

# Besser Mathematik begreifen mit *MatES*

Autonomes Lernen mit Videosequenzen im Unterricht

von Serge Linckels, Carole Dording und Christoph Meinel

Es ist allgemein bekannt, dass Schülerinnen und Schüler besser in der Lage sind, sich neues Wissen anzueignen, zu beherrschen, zu behalten und zu verallgemeinern, wenn sie aktiv am Lernprozess beteiligt sind. Lehrkräfte, die Werkzeuge zum E-Learning in ihrer Klasse eingesetzt haben, berichten, dass sie ihren Unterrichtsstil änderten, um den Schülern eine größere Autonomie beim Lernen zu ermöglichen. Sie wechselten ihren Unterrichtsstil von einem Frage-Antwort-Unterricht zu einem stärker selbstgesteuerten Lernen. Ein elektronisches Werkzeug kann nicht besser erklären als ein Lehrer, aber es kann die Information anders darstellen, vielleicht anschaulicher und konkreter, als dies eine Lehrerin oder ein Lehrer vermag. Im Vergleich zu früheren Generationen brauchen die Schülerinnen und Schüler heutzutage eher einen Anschauungsunterricht, weil unsere Welt (über)reich an visuellen Reizen ist (Owston, 1997).

Wir arbeiten an einem elektronischen Bibliothekardienst, der den Schülerinnen und Schülern beim Finden dauerhafter Lerninhalten helfen soll, so wie es ein realer Bibliothekar tun würde. Dies soll auf eine sehr natürliche und einfache Art und Weise möglich sein, und zwar durch das Stellen von Fragen in natürlicher Sprache. Der elektronische Bibliothekar antwortet nicht unbedingt auf die Frage, aber er kann das am besten passende Dokument zur gestellten Frage finden und aus seiner multimedialen Wissensbank auswählen. Die Schülerin oder der Schüler kann die gesuchte Antwort in diesem Dokument dann ohne Schwierigkeiten entdecken.

*MatES* (*Mathematisches Expertensystem*; vgl. Linckels/Meinel, 2006) ist eine prototypische Implementierung unseres elektronischen Bibliothekardienstes zum Thema „Bruchrechnen“ (siehe auch Kasten „Expertensystem *MatES*“, nächste Seite). Es besteht aus einer grafischen

Benutzungsoberfläche, einer semantischen Suchmaschine und einer multimedialen Wissensbank. Letztere besteht derzeit aus 115 Videoclips, die das Thema Bruchrechnen ausreichend abdecken; d.h. alle Lerninhalte, die in der Sekundarstufe I unterrichtet werden, sind enthalten. Die Videoclips wurden hauptsächlich mit Schülern aufgenommen; wir benutzten dazu *Tele-TASK* (<http://www.tele-task.de/>). Die Effizienz dieses Werkzeugs wurde durch Benchmarktests überprüft. Die Testmenge bestand aus 229 verschiedenen Fragen. In 97% der Fäl-

MatES - Mathematics Expert System ...

**MATES**  
Mathematics Expert System

Hasso-Plattner-Institut  
für IT Systems Engineering GmbH  
an der Universität Potsdam

Lycée Technique d'Esch/Alzette  
Comment calculer le quotient d'une fraction par une autre fraction ?  
Comment effectuer la division de fractions ?

$$\frac{20}{15} \cdot \frac{27}{6}$$

$$= \frac{20 \cdot 6}{15 \cdot 27}$$

$$= \frac{4 \cdot 2}{3 \cdot 9}$$

$$= \frac{8}{27}$$

Multiplions la première fraction par l'inverse de la deuxième fraction.  
Simplifions.  
Multiplions les numérateurs entre eux et les dénominateurs entre eux.

© 2005 by Hasso-Plattner-Institut für Software systemtechnik GmbH, Universität Potsdam

Question : Comment diviser une fraction par une autre fraction ?  
Est-ce que votre question est :  
Comment diviser un nombre entier par une fraction ?  
Comment diviser une fraction par un nombre entier ?  
Comment calculer le quotient d'une fraction par une autre fraction ?

**Bild 1:** Hier wurde an *MatES* die Frage gestellt: „Comment diviser une fraction par une autre fraction?“ (Wie ist ein Bruch durch einen anderen Bruch zu teilen?).

le gab *MatES* die richtige Antwort auf die gestellte Frage; in 50% der Fälle lieferte *MatES* sogar nur eine einzige Antwort (die richtige).

