

W. Sanns, Darmstadt

Was kann genetisches Lehren von Mathematik an Fachhochschulen leisten? - Ergebnisse einer Vergleichsstudie zur Katastrophentheorie.

Mathematik wird in den Vorlesungen an Universitäten und Fachhochschulen fast ausnahmslos auf axiomatisch-deduktivistische Weise gelehrt. Diese Methode ist charakterisiert durch die Deduktion neuer Resultate aus Axiomen und bereits bewiesenen Sätzen. Sie orientiert sich bei der Vermittlung von mathematischem Wissen an einem sich wiederholenden Schema der Form: „Definition, Satz, Beweis, Beispiele“.

Mathematik an Fachhochschulen ist jedoch bezüglich ihrer Zielsetzung anders ausgelegt und gewichtet als Mathematik an Universitäten: So stehen an Fachhochschulen Praxisbezug und seminaristische Lehre im Vordergrund. Es stellt sich daher die Frage, ob die axiomatische („traditionelle“) Lehrmethode für Fachhochschulen überhaupt optimal geeignet ist.

Es gibt schon sehr lange eine konkurrierende Lehrform, die man genetisch nennt, das bedeutet „entwickelnd, der Entstehung folgend“. Mit ihr untrennbar verbunden sind die Namen Felix Klein, Martin Wagenschein und Alexander Israel Wittenberg. Im Gegensatz zur traditionellen axiomatischen Methode soll bei genetischem Lehren nicht die „fertige“ Mathematik präsentiert werden, sondern ihr Entstehungsprozess anhand exemplarischer Themenkreise erfahrbar gemacht werden. Realisiert wurde die genetische Methode im Hochschulbereich bisher aber kaum.

Im Rahmen meiner Dissertation an der TU Darmstadt konnte nun – erstmalig in der Forschung zur Hochschuldidaktik der Mathematik – eine Untersuchung zur genetischen Methode an einer Fachhochschule über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden. Ihr Ziel war die Beantwortung folgender Kernfragen:

- *Hat eine nach der genetischen Methode durchgeführte Lehrveranstaltung zur Mathematik an Fachhochschulen gegenüber der traditionellen Lehrmethode wesentliche Vorteile für die Studierenden, und wenn ja, welche?*
- *Wird eine multimediale Lernumgebung als Ergänzung der genetisch orientierten Vorlesung zur Katastrophentheorie von den Studierenden positiv angenommen und gewinnbringend eingesetzt?*

Grundlagen dieser Studie waren drei Vorlesungskurse zur „Katastrophentheorie“, die ich in den Jahren 2002-2004 für die Studierenden im jeweiligen 6. Semester Mathematik an der Fachhochschule Darmstadt abgehalten habe. Am Kurs 1 des Sommersemesters 2002 nahmen 20 Studierende teil. Dieser Kurs wurde auf traditionelle, axiomatisch-deduktivistische Art abgehalten. Der Kurs 2, im Sommersemester 2003 mit 10 Studierenden, war „genetisch“ konzipiert. Schließlich wurde in 2004 der Kurs 3 mit 14 Studierenden unter Hinzunahme einer computerunterstützten Lernumgebung ebenfalls auf genetische Weise durchgeführt.

Während sich der traditionelle Kurs in seinen Inhalten an die bestehende Literatur zur Katastrophentheorie anlehnte (Saunders, Bröcker, Poston & Stewart, Sanns) standen bei der Wahl der Inhalte für die beiden genetischen Kurse folgende Gesichtspunkte im Vordergrund:

- Modellierung eines Beispiels aus der Lebenswelt der Studierenden (Verkehrsstauproblem). Die Resultate wurden dabei induktiv erschlossen. Wichtig war die Erfahrung des selbsttätigen Auffindens von Fragestellungen und Lösungswegen. Die Studierenden verhielten sich aktiv konstruktiv, im Gegensatz zum passiven Verhalten bei der traditionellen Methode.
- Die Stoffauswahl wurde anhand fundamentaler Ideen vorgenommen (hier: Stabilität, Potential, Klassifikation, Modellierung) und nicht, wie bei der traditionellen Lehrveranstaltung, nur aufgrund der Fachsystematik.

