

Marianne MOORMANN, Augsburg

## **Ergebnisse einer Leistungserhebung zur Differentialrechnung am Ende der Klasse 11**

### 1. Einleitung und Rahmen

Durchgeführt wurde die Untersuchung im Rahmen des EU-Projekts LeActiveMath. LeActiveMath ist ein Projekt, das sich der Entwicklung und Evaluation einer Lernsoftware im Bereich der Differentialrechnung widmet.

Abgezielt wird dabei auf eine große Adaptivität, so dass der Lerner auf sinnvolle Bearbeitungsvorschläge eingehen oder auch selbständig nach seinen Präferenzen Auswahlen treffen kann.

In Augsburg werden für diese Software Sätze, Definitionen, Beispiele, Aufgaben und weitere Inhaltselemente erstellt. Diese sind alle jeweils mit einem typ-spezifischen (bei Definitionen anders als bei Aufgaben) Satz an Metadaten versehen. Was sind nun diese Metadaten? Metadaten sind Angaben, die eine Aufgabe oder ein Beispiel genauer spezifizieren und zwar nach didaktisch oder technisch relevanten Kriterien. Dazu gehören beispielsweise der Zeitbedarf und die Schwierigkeit. Metadaten werden als Schätzwerte von den Autoren eingegeben und später mit jeder neuen Bearbeitung der Aufgabe vom Programm aktualisiert. Des Weiteren zählen Kompetenzen und Kompetenzstufen zu den Metadaten. Dieses Konzept basiert auf dem Kompetenzstufenmodell nach PISA 2000 und ist an den Bestimmungen der einzelnen Kompetenzen nach Niss (2003) orientiert.

Die Kompetenzstufen wurden in Form einer vierstufigen Skala ausgewiesen. Die niedrigste Stufe, Stufe I, beinhaltet dabei die basalen Kenntnisse. Beispielsweise fallen in der Differentialrechnung Ableitungen wie die von  $f(x) = 3 \cdot x^5$  darunter. Über Stufe II und III die schrittweise mehr Verständnis von Konzepten erfordern, gelangt man zur komplexeren Stufe IV, die Argumentations- und/oder erweiterte Modellierungsfähigkeiten beinhaltet.

Andere leicht festzusetzende Metadaten sind die verwendeten Repräsentationsformen (Bild, Text, Formel) oder Anwendungsgebiete (Physik, Sport & Freizeit usw.).

Wozu sollen diese Informationen dienen?

Einerseits wird hiermit die individuelle Anpassung an die Lerner beabsichtigt. Dies geschieht in Form von Bearbeitungsvorschlägen und durch die Möglichkeit, sich Inhaltselemente mit speziellen Eigenschaften gemäß der Metadaten selbst zusammenzustellen. Zum anderen unterstützt diese genaue Spezifizierung der Inhaltselemente die Forschung bezüglich positiver Lerneffekte und Abhängigkeiten dieser von bestimmten Formaten, Typen oder z.B. der Ergänzung eines Inhaltes durch Bilder. Forschungsfragen dazu finden sich im immer noch strittigen Spannungsfeld zwischen der Auffassung, dass multiple Repräsentationen lernförderlich wirken, z.B. Paivio (1986) und den Bedenken der Cognitive Load theory, z.B. Sweller (1994).

Sind in Zukunft genügend Informationen und erprobte Metadaten vorhanden, soll anhand eines Eingangstests und auf Basis eines Kompetenzstufenmodells die Software LeActiveMath befähigt werden dem Lernenden geeignete Bearbeitungsvorschläge anzubieten.

## 2. Fragestellungen und Design der Erhebung

Zweck der Erhebung war der Abgleich der theoretisch erarbeiteten Konzepte mit der Praxis.

