht, von denen ca. 250 den Test tatsächlich bearbeitet haben. Das mittlere Testergebnis liegt bei 50% und entspricht auf den ersten Blick dem gewünschten Resultat. Dies spiegelt auch die Einschätzung der ca. 20 Testteilnehmer wieder, die sich an der zugehörigen Evaluation beteiligt haben. Diese ordnen dem Test einen mittleren Schwierigkeitsgrad zu. Außerdem werden die Musterlösungen als hilfreich bewertet. Die Passgenauigkeit der Lernempfehlungen kann noch nicht untersucht werden, da der Onlinekurs noch nicht zur Verfügung steht.

Bei genauerer Untersuchung der Testresultate zeigt sich, dass, obwohl die Gesamtdauer für den Test bei nur ca. 60 Minuten liegt, einige Testteilnehmer nur einen Teil der Fragen bzw. nicht alle Themengebiete bearbeitet haben. Führt man daher das Kriterium „ernsthafte Bearbeitung“ ein, indem eine Bearbeitungsdauer von mindestens 10 Minuten gefordert wird, so verschiebt sich das mittlere Testergebnis auf ca. 75% richtige Antworten bei etwa 180 Testergebnissen. Obwohl einige Fragen absichtlich sehr einfach gewählt wurden, um die Hemmschwelle zur Bearbeitung möglichst niedrig zu halten, ist eine Testüberarbeitung nötig, um eine möglichst gute Diagnosegenauigkeit zu erreichen. Um zu identifizieren, welche Fragen ausgetauscht werden sollten, wurde eine

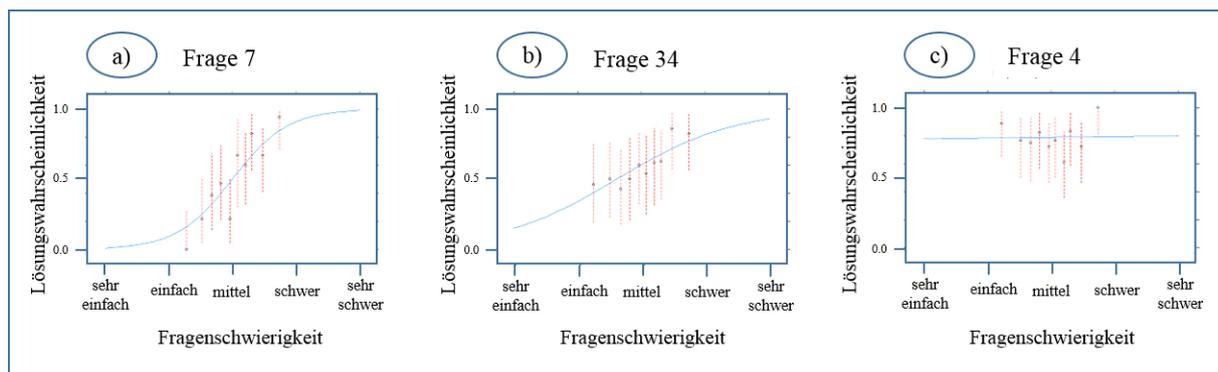


Abb.2: Ergebnis des IRT-Fit für drei beispielhafte Aufgaben a) „gute“ Frage, b) Frage mit reduzierter Trennschärfe, c) „schlechte“ Frage ohne Diskriminierungskraft

weitere IRT-Analyse durchgeführt. In der Pilotstudie hat die Aufteilung der Fragen (des sog. Itempools) auf acht sich überschneidende Testhefte dazu geführt, dass die Stichprobengröße bzgl. der einzelnen Testaufgaben verhältnismäßig klein war, weshalb das parametersparsame Rasch-Modell eingesetzt wurde. Bei Ausschluss der Testteilnehmenden mit kurzer Bearbeitungszeit ist die Stichprobengröße der Onlineerhebung immer noch groß genug, so dass hier die Passung zum 2PL-Modell empirisch überprüft werden kann. Somit kann für jede einzelne Aufgabe neben der Fragenschwierigkeit auch ihre Diskrimination geschätzt werden kann [3]. Dies ermöglicht eine verbesserte Beurteilung der Fragenqualität, so dass die Auswahl der Fragen entsprechend verändert werden kann. In Abb. 2 ist das IRT-Fitresultat exemplarisch für 3 Fragenqualitäten gezeigt. Ziel ist es im Test Fragen mit guter Trennschärfe, wie in a) dargestellt, zu verwenden. Daher wurden für die 2. Testversion 13 der 40 Fragen durch Fragen aus dem Fragenpool ersetzt.