Die Auswertung der Resultate der Studie stützt sich sowohl auf die Ergebnisse der Klausuren jeweils zum Ende des betreffenden Semesters als auch auf eine Befragung der Studierenden mit Hilfe von ad hoc entwickelten Fragebogen. Da es sich bei den untersuchten Items fast durchweg um ordinales Datenniveau handelte, wurde für die Signifikanztests der Jonckheere-Terpstra Test herangezogen, ein nichtparametrischer Test auf Trend für drei oder mehr unabhängige Stichproben.

Resultate: Die Ergebnisse der Studie zeigen folgende signifikante Trends auf dem üblichen 5% Niveau:

In einer bemerkenswerten Weise hat sich das Interesse an der Lehrveranstaltung verbessert: Vom traditionellen Kurs 1, über den rein genetischen Kurs 2, hin zum genetischen Kurs 3 mit computerunterstützter Lernumgebung (positive Bewertungen 65%, 90% und 100% respektive).

Durch die Wahl der Methode wird auch die Einschätzung der Studierenden zur Fähigkeit des Dozenten, schwierige Sachverhalte erklären zu können,

signifikant beeinflusst. Auch hier ist eine Verbesserung von Kurs 1, über Kurs 2, zum Kurs 3 erkennbar.

Hier könnte man vermuten, daß dieser Effekt auf meine sich im Verlauf der Kurse erhöhende Erfahrung zurückführen ließe. Dies ist jedoch aufgrund meiner über 25-jährigen Erfahrung auf dem Gebiet der Katastrophentheorie und langjähriger Lehrerfahrung eher sekundär.

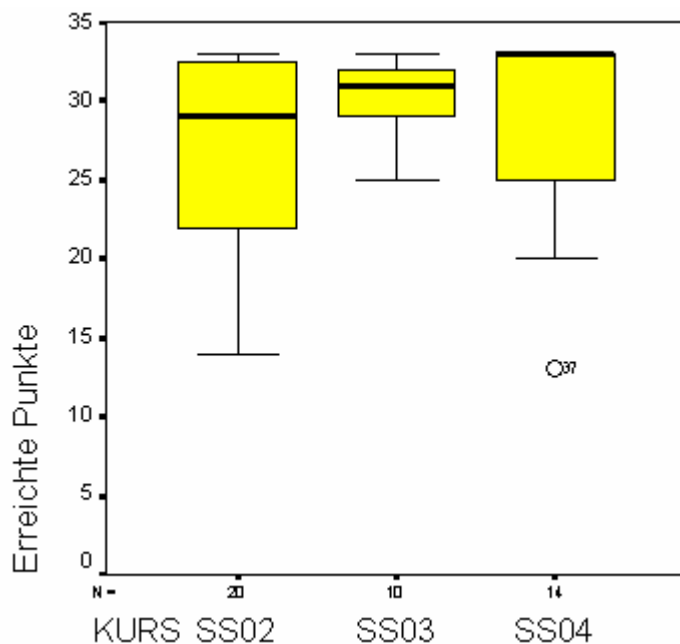
Ein wesentliches Kriterium für die Beurteilung des Lernerfolgs ist – neben den Ergebnissen der Klausuren – die gelungene Vermittlung von Begriffen. Die Frage hierzu wurde so gestellt, dass die Studierenden einschätzen sollten, ob sie die betreffenden Begriffe anderen selbst erklären könnten. Es zeigt sich, dass die Einschätzung des Verständnisses von Begriffen bei Kurs 3 deutlich am besten ist. Zur Kontrolle habe ich die Frage nach einem Begriff in den Fragebogen aufgenommen, der auch im Kurs 2 nicht, wie sonst bei anderen Begriffen im Verlauf dieser Lehrveranstaltung üblich, auf die genetische Weise eingeführt wurde, sondern in einer dem traditionellen Kurs 1 vergleichbaren Vorgehensweise. Das bemerkenswerte Resultat des Vergleichs war: Die beiden Verteilungen von Kurs 1 und Kurs 2 sind dann qualitativ gleich. Die ähnliche Methode der Vermittlung des Begriffs führte hier in beiden Gruppen zu einem vergleichbaren Resultat, anders dagegen die viel positivere Bewertung der dritten Gruppe.