## Beschreibung des Experiments

Unser Ziel war, die Vorteile unseres E-Bibliothekardienstes in einer normalen Unterrichtsumgebung zu erproben und festzustellen, inwiefern dieses Werkzeug eine Auswirkung auf die schulischen Leistungen der Schülerinnen und Schüler hat. An dem Experiment nahmen 22 Schülerinnen und Schüler zwischen 12 und 14 Jahren (siebte Klasse), aus dem *Lycée Technique d'Esch-sur-Alzette*, einem technischen Gymnasium in Luxemburg, teil. Dieses Experiment dauerte fünf Wochen und ist die normale Zeitspanne, die dem Mathematiklehrer einer siebten Klasse laut Lehrplan für die Behandlung des Bruchrechnens zur Verfügung steht. Jede Unterrichtsstunde fand in einem Computerraum statt.

### Vortest und Gruppenbildung

Im ersten Trimester des Schuljahrs stand Geometrie auf dem Programm (Volumenrechnen, Flächenrechnen usw.). Jeder Schüler besaß schon einige Grundkenntnisse im Bruchrechnen, da dieses Thema bereits in den drei letzten Schuljahren kurz behandelt worden war. Vor Beginn des Experiments führten wir einen unangekündigten Vortest durch, um die aktuellen Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler über das Bruchrechnen zu messen.

Die Schüler wurden, gemäß ihren Ergebnissen im Vortest und ihren Resultaten in der Geometrieprüfung (erstes Trimester), in drei Gruppen aufgeteilt: schwache (8 Schüler), mittelmäßige (6 Schüler) und starke (8 Schüler). Diese Einteilung half uns bei der Auswertung unseres Experiments, und zwar auf drei verschiedenen Kompetenz-Ebenen. Wir nahmen an, dass normalerweise schwache Schüler auch Schwierigkeiten im Bruchrechnen haben und gute Schüler auch gut im Bruchrechnen sind. Wir untersuchten, inwiefern das Benutzen von *MatES* die Zusammensetzung dieser drei Gruppen verändern würde.

Es konnte festgestellt werden, dass es keine Verbindung zwischen dem Vortest und den Resultaten der Geometrieprüfungen gibt. Verschiedene gute Schüler schnitten auch gut im Vortest ab, andere schlecht. Verschiedene schlechte Schüler schnitten gut im Vortest ab, andere schlecht. Dies zeigt uns, dass die Grundkenntnisse der Schüler im Bruchrechnen ganz heterogen waren.

### Ablauf der Unterrichtsstunden

In unserem Experiment ließen wir die Schüler in die Rolle eines Entdeckers schlüpfen, der neues Wissen auf

## Expertensystem *MatES*

Ein E-Learning-Werkzeug wie *MatES* benötigt eine Wissensbank (hier über Bruchrechnen). Diese kann, wie in diesem Fall, von der Lehrkraft selbst erstellt werden, oder man greift auf bereits bestehende Lerninhalte in elektronischer Form zurück. Alle Dokumente in der Wissensbank müssen mit genügend Zusatzinformationen (Metadaten) beschrieben werden, damit die semantische Suchmaschine den Inhalt der Dokumente verstehen kann. In vorliegendem Fall ist die Wissensbank in OWL (*Web Ontology Language*) beschrieben, einer Spezifikation des W3C. Zusätzlich wird zum Verarbeiten der Anfrage in natürlicher Sprache ein Wörterbuch benutzt, das in einer hierarchischen Struktur, ähnlich wie die von *WordNet* (<http://wordnet.princeton.edu/>), organisiert ist. Das *WordNet* ist ein am *Cognitive Science Laboratory* der Princeton University entwickelter Wortschatz der englischen Sprache. *WordNet* besteht aus einer lexikalischen Datenbank, die semantische und lexikalische Beziehungen zwischen den Wörtern enthält. Diese sind nach psycholinguistischen Erkenntnissen entworfen, da das *WordNet* ursprünglich entwickelt wurde, um natürlichsprachliche Texte für Computer verständlich zu machen.

Die lästigste Aufgabe ist das Erstellen der Metadaten für jedes neue Dokument. Ist das System jedoch konfiguriert, ist kein weiterer Einsatz eines IT-Experten oder Systemadministrators mehr notwendig.