6. Ergebnisse der 2. Testphase

Diese 2. Testversion wurde im Wintersemester 18/19 mit Studierenden im 1. Semester an der TU Hamburg im Rahmen der Übungen zu einer Vorlesung der technischen Mechanik einem neuerlichen Testlauf unterzogen. Von den ca. 250 Testresultaten, die das Kriterium „ernsthafte“ Bearbeitung erfüllt haben, wurden

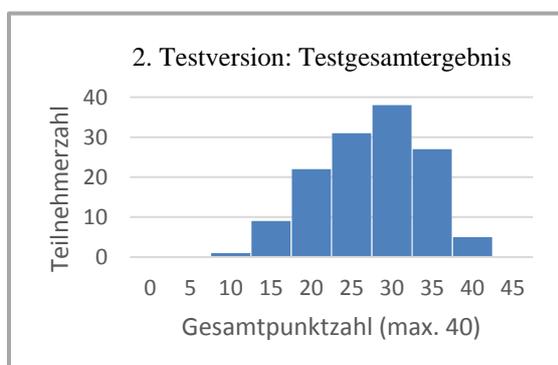


Abb.3: Testgesamtergebnis des Testprobelaufs im Wintersemester 18/19 für die 2. Testversion mit Erstsemesterstudierenden an der TUHH

von ca. der Hälfte der Studierenden tatsächlich alle Themengebiete bearbeitet. Der Mittelwert des Gesamtergebnisses liegt nun bei etwa 60% (siehe Abb. 3) und damit im angestrebten Bereich.

Die Testteilnahme sowie die Lösungswahrscheinlichkeit für die einzelnen Themengebiete ist in Abb. 4 dargestellt.

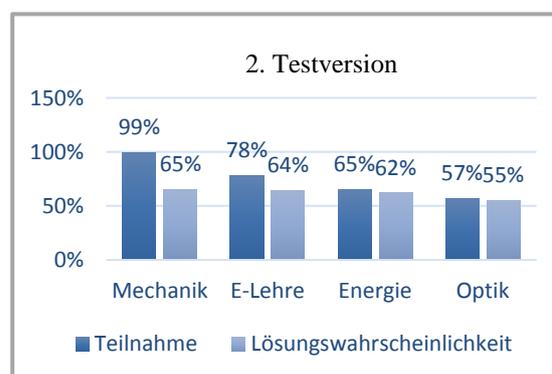


Abb.4: Testteilnahme und Lösungswahrscheinlichkeit nach Themengebieten des Testprobelaufs im Wintersemester 18/19 für die 2. Testversion mit Erstsemesterstudierenden an der TUHH

Die mittlere Lösungswahrscheinlichkeit liegt für die vier Themengebiete zwischen 55% (Optik) und 65% (Mechanik). Die Testteilnahme sinkt kontinuierlich über die Themengebiete von 99% (Mechanik) zu 57% (Optik). Dieser Verlauf stimmt mit der Reihenfolge im Test überein und ist ein Hinweis darauf, dass viele Testteilnehmende ihren Test nicht vollständig durchführen, sondern bereits vor der letzten Frage beenden. Eine Aufklärung in wie fern die Zusammensetzung der Testteilnehmergruppe (Erstsemesterstudierende aus einer Vorlesung zur technischen Mechanik) einen Einfluss auf diese Ergebnisse hat, kann erst in Zukunft erfolgen. Hierfür wird eine vergleichbare Anzahl an Testresultaten von Teilnehmenden der Hauptzielgruppe (Studieninteressierte aller MINT-Studiengänge) benötigt.

Auch für diese 2. Testversion wurde eine IRT-Analyse durchgeführt. Die Qualität des Itemfits sowie die Ergebnisse hinsichtlich der Fragenschwierigkeit

für die einzelnen Fragen sind zufriedenstellend, so dass keine weitere Testanpassung erfolgt ist.