Kooperationsfähigkeit wird nach Meinung der Studierenden bei der traditionellen Lehrveranstaltung kaum gefördert, dagegen sehr bei der genetischen Methode. Hier liegt nachweislich ein klarer Vorteil der genetischen Methode!

Während sich bezüglich der Verbesserung von Selbstvertrauen, Selbständigkeit und Kommunikationsfähigkeit die Vorteile einer Kombination von genetischer Lehrmethode und dem Einsatz einer multimedialen Lernumgebung nachweisen lassen, liegt bei den Tests zu den Fragestellungen bezüglich Selbstdisziplin/Durchhaltevermögen keine Signifikanz vor.

Insgesamt zeigen die Statistiken eine deutliche Verbesserung der Einschätzung der Studierenden bezüglich der Qualität der Lehre, wenn nach der genetischen Methode vorgegangen wurde. Diese Verbesserung lässt sich in nahezu allen erfragten Variablen erkennen.

Zur Überprüfung der Lernleistungen im kognitiven Bereich wurde die Abschlußklausur herangezogen. Ich habe versucht die Aufgaben in Typ und Schwierigkeit für alle Kurse gleich zu gestalten. Bei der Bewertung der Klausuren hatte ich ein Punktesystem benutzt, bei dem jeweils 33 Punkte als Maximum möglich waren. Die nächste Grafik zeigt einen Box-Plot, bei dem die Klausurergebnisse in den 3 Kursen dargestellt sind.



Die Mediane sind nahezu gleich, mit steigender Tendenz hin von Kurs 1 bis hin zu Kurs 3. Die Leistungsdichte ist bei den Studierenden aus Kurs 2 am höchsten (kleinster Quartilsabstand).

Auch in diesem Bereich lassen die Ergebnisse der Statistiken vermuten, dass an Fachhochschulen die genetische Methode insgesamt von Vorteil ist.

Der Vorteil der Methode liegt, betrachtet man die Ergebnisse summarisch, in der Verbesserung der Lernleistung (klausurrelevantes Wissen), vor allem aber im affektiven Bereich: In der Akzeptanz der Vorlesung durch die Studierenden. Lernen macht mehr Spaß, Kooperation wird höher bewertet, die Einschätzung der Fähigkeiten des Dozenten ist positiver, etc. Was den kognitiven Bereich anbelangt, lagen die erbrachten Leistungen der Studierenden in den abschließenden Klausuren nicht sehr weit auseinander, trotzdem ist die Verbesserung in den „genetischen Gruppen“ signifikant. Ein zusätzlicher positiver Effekt ergibt sich durch den Einsatz der computergestützten Lernumgebung.

Es liegt die Schlussfolgerung nahe, dass das Zusammenspiel von genetischer Lehrmethode und der Einsatz einer multimedialen Lernumgebung das Mittel der Wahl für eine erfolgreiche Lehrveranstaltung im Bereich der Mathematikausbildung an Fachhochschulen ist.

Die genannten Vorteile der genetischen Methode im Zusammenspiel mit der multimedialen Lernumgebung gelten zumindest in den von mir betrachteten Kursen. Wegen der geringen Stichprobenumfänge gibt es hier jedoch Raum für weitere Untersuchungen.