

Quantitative Methoden zum Prozessvergleich

Die Ausgangslage Vergleichsstudien zeigen, dass die Lernvoraussetzungen des tradierten SII-Curriculums zunehmend weniger erfüllt sind. Dies und die stärkere Akzentuierung inhaltsübergreifender und prozessbezogener Kompetenzen legen nahe, vermehrt heuristische und explorative Zugänge und leichter binnendifferenzierbare Arbeitsformen zu wählen.

DGS als heuristisches Werkzeug In der Differentialrechnung kann DGS als Experimentalumgebung dienen, ähnlich wie Modellbildungssysteme in der Physik. Möglich ist *ohne* Verwendung von Konstruktionsbefehlen:

<i>Dynamische Visualisierung:</i>	<i>Eigenständige Erkundung :</i>
– Einfluss von Parametern auf den Graphen einer Funktion,	– Finden einer Funktion mit vorgegebenen Eigenschaften
– Ableitung als Änderungsrate und als Tangentensteigung,	– experimentelle Ableitungsbestimmung
– Mittelwertsatz	– geometrische Extremwerte

Vorteile von DGS gegenüber CAS sind bei der „neuen“ SII als Zielgruppe:

- die Verwendung von DGS erfordert nicht so viele formale Fähigkeiten,
- bei ausschließlicher Verwendung von Messen und Ziehen entsteht praktisch kein Einarbeitungsaufwand,
- die dynamische Variation gehorcht dem Prinzip der direkten Manipulation, so dass Änderungen in ihrem zeitlichen Verlauf erfahrbar werden,
- sie ist theoriegeleitet: Lernende können daher die Auswirkungen mathematischer Phänomene erfahren, ohne sie kalkülmäßig zu beherrschen.

DGS-Arbeitsblätter zum selbstständigen Lernen Es wurde eine Reihe von 14 Blättern für das Projekt SelMa erstellt. Ausgehend von einem „*verifizierenden Gebrauch*“ in bekannten Beispielen (Ableitung der Parabel) soll die „*instrumentelle Genese*“ durch das Einbeziehen heuristischer Techniken (Ableitung der Exponentialfunktion) vorangetrieben werden, um dann durch das Entdecken neuer Sachverhalte (Mitteltangente einer kubischen Funktion) einen „*epistemic value*“ im Sinne von Artigue (2001) in Form eines vertieften Verständnisses des Tangentenkonzepts zu realisieren. Zum Design der interaktiven Arbeitsblätter zur Differenzialrechnung¹ vgl. Gawlick (2003), eine Themenübersicht folgt umseitig.

¹ Download: www.learn-line.nrw.de/angebote/selma/foyer/andereautoren/dgs/dgs2.htm

1. <i>Der Grenzübergang vom Differenzen- zum Differenzialquotienten</i>	3.3 Mitteltangente
1.1 Ableitung der Parabel	3.4 Polynome im Affenkasten
1.2 Ableitung der Exponentialfunktion	4. <i>Extremwertaufgaben</i>
1.3 Ableitung der Logarithmusfunktion	4.1 Glasscheibe
2. <i>Anwendungen der Differenzierbarkeit</i>	4.2 Claim abstecken
2.1 Modellierung eines Gleisanschlusses	5. <i>Kurvenscharen</i>
2.2 Zur Herleitung der Kettenregel	5.1 Die parabolisch gebrochene Scheibe
3. <i>Entdeckung von Tangenteneigenschaften</i>	5.2 Die Helligkeitsverteilung einer Lampe
3.1 Parabeltangente	5.3 Quartiken
3.2 Mittelwertsatz	

Studiendesign Vom Vf. wurden 7 Blätter in 3 Kursen am Oberstufenkolleg Bielefeld in Partnerarbeit erprobt, 4 davon wurden audiographiert. Sie wurden sowohl auf Papier als auch per DGS eingesetzt – das ursprüngliche „cross over design“ konnte allerdings aufgrund technischer Probleme nicht realisiert werden, sodass Köster (im Folgebeitrag) die Bearbeitungen mit denen von Lehramtsstudierenden kontrastierte.

Literatur Qualitative Studien (Hölzl 1994 etc.) zeigen einen DGS-Einfluss auf den Lernprozess: *einerseits* kommt es zu einer Erweiterung des Handlungsspielraums sowie zu einer erhöhten Aktivierung der Lernenden, *andererseits* zu epistemologischen Brüchen gegenüber der „statischen“ Begriffswelt, zu gesteigerten kognitiven Anforderungen und (aufgrund der Interaktivität) zum „degoaling“ (s.u.). Offen blieb dabei:

- Sind diese Phänomene DGS-spezifisch? (Keine Papier-Aufgaben!)
- Welche Rolle spielt die Auswahl der Probanden?
- Welche Rolle spielt das sehr offene Aufgabenformat?

Für die Beantwortung sind also *Vergleiche* von Lernprozessen notwendig! Dies leistet in dieser Studie das quantitative Design:

Fragestellungen der Untersuchung

1. In welcher Weise verändert sich generell die Arbeit durch DGS?
2. Regt die Beschäftigung mit bewegten Bildern vermehrt das Entstehen beweglicher innerer Bilder an?
3. Führt die Beschäftigung mit bewegten Bildern zu einer vertieften Auseinandersetzung mit theoretischen Aspekten?
4. Spielen bewegte Bilder eine Rolle beim Aufstellen und bei der Überprüfung von Vermutungen?
5. Ändert sich in der DGS-Umgebung der Materialbezug?
6. Kommt es in der DGS-Umgebung vermehrt zum „degoaling“?