*MatES* gibt es als Standalone- und als Web-Anwendung. Im ersten Fall können die Wissensbank, die semantische Suchmaschine sowie das Benutzer-Interface auf verschiedenen Rechnern installiert werden (Client-Server-Architektur). In unserem Experiment wurden aus Schnelligkeitsgründen alle drei Komponenten auf der lokalen Maschine installiert. Es ist uns auch gelungen, die ganze Wissensbank und die notwendige Software auf einer DVD unterzubringen. Weder Konfiguration noch Installation sind notwendig. Der Benutzer kann die Anwendung direkt von der DVD aus starten. Im Fall der Online-Version wird die Wissensbank über einen Streaming-Server angesprochen, der die Video-Clips auf den Browser des Benutzers überträgt.

Interessierte Leserinnen und Leser wenden sich bitte an die Autoren dieses Beitrags.

eine autonome Art und Weise entdecken und sich aneignen soll, indem er *MatES* als eine Art virtuellen Privatlehrer benutzt.

In der ersten Stunde lernten die Schülerinnen und Schüler, wie man *MatES* richtig einsetzt. In praktischen Übungen benutzten sie *MatES*, um sich ein Grundvokabular über das Bruchrechnen anzueignen. Die Lehrerin gab den Schülern einen Satz mit Lückentext vor. Zum Beispiel: „Wir müssen das Bruchrechnen lernen,

weil Brüche ... darstellen.“ Die Schüler mussten dann eine Frage bilden und den Satz ergänzen, indem sie sich den passenden Video-Clip anschauten. Zum Beispiel: „Warum müssen wir das Bruchrechnen lernen?“ oder: „Was stellt ein Bruch dar?“

Während des Experiments war der Verlauf der Unterrichtsstunden stets der gleiche. Am Anfang jeder Stunde bekamen die Schülerinnen und Schüler ein Blatt mit Übungsaufgaben. Als Erstes mussten sie herausfinden, auf welches Wissen sie aufbauen konnten und welches sie sich noch aneignen mussten, um die Aufgaben zu lösen. Dann mussten sie Fragen an *MatES* stellen und sich die passenden Clips anschauen, um ihr Wissen zu vervollständigen. Die Lehrerin war immer anwesend und half den Schülerinnen und Schülern, die eine Erklärung nicht verstanden, oder denen, die noch Schwierigkeiten hatten, eine Aufgabe zu lösen. Verschiedene Aufgaben wurden kurz in der Klasse besprochen, um mögliche Fehler oder Missverständnisse zu vermeiden.

## Die Prüfungsstunde

Über das Bruchrechnen wurden zwei Klassenarbeiten geschrieben. Jede Prüfung dauerte zwei Stunden und bestand aus zwei Teilen. Der erste Teil (eine Stunde) war eine klassische Prüfung (für 30 Punkte) und der zweite Teil war eher eine praktische Prüfung (die auch mit 30 Punkten bewertet wurde). Der erste Teil fand in einem normalen Klassenzimmer unter klassischen Bedingungen statt (ohne Bücher, ohne Notizen, ohne Taschenrechner usw.). Die Übungen beruhten auf dem Wissen, das sich die Schüler auf eine autonome Art und Weise während der letzten Stunden angeeignet hatten.

Für den zweiten Teil der Klassenarbeit wurde in den Computerraum gewechselt. Jeder Schüler arbeitete einzeln an einem Rechner mit *MatES*. Im Gegensatz zum ersten Teil der Prüfung beruhten diese Übungen auf einem unbekanntem Stoff im Bereich des Bruchrechnens (zum Beispiel: „Was ist ein echter Bruch?“). Hier durften die Schüler *MatES* einsetzen.

## Ergebnisse des Experiments

Die Tatsache, dass die Schüler in *MatES* ganze Fragen eingeben sollten, war am Anfang ein Problem. Zuerst schien das Eintippen so vieler Wörter eine Plage zu sein, da die meisten es gewohnt sind, nur Stichwörter in Suchmaschinen einzugeben. Außerdem hatten sie in ihrer Ausbildung bis jetzt noch nicht gelernt, wie man Fragen richtig formuliert. Nach der zweiten Woche hatten sich jedoch alle an diese Art des Unterrichts gewöhnt. Auch das Eingeben von ganzen Fragen wurde allgemein akzeptiert. Wir bemerkten, dass die meisten Schülerinnen und Schüler sehr schnell beim Eintippen ihrer Fragen waren. Es schien, dass sie bereits Erfahrung mit der Texteingabe am Computer hatten (möglicherweise durch das Chatten im Internet).

