

## **Adaptive Textbooks for Mathematics – Bettermarks & Co.**

### **1 Einleitung**

Inwiefern lassen sich verschiedene Aspekte aus dem Bereich der Lehr- und Lernsysteme tatsächlich in ein Online-Lernmedium integrieren?

Diese Fragestellung werde ich am Beispiel von „Bettermarks“ betrachten.

Um wirkliche Bezüge zu den einzelnen Inhalten herstellen zu können, werde ich das System an sich vorstellen.

Für meine Arbeit habe ich ausschließlich die deutsche Testversion der Bettermarks-App verwendet und zu den Inhalten der Veranstaltungswoche Internetrecherche betrieben.

### **2 Allgemeines**

Bettermarks ist ein interaktives Lernportal der Bettermarks GmbH, welches 2008 von Marianne Voigt, Christophe Speroni und Arndt Kwiatkowski, ein Mitgründer von ImmobilienScout24, gegründet wurde.

Zusätzlich zu Deutschland wird Bettermarks in 10 weiteren Ländern angeboten, wie zum Beispiel Uruguay und die Niederlande.

Die Wirksamkeit Bettermarks wurde in mehreren Studien bestätigt, insbesondere in den genannten Ländern.<sup>1</sup> Die Studien habe ich verlinkt, da ich in diesem Kontext nicht weiter auf sie eingehen werde.

Bettermarks besteht aus Online-Mathebüchern mit interaktiven Aufgaben, die unterteilt sind in Klasse 4-10, Übungsbücher für den mittleren Schulabschluss und Übungsbücher für bestimmte Ausbildungsberufe.

Die Nutzung der Testversion und die Lehrerlizenz sind kostenlos, für die Privat-, Klassen- oder Schullizenz muss der Nutzer jedoch zahlen.<sup>2</sup>

### **3 Überblick**

Das Bettermarks ist in drei Sparten unterteilt, auf die ich im Detail eingehen werde.

#### **3.1 Bücher**

Die Sparte Bücher ist unterteilt in „Mathebücher“, „MSA“, „Mathematik für Ausbildungsberufe“ und „Weitere“. Die Aufgabenblöcke der Bücher werden durch die Lösung von Multiple-Choice-Aufgaben oder das Füllen freier Textfelder, in die gefragte Werte, Rechenzeichen etc. eingetragen werden können, bearbeitet.

##### **3.1.1 Mathebücher**

Im Bereich „Mathebücher“ sind 95 Bücher zu finden, die jeweils den bereits genannten Klassenstufen zugeordnet sind. Sie sind sowohl auf deutsch als auch auf englisch abrufbar.

Jedes Mathebuch ist gleich aufgebaut. Es beginnt mit einem Test, um bereits gelerntes oder für das Buch benötigtes Wissen zu überprüfen. Zudem fasst eine Übersicht zusammen, welches Wissen bereits erlangt wurde und welches in dem jeweiligen Buch erlernt wird. Wiederholungen mit Aufgaben bieten erneute Möglichkeit zum Training. Eine Einleitung zum aktuellen Buch definiert das Thema präzise. Erst dann folgen die in verschiedene Kapitel unterteilten Aufgabenblöcke.

##### **3.1.2 MSA**

Bettermarks bietet 5 Bücher zum Lernen für den mittleren Schulabschluss.

Diese Bücher beginnen wie im Bereich „Mathebücher“ mit einem Test, jedoch folgen darauf direkt die zu bearbeitenden Aufgabenblöcke in ihren jeweiligen Kapiteln.

##### **3.1.3 Mathematik für Ausbildungsberufe**

Die Bücher für Ausbildungsberufe beschränken sich auf den Friseur-Beruf und den KFZ-Mechatroniker.

In diesen Büchern existieren keine Tests oder ähnliches, sondern nur die Aufgaben zur Übung.