Die Fragestellungen betreffen dabei im Wesentlichen zwei Bereiche, zum einen die Feststellung der Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler im Bereich der Differentialrechnung, zum anderen die eher LeActiveMath-spezifischen Fragen bezüglich der Anwendbarkeit der Metadaten in der Praxis.

Durchgeführt wurde der Test mit 65 Schülerinnen und Schülern am Ende der Jahrgangsstufe 11. Inhaltlich bezogen sich alle Aufgaben auf den Bereich der Infinitesimalrechnung, welcher lehrplanmäßig zentraler Themenbereich des 11. Jahrgangs in Bayern ist. Konzipiert wurde der Test als 45minütiger schriftlicher Test.

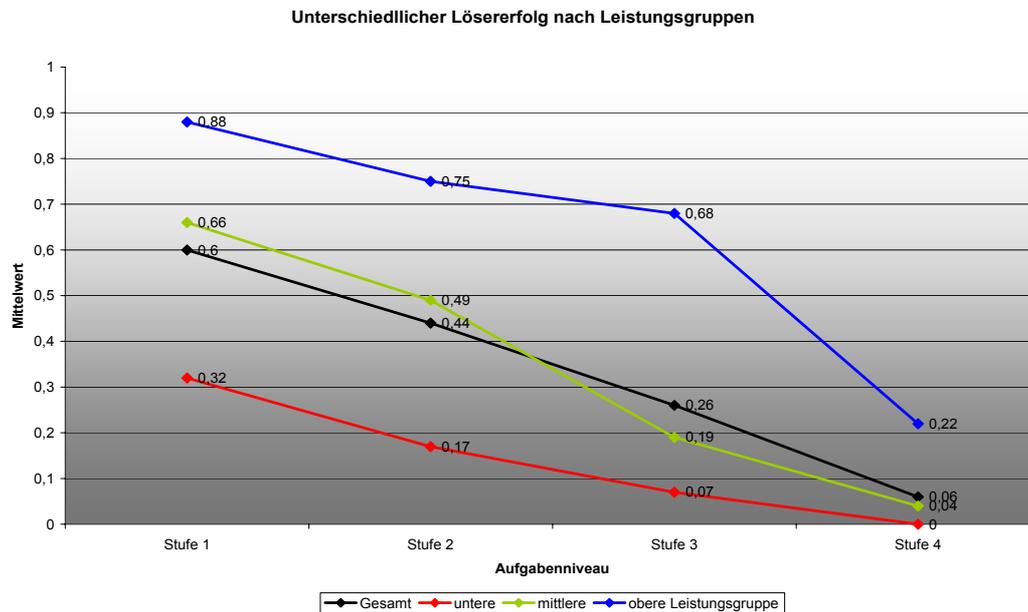
Ergänzend wurden nach Auswertung des Leistungstests Gruppeninterviews mit 4-5 ausgewählten Schülerinnen und Schülern geführt. Diese Interviews bezogen sich auf den Leistungstest und zielten speziell auf Akzeptanz und Vertrautheit der behandelten Aufgaben. Die Interviews hat dieser Beitrag jedoch kaum im Blick.

## 3. Auswertungen und Ergebnisse

Die deskriptive Gesamtauswertung ergab, dass im Mittel etwa 37% des Tests erfolgreich bearbeitet wurden. Die Probanden wurden dann in

Leistungsgruppen eingeteilt: Es ergaben sich drei Leistungsgruppen: die Gruppe der Leistungsstärksten mit  $N = 14$ , die Gruppe mittlerer Leistungsfähigkeit mit  $N = 30$  und die Schwächeren mit  $N = 21$ .

Die Aufgaben wurden gemäß Kompetenzstufen zusammengefasst.