Im weiteren Verlauf des Experiments steigerte sich die Begeisterung der Schülerinnen und Schüler, Mathe-



[http://lb.wikipedia.org/wiki/Fichier:Le\\_topsomme1.jpg](http://lb.wikipedia.org/wiki/Fichier:Le_topsomme1.jpg)

**Bild 2:** Das Lycée Technique d'Esch-sur-Alzette.

matik auf diese Weise zu lernen. Wir bemerkten, dass sie sich verschiedene Eigenschaften der Video-Clips einprägten, z.B. einen Vortragenden, der ein bestimmtes Wort schlecht ausspricht, eine schöne Illustration oder einen Sprecher, der etwas sehr gut erklärt. Es war interessant festzustellen, dass solche Eigenschaften sehr hilfreich waren.

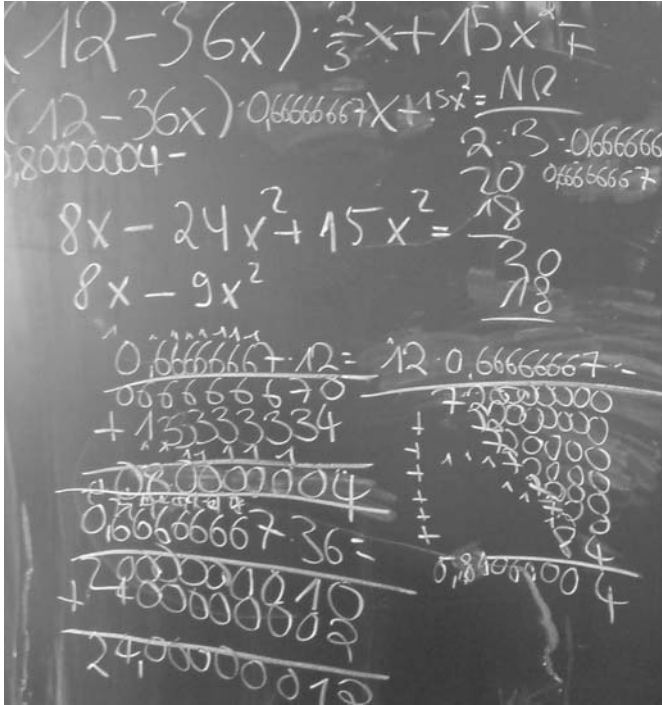
Wir waren von der positiven Atmosphäre im Klassenzimmer beeindruckt. Jeder Schüler war mit seiner eigenen Übung beschäftigt und konnte in seinem eigenen Rhythmus arbeiten. Einige waren sehr schnell, andere langsamer. Alle benutzten Kopfhörer, daher war es angenehm ruhig im Raum. Es war erlaubt, untereinander zu kommunizieren (die beiden Prüfungsstunden abgeschlossen). Die meisten Gespräche glichen folgenden Äußerungen: „Welchen Clip hast du für diese Übung gefunden?“, „Hast du eine Antwort für diese Frage gefunden?“, „Bist du bereits mit der Übung fertig?“ usw.

Am Ende der fünften Woche bedauerten die Schülerinnen und Schüler, dass das Experiment vorbei war und sie zur „klassischen“ Art des Lernens zurückkehren mussten. Einige Schüler baten um eine Kopie von *MatES*, um das Werkzeug auch zu Hause benutzen zu können.

## Gründe für MatES

In diesem Abschnitt analysieren wir die Daten aus dem Experiment und versuchen festzustellen, ob die besseren Schulresultate auf die Benutzung von *MatES* zurückzuführen sind oder ob es andere Gründe gibt.