---

1 <https://de.bettermarks.com/wirkung/>

2 <https://de.bettermarks.com/preise/>

### **3.1.4 Weitere**

Unter „Weitere“ findet der Nutzer 42 Bücher, die vom Aufbau her analog zu denen aus „Mathebücher“ sind.

„Weitere“ enthält Bücher für Bayern (5. Klasse, Gymnasium), Baden-Württemberg (7./8. Klasse, Gymnasium) und Nordrhein-Westfalen (7./8. Klasse, Gymnasium).

Der Unterschied zu den in 3.1.1 genannten Büchern ist, dass die Bücher für Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen differenzierter sind und einzelne Buchthemen nochmals in separate Bücher aufgeteilt wurden.

### **3.2 Wissenslücken**

In der Sparte für Wissenslücken werden dem Nutzer einzelne individuelle Übungsaufgaben empfohlen.

Diese Empfehlungen basieren auf sich wiederholenden Fehlern in anderen Aufgaben. Das Ziel ist es, mit diesen Übungen Wissenslücken zu schließen und Wiederholungsfehler zu minimieren bzw. im besten Fall ganz zu verhindern.

### **3.3 Aktivitäten**

Unter Aktivitäten findet der Nutzer alle bereits bearbeiteten Aufgabenblöcke und die jeweils erreichte Punktzahl.

Außerdem bekommt er hier nachträglich Tipps und Hilfestellungen zu den Aufgaben und die jeweils korrekten Lösungswege.

Für jedes Buch kann ein Nutzer 0 bis 3 Münzen erreichen, je nachdem, wie viele Lösungen richtig sind. Dieses Münzsystem, das vielen Computer- und Handyspielen ähnelt, soll den Nutzer motivieren.

## **4 Bezugnahme zu den genannten Inhalten**

In diesem Kapitel werde ich den Bezug zwischen Bettermarks und den in der Veranstaltung besprochenen Inhalten aufzeigen. Ich werde auch jene Inhalte betrachten, zu denen in der Veranstaltung keine Vorträge gehalten wurden, die jedoch in der Einführungsveranstaltung vorgestellt wurden.

Zu jedem Thema werde ich eine kurze grobe Zusammenfassung geben.

Ich werde zuerst auf die auftretenden Inhalte eingehen und dann die nicht auftretenden Inhalte und deren möglichen Nutzen im System betrachten.

### **4.1 auftretende Inhalte**

#### **4.1.1 Knowledge- and Model-Tracing**

Im Knowledge- und Model-Tracing geht es darum, die Fähigkeiten eines Nutzers zu überprüfen. In intelligenten Nachhilfesystemen ist ein häufig genutzter Algorithmus das Bayesian-Knowledge-Tracing, kurz BKT. Das Nutzerwissen entspricht hier einer Variablenmenge.

Den Variablen werden Fähigkeiten zugeordnet, die durch Aufgaben auf Existenz getestet werden können. Löst der Nutzer die entsprechende Aufgabe korrekt, wird die Fähigkeit als vorhanden betrachtet, ist die Lösung falsch, wird die Fähigkeit als nicht vorhanden betrachtet.

Je nach Ergebnis wird dann die jeweilige Variable aktualisiert.

Ob Knowledge- and Model-Tracing wirklich im Bettermarks-System genutzt wird, ist in der Testversion nicht ersichtlich, daher basieren meine folgenden Aussagen auf Vermutungen.

Die Tests zu Beginn der einzelnen Mathebücher erlauben eine Überprüfung des Nutzerwissens, dies könnte mithilfe von Knowledge- and Model-Tracing geschehen. Unter anderem kann der BKT-Algorithmus auch zum Finden der Wissenslücken eingesetzt werden.

#### **4.1.2 Semantic Web and Linked Data Technologies for e-Learning**

Es soll ermöglicht werden, den Nutzer anhand individueller Eigenschaften, z.B. seiner Präferenzen, Vorkenntnisse oder seines Lernstils, zu charakterisieren.