Anregungen aus der Physikdidaktik Hucke (2000) untersuchte Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Anfängerpraktikums: Videographierte Experimente wurden in 30sec-Intervallen in Sprach- und Handlungskategorien eingeordnet. Er zeigte: Das traditionelle Praktikum ist für die Anwendung und den aktiven Erwerb physikalischen Wissens keine besonders geeignete Lernumgebung. Die Rahmenbedingungen sind so bestimmend, dass der Computereinsatz kaum Auswirkungen hat. Hucke forderte daher eine offenere Gestaltung der Lernumgebung. Entsprechend wurden hier nicht alle Arbeitsschritte vorgegeben! Wir haben in 10sec-Intervallen kategorisiert, allerdings nur Sprachäußerungen, da audiographiert wurde. Das Kategoriensystem wurde adaptiert aus dem „Beobachtungsschema zur Erfassung von Lernbedingungen: Facette 1B – Elaboration und Organisation von Inhalten“ aus Prenzel et al. (2001). Ergänzt wurde es um inhaltspezifische Facetten 2 und 3 zur Beantwortung der Fragen 2-6:

Facette 1: Inhaltskategorien (disjunkt)

A: Aufwerfen von Fragen
 B: Fragen zur Rechnerbedienung
 W: Wiedergabe von Fakten
 V: Vorstellungen
 F: Feststellungen
 O: Vorwissen
 H: Vermutungen und Hypothesen
 Ü: Überprüfen von Ideen und Hypothesen
 S: Schlussfolgerungen und Begründungen
 K: Koordination von Handlungen
 X: Andere
 - : Stille

Facette 2: Verknüpfungskategorien (nicht disjunkt)

G: Generalisierende Äußerung
 L: Verknüpfung von Lerninhalten

Facette 3: Bezugskategorien (disjunkt)

T: Text der Aufgabenstellung
 M: Material zur Veranschaulichung
 U: Unbewegliche Innere Bilder
 D: Dynamische Innere Bilder

Vorläufige Ergebnisse

1. Köster hat die Kategorien ausgezählt und statistisch untersucht. (Siehe Folgebeitrag. Nachfolgend wird auf dessen Tabelle Bezug genommen!)
2. Insgesamt nein. Bei 2 von 4 Paaren tritt Kategorie D bei DGS signifikant häufiger auf. Dies könnte auf eine typabhängige Varianz hindeuten.
3. Ja! Bei 3 von 4 Paaren tritt G bei DGS häufiger auf.
4. Insgesamt kommt nicht mehr H oder Ü bei DGS vor, auch die (nach Hucke gebildete) Dichte H/D ist insgesamt insignifikant. Bei 2 von 4 Paaren ist H/D größer bei DGS. Divergente Interpretationen sind möglich: sowohl „vertiefte Auseinandersetzung“ als auch erschwertes Arbeiten“!

5. Die Kategorie M tritt bei DGS signifikant häufiger auf.

6. In einer aktuell laufenden BA-Arbeit operationalisiert Dittmer anhand von Transkriptausschnitten den von Hölzl (1994) als „Abweichen vom Ziel“ aufgefassten Begriff „degoaling“ anhand der vom ihm angegebenen Originalquelle: „In so doing they do not necessarily learn those things that one might expect – but they still learn and they learn ideas which are functional for their projects.“ (Hoyles und Sutherland 1989, S.30) Davon ausgehend wird für (Teil-)Prozesse jeweils unterschieden, ob ein *neues Ziel* gesetzt, ob zusätzlich *Wissen erworben* und ob die *gestellte Aufgabe gelöst* wird. Von den entstehenden 8 Typen werden die ersten 4 (neues Ziel: ja) als Degoaling aufgefasst. Mit dieser provisorischen Definition ermitteltes Degoaling tritt erstaunlicher Weise bevorzugt in der Papierumgebung auf:

Umgebung	Häufigkeit	1	2	3	4	5	6	7	8	
Papier	Absolute	1	0	1	2	1	1	13	2	
	Relative	0,05	0	0,05	0,09	0,05	0,05	0,62	0,09	
	Absolute	4				17				
	Relative	0,19				0,81				
Computer	Absolute	0	0	1	0	1	0	13	3	
	Relative	0	0	0,05	0	0,05	0	0,72	0,17	
	Absolute	1				17				
	Relative	0,06				0,94				

Diskussion Mehrere Resultate überraschen und verdienen ausführlichere Analyse – alle müssen jedenfalls in weiteren Studien an größeren Fallzahlen unter variierten Rahmenbedingungen abgesichert werden. Aber schon jetzt sei prognostiziert: dabei wird sich unser Bild von den DGS-Auswirkungen auf den Problembearbeitungsprozess deutlich verändern!

Literatur

- Artigue, M. (2001): Learning Mathematics in a CAS Environment. Plenary Lecture, CAME 2. Utrecht: Freudenthal Institute
- Gawlick, Th. (2003): DGS als Trägermedium für interaktive Arbeitsblätter in der Differentialrechnung. Bender, P. (Hrsg.): Lehr-Lernprogramme im Mathematikunterricht. Hildesheim: Franzbecker
- Hölzl, R. (1994): Im Zugmodus der Cabri-Geometrie. Weinheim: Dt. Studien-Verlag
- Hoyles, C.; Sutherland, R. (1989): Logo in the Mathematics Classroom. London: Routledge.
- Hucke, L: (2000): Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums. <http://dspace.hrz.uni-dortmund.de:8080/handle/2003/2324>
- Prenzel et al. (2001): Erhebungs- und Auswertungsverfahren des DFG-Projekts „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht – eine Videostudie“. Kiel:IPN