War der Unterrichtsstoff *Bruchrechnen* für Schüler leichter als *Geometrie*? Verschiedene Lehrer bestätigten uns, dass beide Themen einen ähnlichen Schwierigkeitsgrad aufweisen. Hatten die Schüler bereits Vorwissen über Bruchrechnen? Alle Schüler hatten bereits ein Grundwissen über Bruchrechnen, jedoch auch über Geometrie. Beide Themen wurden bereits – sehr oberflächlich – in vergangenen Schuljahren behandelt. Waren die Klassenarbeiten über Bruchrechnen einfacher als die über Geometrie? Die Prüfungen über Bruchrechnen waren ähnlich schwierig, ja sogar den Schwierigkeitsgrad betreffend identisch mit denen anderer Klassen oder mit denen aus vergangenen Jahren. Wei-



**Bild 3: Mit MatES sollte es keine Bruchlandung in Mathematik geben.**

terhin wurden alle Klassenarbeiten (über Geometrie und Bruchrechnen) von zwei Lehrern korrigiert.

### Besseres Verstehen

Haben die Erklärungen von *MatES* den Schülerinnen und Schülern geholfen, den Unterrichtsstoff besser zu verstehen, als die Erklärungen aus klassischen Quellen (z.B. aus Büchern, durch Informationen an der Tafel oder durch mündliche Erklärungen vom Lehrer)? Neun Schüler waren der Meinung, dass die Erklärungen von *MatES* sehr gut wären, und drei Schüler meinten, dass das Expertensystem sehr viel Wissen habe. Fast alle Schüler (21 von 22) waren der Meinung, dass sie damit die richtigen Informationen erhielten, und 18 sagten, dass sie in der Tat mit *MatES* besser lernten. Hier sind einige Erklärungen:

- ▷ Die semantische Suchmaschine ermöglicht es, schnell gute Antworten zu finden. Das heißt, man muss nicht warten, bis der Lehrer zur Verfügung steht, um eine Frage zu beantworten.
- ▷ Die Antworten von *MatES* sind präzise und kurz, im Gegensatz zu Büchern oder langen Antworten des Lehrers.
- ▷ Die Erklärungen sind einfach und klar.
- ▷ Der Schüler kann durch den Clip navigieren und zu jedem beliebigen Augenblick anhalten oder sich den Clip mehrere Male ansehen.
- ▷ Die Information wird in einer attraktiveren Form angezeigt als in einem Buch oder an der Tafel. Zum Beispiel konnten sich Schüler an eine bestimmte In-

formation erinnern, weil sie sich an eine bestimmte Eigenschaft im Clip erinnerten.

- ▷ Der multimediale Aspekt aktiviert mehr Sinne: Die Schüler hören, lesen und sehen die gleiche Information.
- ▷ Illustrationen und Animationen werden benutzt, um ein bestimmtes Thema zu erklären. Dies ist aussagekräftiger als reine verbale Kommunikation (vgl. auch Mayer/Gallini, 1990).
- ▷ Die Videosequenzen zeigen den Vortragenden an der Tafel. Dies ist die klassische Sicht eines Schülers im Klassenzimmer und soll eine Art virtuelle Klassenzimmer-Atmosphäre erzeugen. Es soll dem Schüler ständig vor Augen gehalten werden, dass *MatES* kein Spiel ist, sondern ernste Arbeit.
- ▷ Die Bewegungen am Bildschirm sollen den Schüler dazu veranlassen, sich auf das zu konzentrieren, was er selbst tut, und auf das, was der Präsentator erklärt.
- ▷ Die Vortragenden sind Schüler. Manche Schüler nehmen eher Erklärungen von ihresgleichen an als von Erwachsenen.
- ▷ Die Schüler eigneten sich schnell ein spezifisches Fachvokabular über Bruchrechnen an. Wenn ein unbekannter Ausdruck verwendet wurde, dann konnten sie *MatES* bitten, diesen zu erklären.

### Höhere Motivation

Jede Lehrkraft weiß, wie angenehm es ist, in einer Klasse mit motivierten Schülerinnen und Schülern zu unterrichten. Fleißige Schüler haben gewöhnlich gute Noten, weil sie gewillt sind, mehr Zeit und Energie in das Lernen zu investieren. Jedoch sind nicht alle von Natur aus zum Lernen motiviert. Daher ist es auch die Pflicht eines Lehrers, die Schüler von der Wichtigkeit seines Unterrichtsinhalts zu überzeugen und sie zu motivieren.