Anhand dieser Charakterisierungen ist es möglich die e-Learning-Inhalte zu

personalisieren und dem Nutzer kein „one-size-fits-all“-Schema anbieten zu müssen. Die Personalisierung bedeutet, dass dem Nutzer individuell Aufgaben und zusätzliches Lernmaterial vorgeschlagen werden können.

Im Bettermarks-System ist dies ansatzweise durch die Wissenslücken erfüllt. Bei Schwierigkeiten werden dem Nutzer Aufgaben vorgeschlagen, die zur Übung dienen. Lernmaterial wird nicht empfohlen.

Jedoch bietet Bettermarks nur im Bereich „Wissenslücken“ eine Personalisierung der Inhalte. Abgesehen davon erhält jeder Nutzer die gleichen Bücher.

#### **4.1.3 Machine Learning in Education, Educational Data Mining, Learning Analytics**

Da Machine Learning in Education, Educational Data Mining und Learning Analytics sehr eng zusammenhängen, habe ich sie in einem gemeinsamen Kapitel zusammengefasst.

Machine Learning in Education ist ein Bestandteil der künstlichen Intelligenz, der Educational Data Mining zur Datensammlung und Learning Analytics zur Auswertung der gesammelten Daten nutzt. So soll ermöglicht werden, das individuelle Lernverhalten eines Nutzers einzusehen und zu verstehen.

Die Analyse der Daten ermöglicht eine automatische Individualisierung. Programme, die Machine Learning nutzen, sind fähig schwerwiegende Probleme des Nutzers zu erkennen, z.B. wenn sich Fähigkeiten mit der Zeit nicht verbessern. Zudem ermöglichen sie eine automatische Inhaltsaufteilung, die auf den jeweiligen Nutzer angepasst ist und bieten individuelle Vorschläge für bessere Lernmethoden.

Durch die Möglichkeit der Korrektur und Benotung des Programms kann sichergestellt werden, dass Noten den tatsächlichen Fähigkeiten eines Schülers entsprechen.

Auch hier ist nicht sicher, ob Bettermarks wirklich Machine Learning nutzt, jedoch ist es möglich.

Educational Data Mining und Learning Analytics werden genutzt um Wissenslücken zu identifizieren und zu behandeln.

Nicht in der Testversion, aber in der Lehrer-/Klassenlizenz werden ebenfalls Educational Data Mining und Learning Analytics genutzt. Die Lehrer können die Bearbeitungen ihrer Schüler einsehen und bekommen somit einen Überblick über deren Lernverhalten. Bettermarks macht die Lehrer auf eventuelle Probleme der Schüler aufmerksam und gibt Empfehlungen für den Unterricht. Das bedeutet, die Lehrer können gut einschätzen, wie der Unterricht weiter gehen sollte: Sollte es Wiederholungen geben oder kann der Stoff weitergeführt werden?

Abgesehen davon korrigiert Bettermarks die bearbeiteten Aufgaben. Da die Antwortmöglichkeiten sich jedoch, wie bereits erwähnt, auf Multiple-Choice und Eingabefelder beschränken, bleibt hier die Frage offen, ob in diesem Fall statt Machine Learning in Education ein einfacher Algorithmus genutzt wird, der die Lösungen der Nutzer mit einer Musterlösung vergleicht.

Bei der Korrektur ist zu beachten, dass die Aufgabenkontrolle durch die Lehrer und eine Besprechung im Unterricht nicht ausbleibt, da Fehler im System immer möglich sind oder eine unverständliche Aufgabenstellung bzw. ein nicht erkannter alternativer Lösungsweg zu Punktabzügen führen könnten.

Ein Vorteil der Korrektur ist jedoch das Ermöglichen von Vertretungsstunden mit fachfremden Lehrern.

Die Benotung der Schüler übernimmt das System nicht. Das ist jedoch gut, da Schüler unterschiedliche Voraussetzungen mitbringen und diese bei der Benotung beachtet werden müssen.