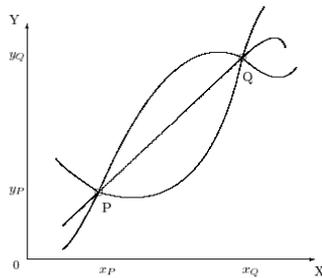


Unten auf der Achse sind die Kompetenzstufen der Aufgabenpakete angegeben, links die Lösehäufigkeit auf 1 normiert. Die Werte der Graphen geben den Lösererfolg der jeweiligen Leistungsgruppe an. Recht deutlich zu erkennen ist, dass sich der stärkste Einbruch der Leistung je nach Leistungsgruppe an einer anderen Stelle zeigt. So geschieht dies im Fall der Leistungsstarken erst zwischen Stufe 3 und 4, also auf recht hohem Niveau. Bei den anderen zwei Gruppen ist das stärkste Gefälle entsprechend früher (zwischen Stufe 2 und 3 bzw. Stufe 1 und 2) festzustellen.

Korrelationen zwischen Aufgaben konnten nur im Fall thematisch stark verwandter Aufgaben ausgemacht werden. Aufgabenformate und Bebilderungen zeigten hier keinen Effekt.

Während die Lösungshäufigkeiten recht gut die geschätzten Schwierigkeitsgrade abbilden, weichen die Zeitvorgaben bisweilen deutlich von den Angaben der Schülerinnen und Schüler ab. Offene Aufgaben kosteten die Probanden weniger Zeit als vermutet. Auswahlaufgaben erforderten dagegen mehr Zeit: Die meisten Probanden gaben an sich zwei bis drei Minuten mit der Bearbeitung dieser Aufgaben beschäftigt zu haben.

Besonders auffällig war das Löseverhalten bei dieser Aufgabe zum Begriffswissen über den Differenzenquotienten mit der Frage, was für



- Alle Kurven haben dieselbe durchschnittliche Steigung.
- Alle Kurven haben verschiedene durchschnittliche Steigungen.
- Einige Kurven haben dieselbe, andere verschiedene durchschnittliche Steigungen.

die durchschnittliche Steigung zwischen P und Q für Kurven gilt, die durch diese Punkte laufen, wurde von der unteren Leistungsgruppe signifikant ( $p < .012$ ) schlechter gelöst als von den übrigen Teilnehmern bzw. signifikant ( $p < .001$ ) schlechter als von den Leistungsstärksten.

Die Untersuchung zeigte einige weitere Aspekte eher qualitativer Art auf. So gab es bei einer Aufgabe, die die Sortierung des Beweises der Produktregel erforderte, feste Stufen (drei Anfangs-Schritte in der richtigen Reihenfolge oder drei Anfangs- und zwei End-Schritte), die die Probanden erreichten und die immer wieder auftraten.

Die Frage nach einer möglichen Definition für die durchschnittliche Steigung bereitete den Probanden große Schwierigkeiten und wurde als ungewohnt bezeichnet.

#### 4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Als wichtigstes Ergebnis lässt sich feststellen, dass sich das zugrunde gelegte Kompetenzmodell empirisch bestätigt hat.

Aufgabenformate und Repräsentationsformen scheinen hier keinen Einfluss zu haben. Dies wird jedoch in Folgestudien am PC, die dann andere Aufgabenformate bieten, noch genauer betrachtet werden. Hinzu kommen dann auch Untersuchungen motivationaler Aspekte.

Literatur:

Niss, M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM Project [online, .pdf] 12 Seiten. Verfügbar unter: [www7.nationalacademics.org/mseb/Mathematical\\_Competencies\\_and\\_the\\_Learning\\_of\\_Mathematics.pdf](http://www7.nationalacademics.org/mseb/Mathematical_Competencies_and_the_Learning_of_Mathematics.pdf) [16.07.2004].

Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 295-312.

Paivio, A. (1986). *Mental Representations. A Dual-Coding Approach*. New York: Oxford University. Zitiert nach Blömeke, S. (2003) *Lehren und Lernen mit neuen Medien. Forschungsstand und Forschungsperspektiven*. *Unterrichtswissenschaft* (Weinheim) 31, S. 57-82.