

die Schüler ist das gezeigte Objekt die Lösung) oder tragen wenig zur tatsächlichen Lösung (etwa in Form einer klassischen Konstruktion) bei. — Raumvorstellungs- und logisches Schluß-Vermögen werden möglicherweise mit diskreten Bild-Folgen besser gefördert (s. Lewalter 1997).

4. Bemerkungen zum Beitrag des Computers zur formalen Bildung

Die Hoffnung auf **selbständiges Arbeiten** muß meiner Meinung nach zurückgeschraubt werden, wie fast alle Erfahrungen mit Schüler-Aktivitäten mit DGS zeigen (z.B. Hölzl 1994, Kadunz, Eischenbroich 1997 u.v.a.).

Zwar kennen wir schöne Beispiele von **Interaktion zwischen Schülern** anlässlich Computer-Nutzung (z.B. vom Hofe 1998). Aber es ist fraglich, wie nahe die Schüler dabei der zu erwerbenden Begrifflichkeit (Limes einer Differenzenquotienten-Folge) ohne massive Lehrer-Intervention überhaupt kommen können. — Oft genug wird aber ein sowieso stattfindender Aktionismus am Rechner durch die Gruppen-Situation noch verstärkt (s. z.B. die inzwischen schon klassische Analyse von Krummheuer 1989).

Team-Fähigkeit bedeutet im Erwerbs-Leben etwas anderes, als sich viele Angehörige des Bildungs-Systems — pädagogische Idyllen vor Augen — vorstellen, nämlich: sich zum Zwecke der genau abgrenzbaren Verantwortlichkeiten in ein Team unter dem Team-Leiter einzufügen.

Auch sach-bezogene Zusammenarbeit von Schülern hat ihre Nachteile: Nicht nur daß sie sich gegenseitig beim konzentrierten Nachdenken stören können; die Besseren — ohne didaktische Ausbildung und Ambitionen — leisten 'Hilfe' gern so vollständig, daß die Schwächeren keine Chancen zum Verstehen und Lernen haben (s. Vollmer 1997).

Als **professioneller Verantwortlicher** für die Lehr-Lern-Prozesse kommt der **Lehrer** nicht umhin, seinen Unterricht sehr genau zu planen, zumal wenn er **konstruktivistischem** Gedanken-Gut anhängt und einen **direkten** Einfluß auf die Lern-Prozesse der Schüler verneint.

Wenn dann die Schüler selbständig arbeiten, Entdeckungen machen und Einfalls-Reichtum an den Tag legen sollen, so benötigen sie breites **Wissen, Können und Erfahrungen**, ehe sie die schönen anspruchsvollen Probleme oder Projekte erfolgreich angehen können. — Insbesondere z.B. in der Geometrie sind intensive **kinästhetische** Erfahrungen bei der Herstellung (inklusive Zeichnen) geometrischer Objekte zu ermöglichen.

Meine **Sorge** aber ist, daß 1. die realitäts-ferne **Zeichenblatt-Geometrie** wieder ins **Zentrum** rückt, weil sie so gut zu DGS paßt; und 2. der Unterricht über die bescheidene Tätigkeit des **Entdeckens** von **Auffälligkeiten** nicht hinauskommt und das Ziel des **Begründens** verfehlt.

Peter BENDER, Paderborn

Mathematik-didaktische Paradigmen und Computer — unter besonderer Berücksichtigung der Geometrie

(I skizpiere meines Vortrags hier in Bern, der eine weiterentwickelte und gekürzte Fassung eines Hauptvortrags in Klagenfurt darstellt, der wiederum in angereicherter Form in "Gert Kadunz u.a. (Hrsg.) (1998): Mathematische Bildung und neue Technologien. 8. Internationales Symposium zur Didaktik der Mathematik 28.09.–02.10.1998 in Klagenfurt. Stuttgart & Leipzig: Teubner, S. 33–52" mit Literatur-Angaben publiziert ist)