## **4.2 nicht auftretende Inhalte**

### **4.2.1 Immersive Smart Learning**

Immersive Smart Learning sind Lernumgebungen in einer Art erweiterter Realität.

Für das momentane Bettermarks-System hat dies keinen Nutzen, da Bettermarks dem

Schema eines normalen Mathebuchs entspricht. Jedoch könnte Immersive Smart Learning eine Möglichkeit zur besseren Visualisierung bieten, z.B. bei geometrischen Körpern im dreidimensionalen Raum.

#### **4.2.2 Adaptive Educational Hypermedia and Course Generation**

Lernziele, Präferenzen und der Wissensstand des Nutzers werden zur individuellen Anpassung eines Programms genutzt. So können Erklärungen an bereits Gelerntes angepasst oder ein Lehr-/Lernplan erstellt werden.

Da Erklärungen mit Bezug zu vorherigen Themen einprägsamer sind und ein individueller Lehr-/Lernplan sowohl für Schüler als auch für Lehrer eine hilfreiche Stütze darstellt, hätte Adaptive Educational Hypermedia and Course Generation einen Nutzen im System.

#### **4.2.3 Assistance and Knowledge Services for Smart Productions**

In diesem Themenbereich geht es um unterstützende Systeme für die Arbeit an Maschinen in Produktionsprozessen. Die Unterstützung des Systems ist jeweils vom Wissensstand des Bedieners abhängig.

Im aktuellen Aufbau des Bettermarks-Systems hat dies ebenfalls keinen Nutzen, siehe 4.2.1. In den Lernbüchern für KFZ-Mechatroniker kann es jedoch als Erweiterung nützlich sein.

#### **4.2.4 Feedback / Hilfestellung**

In diesem Unterkapitel habe ich die Themen „Student Modelling and Constraint-based Tutors“, „Item Response Theory and Computer-based Testing“ und „Feedback, Scaffolding and Problem Solving Support“ zusammengefasst, da auch sie eng miteinander verknüpft sind.

In diesem Bereich geht es darum, Aufgaben und Feedback anhand des vermuteten bzw. bereits überprüften Wissensstands des Nutzers zu individualisieren.

Das bedeutet, dass die Reihenfolge der Aufgaben und das jeweilige Feedback an den Wissensstand angepasst werden.

Zudem werden während des Lösungsprozesses Hilfestellungen gegeben. Es soll sichergestellt werden, dass der Nutzer bei Schwierigkeiten nicht allein gelassen wird. Die Hilfestellungen erfolgen durch Tipps oder Beispielaufgaben mit Lösungen.

Die Aufgabenfolge an den Wissensstand des Nutzers anpassen zu können hätte im Bettermarks-System einen Nutzen, da schon in Teilaufgaben auftretende Verständnislücken so schnell wie möglich behoben werden sollten.

Feedback zu jeder bearbeiteten Aufgabe ist vorhanden, jedoch ist dieses nicht individualisiert, sondern informiert nur darüber, ob eine Aufgabe korrekt oder falsch beantwortet wurde, nicht aber darüber, wo die Fehler liegen.

Scaffolding erfolgt nur in wenigen Aufgaben, für die ein Zwischenergebnis zum weiterrechnen benötigt wird.

Dies ist jedoch eine Ausnahme. Tipps zu den Aufgaben erhält man sonst nur nach der Abgabe eines Aufgabenblockes.

Somit erfolgt die Unterstützung der Schüler aktuell nur durch Eltern und Lehrer.

Schwächere Schüler könnten mit Scaffolding jedoch Aufgaben nahezu selbstständig lösen, wenn sie niemandem im Arbeitsumfeld haben, der ihnen helfen kann.

Sie müssen dann nicht erst auf die Lösung warten, sondern werden langsam zu ihr geführt.

Eine Aufgabe selbst zu lösen ermöglicht Erfolgserlebnisse, die sich motivierend auf die Nutzer auswirken.