7. Ausblick

Neben der Rückmeldung an den Testteilnehmenden sollen die zukünftig gewonnen Testresultate einen tieferen Einblick in das Physikverständnis der angehenden Studierenden liefern. Hierzu zählt z.B. eine Untersuchung zur Korrelation der Personenfähigkeit zwischen den Themengebieten und die Identifikation typischer Falschantworten.

Außerdem sind methodische Entwicklungen für den Selbsteinschätzungstest vorgesehen. Besonders interessant scheint hierbei ein adaptiver Ansatz, der für jeden Testteilnehmer die Auswahl und die Reihenfolge der Fragen anhand der zuletzt geschätzten Personenfähigkeit bestimmt. Die Entscheidung, welche Frage als nächstes bearbeitet werden soll, fällt, je nachdem, ob die vorherige Frage richtig oder falsch beantwortet wurde, unterschiedlich aus. Ziel ist eine kürzere Testbearbeitungsdauer bei gleichzeitig steigender Diagnosegenauigkeit [14]. Dies könnte der abnehmenden Testbeteiligung im Verlauf des Tests (siehe Abb. 4) entgegenwirken.

Zudem ist die Ausweitung des Blended-Learning-Ansatzes auf das Fach Physik geplant. Hierbei sollen Präsenzveranstaltungen realisiert werden, die analog zu den bei MINTFIT Mathematik bestehenden Mathe-Trainings und Mathe-Camps gestaltet sind. Hierbei wird das Online-Material zur Vorbereitung und in den Übungsphasen verwendet.

8. Literatur

- [1] Barbas, H. & Schramm, T. (2018): [The Hamburg Online Math Test MINTFIT for Prospective Students of STEM Degree Programs](#). MSOR Connections, Vol 16 (3), S. 43-51.
- [2] Eine Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e.V. (2016), Physik in der Schule (Anhänge)
Url: <https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichungen/publikationen/studien-der-dpg/pix-studien/studien/schulstudie-2016/schulstudie-anhaenge.pdf> (Stand 5/2019)
- [3] Embretson, S. & Reise, S. (2000): Item response theory for psychologists. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- [4] Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J., Woisch, A. (2017). Zwischen Studierenerwartungen und Studienwirklichkeit, Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen. (Forum Hochschule 1|2017). Hannover: DZHW.
- [5] Heublein, U., Schmelzer, R. (2018). Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen Berechnungen auf Basis des Absolventenjahrgangs 2016. DZHW Projektbericht.
Url: https://www.dzhw.eu/pdf/21/studienabbruchquoten_absolventen_2016.pdf (Stand 5/2019)
- [6] Homepage von MINTFIT: www.mintfit.hamburg (Stand 5/2019)
- [7] Homepage von OBKP: <https://lx3.mint-kolleg.kit.edu/onlinekursphysik/html/section3.1.0.html> (Stand 5/2019)
- [8] Homepage von OMB+: www.ombplus.de (Stand 5/2019)
- [9] Homepage von viaMINT: <https://viamint.haw-hamburg.de/> (Stand 5/2019)
- [10] LI Hamburg, Bildungsplan, Sekundarstufe I, Gymnasium, Url: <https://www.hamburg.de/content-blob/2373266/8c3d4d03adf8ddad189172bef45ab665/data/physik-gym-seki.pdf> (Stand 5/2019)
- [11] LI Hamburg, Bildungsplan, Stadtteilschule, Jahrgangsstufen 7-11, Url: <https://www.hamburg.de/content-blob/4327802/aa65dc06546753a7fa47ad938a3b0192/data/physik-sts.pdf> (Stand 5/2019)
- [12] Rasch, G. (1960). Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. Danish Institute for Educational Research, Copenhagen 1960, expanded edition with foreword and afterword by B.D. Wright. The University of Chicago Press, Chicago 1980.
- [13] Rost, J. (2004): Lehrbuch Testtheorie – Testkonstruktion. Bern: Huber.
- [14] Thompson, N. A. & Weiss, D. J. (2011). A Framework for the development of computerized adaptive tests, Practical Assessment, Research & Evaluation, 16 (1).