Generell kann die höhere Motivation der Schülerinnen und Schüler auf den Einsatz von *MatES* zurückgeführt werden, da weder Geometrie noch Bruchrechnen de facto motivierend für sie ist. Möglicherweise haben Schüler eine kleine Vorliebe für Geometrie, weil sie hier z.B. Hilfsmittel (Zirkel, Lineal usw.) benutzen und Zeichnungen erstellen können. Das Bruchrechnen beschränkt sich aber einzig auf Berechnungen. Hier sind einige Gründe, warum *MatES* die Motivation der Schülerinnen und Schüler erhöht:

- ▷ Der Gebrauch von neuen Technologien ist allgemein motivierend für Schülerinnen und Schüler.
- ▷ Alles, was sich vom normalen Unterricht unterscheidet, ist – zumindest am Anfang – motivierend. Zum Beispiel haben alle Unterrichtseinheiten in einem Computerraum stattgefunden, und es wurde ein Computerprogramm im Mathematikunterricht eingesetzt, was alles ziemlich ungewöhnlich aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler ist.
- ▷ Die Erklärungen sind in einer attraktiveren Form dargestellt, nämlich in Form von multimedialen Video-Clips.
- ▷ Der Schüler hat das Gefühl, dass er den Unterrichtsablauf selbst steuert. Es gibt keinen Lehrer, der ihm vorschreibt, was er als Nächstes tun soll.

- ▷ Der Schüler ist in seinem Lernprozess fortwährend aktiv. Er kann ständig etwas tun und sich gezielt neues Wissen aneignen.
- ▷ Im traditionellen Unterricht sind schwächere Schüler oft frustriert, weil sie an die Leistungen der besseren Schüler nicht herankommen. Das Arbeiten mit *MatES* erlaubt aber jedem Schüler, in seinem eigenen Rhythmus und mit seinen Möglichkeiten zu arbeiten, ohne jemals verspottet zu werden.
- ▷ Der Schüler kann diese Art von Unterricht als eine Art Abenteuer ansehen, in dem er die Rolle des Entdeckers spielt und neues Wissen erkundet.
- ▷ Der Schüler versteht den Lernstoff besser und hat keinen Grund zu verzagen oder sogar aufzugeben. Im Gegenteil, er merkt, dass Mathematik eigentlich nicht so kompliziert ist und dass auch er das Ziel erreichen kann.

## Mehr Engagement

In unserem Experiment mussten die Schülerinnen und Schüler wesentlich mehr arbeiten als sonst üblich. Dieser größere Einsatz könnte die besseren Resultate erklären. Zuerst verbrachte jeder Schüler viel mehr Zeit mit Übungsaufgaben, da es ja keine „theoretischen“ Unterrichtseinheiten gab. Somit hatte jeder mehr Zeit, seine Schwächen herauszufinden, sein Wissen zu erweitern und es durch Aufgaben zu testen. Zweitens war es jedem klar, dass man ein gewisses theoretisches Grundwissen haben muss, um die Aufgaben zu lösen. Daher lag es im Interesse eines jeden, sich diese Theorie so schnell wie möglich anzueignen. Drittens wussten die Schüler, dass alle Übungen zu Hause fertigzustellen waren. Es war somit ein Vorteil für jeden, so viel wie möglich in der Schule zu erledigen, um weniger Hausaufgaben zu haben. Viertens hatten schwächere Schüler mehr Hausaufgaben, da sie in der Schule langsamer beim Lösen ihrer Übungen waren. Diese zusätzlichen Hausaufgaben und das somit notwendige Engagement könnten ihnen geholfen haben, sich zu verbessern.

## Individuelles Lernen

Im klassischen Mathematikunterricht erhält der Schüler Informationen vom Lehrer, die er verstehen und behalten muss. Das Volumen an Informationen sowie die Geschwindigkeit, mit der sie beim Schüler ankommen, könnte schwache Schüler überfordern (vgl. Williams/Markle/Sternberg/Brigockas, 2001). Des Weiteren ist die Unterrichtseinheit wenig effizient, wenn Schüler nicht von der Wichtigkeit der Informationen und der Übung überzeugt sind.