1. Zum wissenschaftlichen Charakter der Mathematik-Didaktik

Halbstedendé hat die Mathematik-Didaktik Methoden und Ergebnisse anderer Wissenschaften zur Kenntnis zu nehmen; jedoch ist jede einseitige Ausrichtung an einer unserer Bezugs-Disziplinen und zu weite Entfernung vom **Kern der Mathematik-Didaktik** (Wittmann 1995) für deskriptive und präskriptive wissenschaftliche Arbeit fragwürdig. Beispiele:

- mathematik-artige Strukturierung und **Formalisierung** des unterrichtlichen Geschehens,
- unhinterfragte Übernahme **massen-statistischer** Methoden für die Erforschung von Lehr-Lern-Prozessen (ohne das jeweilige Fehlen von Unabhängigkeit, Validität und Repräsentativität wahrzunehmen, geschweige denn zu beseitigen),
- Verkürzung des Menschen auf ein informations-verarbeitendes Wesen, Vernachlässigung gesellschaftlicher und anderer exogener Einflüsse, Verwechslung des philosophischen Ansatzes des **Konstruktivismus** mit empirisch 'erwiesener' Aussagen und **Überschätzung** von scheinbar selbständigen Schüler-Leistungen,
- dezidierte **Ausblendung** einflußreicher **stoff-didaktischer Momente** aus der Initiierung und Analyse von Lehr-Lern-Prozessen.

Wer aus unserer Zunft sich auf Spekulationen von Experten insbesondere auch bezüglich des Computers einläßt oder selbst solche anstellt, benötigt eine breite wissenschaftliche Basis sowie politisches, ökonomisches und soziales **Urteils-Vermögen** im großen und im kleinen und jedenfalls **keine einseitigen** Adaptionen an irgendwelche Spezial-Disziplinen.

2. Anmerkungen zum Computer im Bildungs-System

Insgesamt scheint man sich für viele Fächer eine gefälliger Form durch den Einsatz von Multimedia und einen substanzialen Beitrag durch komfortable Lexika wie das Internet zu versprechen. "Internet-Führerschein für alle 15jährigen", lauter die Lösung, in der sich eine moderne **Lexikon-Pädagogik** mit den Zielen computer-orientierter **Bildungs-"Macher"** trifft. Gefordert wird die Ausbildung von sog. **Schlüssel-Qualifikationen**

wie Selbständigkeit, Eigen-Initiative, Analyse-, Kommunikations- und Team-Fähigkeit, Fähigkeit zu selbstbestimmtem Lernen (was Schule eigentlich schon immer möchte — jedoch jetzt neu:) auf Kosten des Lernens fachlicher Inhalte, weil diese ja sowieso bis zum Eintritt in den Beruf veraltet sein werden. Wenn man neben 'Lesen', 'Schreiben', 'Rechnen' über die **vierte Kultur-Technik 'Computer-Bedienung'** verfügt, kann man dann ein Leben lang alles benötigte Wissen von Internet abrufen.

Hier wird der Auftrag der allgemeinbildende Schule auf die Facette der **Berufs-Vorbereitung reduziert** und diese in einer naiven Weise **fehl-verstanden**. Gerade einer kulturell und technisch hochstehenden Gesellschaft mit einer dauerhaft hohen Arbeitslosen-Quote und einem Trend zur unfreiwilligen Verlängerung der Lebens-Arbeitszeit steht es gut an, ihrer Jugend eine gediegene Allgemein-Bildung angedeihen zu lassen, wozu Gewährung von **Muße** (also keine Schul- und Studienzeit-Verkürzung!) einerseits und Gewöhnung an **Leistung** andererseits (also keine Beliebigkeits-Pädagogik) gehören. Gebildete Menschen mit etwas Lebens-Erfahrung sind auf jedem Niveau nicht nur in ihrer **Arbeits-Zeit** nützlicher, sondern sind auch auf ihre umfangreiche **Frei-Zeit** besser vorbereitet.