#### **4.2.5 Theorembeweiser**

In diesem Unterkapitel werden wir zwei Vortragsthemen betrachten, die in der Veranstaltungswoche nicht explizit behandelt wurden: „Theorem Provers as a Learning Tool in Computer Science“ und „University Level Proof Tutoring: AProS at CMU & Co.“. Was ist ein Theorembeweiser?

Ein Theorembeweiser ist ein Programm, das mithilfe von deklarierten Axiomen und Hilfssätzen mathematische Beweise durchführen kann.

Ein bekanntes Beispiel ist „Isabelle“, das unter anderem auf Higher-Order Logic basiert, eine Erweiterung der Prädikatenlogik. Mit „Isabelle“ können mathematische Formeln in formaler Sprache ausgedrückt und mit integrierten Werkzeugen bewiesen werden.

Als Lernhilfsmittel können Theorembeweiser insofern dienen, als entweder der Nutzer einen vom Programm gegebenen Beweis nachvollziehen muss oder das Programm einen vom Nutzer aufgestellten Beweis kontrolliert.

Für das momentane Bettermarks-System weisen Theorembeweiser keinen Nutzen auf, da diese erst in höherer Mathematik anwendbar sind.

Jedoch bietet Bettermarks schon ein Buch für Klasse 11 an. Ab der Oberstufe werden im Matheleistungskurs vereinzelt Induktionen besprochen.

Außerdem wird Bettermarks in mehreren Universitäten zur Wiederholung und Wissensvertiefung genutzt. In der Hochschule Heilbronn wurde Bettermarks beispielsweise als zusätzliches Lernmittel im Mathematik-Brückenkurs verwendet.<sup>3</sup>

Beweise sind in mathematischen Studiengängen sehr häufig. Und da die meisten Studenten erst im Studium damit konfrontiert werden, fallen sie ihnen dementsprechend schwer. Theorembeweiser können in diesem Kontext also hilfreich sein.

Wichtig ist jedoch, dass mit einem Theorembeweiser im Schulsystem auch die Prädikatenlogik erklärt wird, was in einzelnen Hinweisen während einer Aufgabe geschehen kann.

## 5 Ausblick

Wir haben nun an einem konkreten Beispiel die Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen Inhalte des Seminars betrachtet.

Dabei haben wir festgestellt, dass einige Inhalte schon Anwendung finden, andere wiederum noch nicht, obwohl sie einen Nutzen haben.

Das heißt, Online-Lernmedien sind aktuell noch in einer Ausbauphase, was die Beobachtung der Entwicklung spannend bleiben lässt.

## 6 Quellen

[https://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian\\_Knowledge\\_Tracing](https://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian_Knowledge_Tracing)

<http://www.semantic-web-journal.net/sites/default/files/swj184.pdf>

<http://www.ijeeeee.org/Papers/091-Z00074E00061.pdf>

<http://bigdata-madesimple.com/8-ways-machine-learning-will-improve-education/>

<http://www.gettingsmart.com/2015/11/8-ways-machine-learning-will-improve-education/>

<https://tech.ed.gov/wp-content/uploads/2014/03/edm-la-brief.pdf>

<http://www.ipedr.com/vol85/019-PB00004.pdf>

<http://www.pitt.edu/~peterb/papers/PEG01.html>

<https://www.cmu.edu/dietrich/philosophy/docs/seig/AProS%20Project.pdf>

<http://www.phil.cmu.edu/projects/apros/>

<https://www.gruenderszene.de/datenbank/unternehmen/bettermarks>

[https://de.wikipedia.org/wiki/Isabelle\\_\(Theorembeweiser\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Isabelle_(Theorembeweiser))

<https://pp.info.uni-karlsruhe.de/lehre/SS2009/tba/Vorlesung/einleitung.pdf>

<https://isabelle.in.tum.de/>

<https://de.bettermarks.com/agb/>

<http://www.appsist.de/>

<https://www.dfki.de/web/news/dfki-at-cebit-2016/edtec>

---

3 <https://de.bettermarks.com/news/>