In unserem Experiment benutzen wir eine vollständig andere pädagogische Vorgehensweise, die autonomes und exploratives Lernen fördert. Der Schüler ist aktiv in seinen Lernprozess eingebunden und kann diesen selbst steuern. Mit *MatES* erhält er nur dann Informationen, wenn er sich selbst darum bemüht. Somit steuert der Schüler seinen Lernprozess und entscheidet selbst, was er sich ansehen möchte, in welchem Rhyth-

mus er arbeiten will, wie oft er sich die gleiche Information ansehen will usw. Er ist nicht vom Lehrer oder von den Mitschülern abhängig. Somit kann ein schwacher Schüler in seinem eigenen, für ihn angemessenen Rhythmus arbeiten. Jeder Schüler kann sich die gleichen Konzepte wie der Rest der Klasse aneignen. Stärkere Schüler können schneller vorankommen und anspruchsvollere Übungen machen. Sie brauchen nicht ruhig und inaktiv zu verweilen, während der Lehrer schwächeren Schülern etwas erklärt.

Wir möchten aber auch anmerken, dass *MatES* das Auswendiglernen nicht fördert. Wir beobachteten, dass einige schwächere Schüler akzeptable Resultate in den vorherigen Schuljahren hatten, weil sie auswendig lernen konnten. Solche Schüler hatten schlechtere Resultate mit *MatES*. Auswendiglernen ist eine Strategie, die verschiedene Schüler anwenden, die jedoch im Vergleich zum „intelligenten Lernen“ nicht sehr effizient ist.

## Bessere Schulleistungen

Die Daten aus unserem Experiment belegen, dass die Schülerinnen und Schüler, als sie *MatES* benutzten, bessere Zensuren erzielten. Es kann jedoch nicht bewiesen werden, dass der Einsatz von *MatES* einzige Ursache dieser Leistungssteigerung ist. Tatsache ist, dass das Arbeiten mit *MatES* für die Schülerinnen und Schüler wesentlich motivierender war als der Frontalunterricht, was wiederum eine positive Auswirkung auf das Lernen und das Verstehen hatte. Daher trägt *MatES* indirekt zur Steigerung der schulischen Leistung der Schüler bei.

Eine offene Frage bleibt, wie lange der Einsatz von *MatES* die Schüler motivieren kann. Heutzutage verlieren diese schnell das Interesse an dem, was sie tun, und an Dingen, die sie noch vor Kurzem interessant fanden. Wenn auch die Schüler in unserem Experiment während fünf Wochen von *MatES* begeistert waren, so kann dieses Werkzeug nach weiteren fünf Wochen vielleicht genau so langweilig werden wie ein normales Schulbuch.

Wir lernten, dass Schüler ein Computerprogramm nur dann richtig und erfolgreich einsetzen, wenn sie von dessen Vorteilen überzeugt sind und wenn sie es richtig bedienen können.

Der Erfolg unseres Experiments ist auch teilweise auf die Tatsache zurückzuführen, dass die Schüler während des ganzen Ablaufs ständig betreut wurden, was eine Bedingung für den erfolgreichen Einsatz von Computerprogrammen im Unterricht ist (vgl. u. a. Martin, 2003; Fidel u. a., 1999; Navarro-Prieto/Scaife/Rogers, 1999). Somit reduzierte *MatES* keinesfalls das Arbeitsvolumen für die Lehrkraft. Es ist klar, dass Schülerinnen und Schüler mehr Betreuung beanspruchen und mehr Fragen stellen, wenn sie im Lernprozess aktiv werden. Weiterhin sind Lehrer im klassischen Unterricht in erster Linie für die Organisation und die Übermittlung von Lerninhalten verantwortlich. Ihre Pflicht verändert und erweitert sich jedoch schnell, wenn Techniken elektronischen Lernens eingesetzt werden. Lehrer erhalten dann zusätzliche Aufgaben wie z. B. die eines IT-Experten oder eines Systemadministrators.

Die Qualität der semantischen Suchmaschine ist ein wesentlicher Faktor für den Erfolg von *MatES*. Wir wissen, dass Schülerinnen und Schüler es generell verabscheuen, auf eine Anfrage viele Resultate zu bekommen: Sie möchten lieber eine verständliche, eindeutige Antwort haben. Sie werden sich die Suchresultate nicht einmal alle ansehen (vgl. Fidel u.a., 1999). Sie haben klare Vorstellungen über das erwartete Suchresultat.

Dr. Serge Linckels  
Carole Dording  
Prof. Dr. Christoph Meinel  
Hasso-Plattner-Institut (HPI)  
für Softwaresystemtechnik GmbH  
an der Universität Potsdam  
Prof.-Dr.-Helmert-Straße 2–3  
14482 Potsdam

E-Mail: {linckels|dording|meinel}@hpi.uni-potsdam.de

---

## Schlussfolgerung

In dieser Arbeit zeigten wir, dass der Einsatz von Video-Sequenzen beim E-Learning die schulischen Leistungen verbessern kann. Mit unserem Werkzeug *MatES* ist der Schüler aktiv in seinem Lernprozess und spielt die Rolle eines Entdeckers. Aufgrund höherer Motivation ist er gewillt, mehr Zeit und Aufwand in das Lernen zu investieren. Weiterhin helfen die einfachen multimedialen Antworten von *MatES* den Schülern, ein bestimmtes Thema besser zu verstehen – ohne Hilfe des Lehrers. Dies ist besonders hilfreich für schüchterne und schwache sowie für fremdsprachige Schüler, die sich nur schlecht ausdrücken können. Außerdem kann Grundwissen aus vergangenen Schuljahren mittels eines solchen Werkzeugs wieder aufgefrischt werden.

Unser System kann in verschiedenen Situationen eingesetzt werden. Im geschilderten Experiment benutzten wir *MatES*, um in ein neues Thema auf eine autonome und explorative Weise einzuführen. Aber es kann auch in einer Situation eingesetzt werden, wo der Lehrer entscheidet, für welche Unterrichtseinheit es am besten geeignet ist. Es kann schließlich verwendet werden, wo der Schüler (oder eine berufstätige Person) von zu Hause aus lernen möchte oder muss. Ein weiterer interessanter Aspekt betrifft das kollaborative Lernen: Schüler können in Gruppen arbeiten, Informationen sammeln und diese später diskutieren.

---

## Literatur und Internetquellen

Fidel, R. u.a.: A visit to the information mall – Web searching behavior of high school students. In: Journal of the American Society for Information Science, 50. Jg. (1999), H. 1, S. 24–37.  
<http://polaris.gseis.ucla.edu/ewhitmir/fidel.pdf>

Linckels, S.; Meinel, Chr.: Resolving Ambiguities in the Semantic Interpretation of Natural Language Questions. In: E. Corchado, Hujun Yin, V. J. Botti, C. Fyfe (Hrsg.): Intelligent Data Engineering and Automated Learning – IDEAL 2006. Reihe „Lecture Notes in Computer Sciences – LNCS“, Band 4224. Heidelberg u.a.: Springer, 2006, S. 612–619.  
<http://www.linckels.lu/publications/IDEAL-LNCS.pdf>

Linckels, S.: Supporting Explorative Learning by a Description Logics Based Semantic Retrieval Tool. Potsdam: Universität Potsdam – Hasso-Plattner-Institut (Dissertation), 2007.  
[http://www.linckels.lu/publications/thesis\\_linckels.pdf](http://www.linckels.lu/publications/thesis_linckels.pdf)

Martin, Ph.: Knowledge Representation, Sharing and Retrieval on the Web. In: Ning Zhong, Jiming Liu, Yiyu Yao (Hrsg.): Web Intelligence. Berlin u.a.: Springer, 2003, S. 263–297.

Mayer, R.E.; Gallini, J. K.: When is an illustration worth ten thousand words? In: Journal of Educational Psychology, 82. Jg. (1990), H. 4, S. 715–726.  
[http://visuallearningresearch.wiki.educ.msu.edu/file/view/Mayer+&+Gallini+\(1990\).pdf](http://visuallearningresearch.wiki.educ.msu.edu/file/view/Mayer+&+Gallini+(1990).pdf)

Navarro-Prieto, R.; Scaife, M.; Rogers, Y.: Cognitive strategies in web searching. In: 5<sup>th</sup> Conference on Human Factors & the Web in Gaithersburg, Maryland, June 3, 1999.  
<http://itl.nist.gov/iaui/vvrg/hfweb/proceedings/navarro-prieto/index.html>

Owston, R.D.: The World Wide Web – A Technology to Enhance Teaching and Learning? In: Educational Researcher, 26. Jg. (1997), H. 2, S. 27–33.  
<http://www.jstor.org/stable/1176036>

Williams, W.M.; Markle, F.; Sternberg, R.J.; Brigockas, M.: Educational Psychology. Boston (USA, MA): Allyn & Bacon, 2001.

---

Alle Internetquellen wurden zuletzt am 12. Mai 2010 geprüft.