Gewiss sind in der Schule auch die sog. "Schlüsselprobleme" (gemäß der Denkschrift "Zukunft der Bildung — Schule der Zukunft" (1995, S. 113)) anzuspüren; aber das mit der zugrundeliegenden Pädagogik verbundene Zurückdrängen der Bedeutung der Fach-Inhalte macht z.B. den Mathematik-Unterricht bestimmt nicht sinnvoller. Darüber hinaus stellt der Pädagoge Giesecke (1997, 1996) in seiner Auseinandersetzung mit Klafki, einem der Autoren der Denkschrift, mit Recht fest, daß sowohl die **Erhebung** eines Problems zu einem "**Schlüsselproblem**", als auch dessen **Einschätzung** eine Sache der politischen Meinung ist und, auch wenn sie in der Schule diskutiert würden, **nicht verbindlicher Lehr-Stoff** sein könnten. Er fordert, daß die Schule ihrem eigentlichen Auftrag nachkommen und dem Unterrichten wieder mehr Gewicht beimessen solle.

Jedoch sind **viele Mathematik-Lehrer** für das Lehren sinnvoller Mathematik entlang fundamentaler Ideen, Grund-Vorstellungen und -verständnissen sowie Anwendungen **unzureichend ausgebildet**, da sie sich im Studium überwiegend mit der Universitäts-Mathematik bzw. einer Verdünnung davon herumschlagen müssen, oder aber, insbesondere als **Grundschul-Lehrer** außerhalb Nordrhein-Westfalens, zu wenig über-haupt über Mathematik und deren Vermittlung erfahren.

Von einem Interesse- und Leistungs-Potential bei unserer Jugend bin ich sehr wohl überzeugt, aber um es zu aktivieren und in erfolgreichen Unterricht umzusetzen, bedarf es m. E. eines Stils, wie ihn der Pädagoge Weinert (1996) aufgrund seiner umfangreichen Feld-Studien als günstig be-

schreibt: "Während viele 'neue Lerntheorien' die Bedeutung der intrinsischen Motivation und die aktive, konstruktive und selbständige Rolle des Lernenden betonen und dem Lehrenden nur noch eine anregende, beratende und moderierende Funktion zuschreiben, zeigen praktisch alle verfügbaren Unterrichtsstudien die Wichtigkeit einer **lehrgesteuerten, aufgabenorientierten und effektiven Instruktion**" (Hervorh. von miir!).

Könnte der **Computer** hier eine **grundlegende Änderung** herbeiführen?

— Die Erfahrungs-Berichte sprechen **eher dagegen**. Je stärker die Arbeit mit dem Computer Alltags-Bedingungen unterworfen wird, umso stärker färben diese mit allen ihren Erscheinungen auf jene ab.

3. Didaktische Aspekte Dynamischer Geometrie-Software (DGS)

Sehr früh hat Schumann (z.B. 1991) auf die **Verankerung** von computer-beziehenden Aktivitäten in die **herkömmliche** allgemeine und Mathematik-Pädagogik, -Didaktik und -Methodik gepocht. Leider wurden keine Überlegungen kaum aufgegriffen. — Einen Schritt in die richtige Richtung hat jedoch kürzlich Hole (1998) mit seinem SI-Buch getan.

Was aber nach wie vor fehlt, ist, daß einmal jemand ein komplettes **Curriculum** aufstellt, sagen wir: zunächst für den **Geometrie-Unterricht** vom 1. bis zum 10. Schuljahr, ein überschaubares Gebiet, das man zwar mit vielen Bezügen zum restlichen Mathematik-Unterricht und zu anderen Fächern, aber dabei doch autark behandeln kann. Dabei müßte dauernd kontrolliert werden, was der Computer wirklich zur Begriffs-Bildung, zu den Lern-Prozessen, zum genuinen Geometrie-Treiben beitragen kann.

Da müßte man mathematik-didaktische Erkenntnisse einbeziehen, die nicht innerhalb des Computer-Paradigmas gewonnen wurden; — und man müßte sich der verpönten traditionellen Stoff-Didaktik zuwenden. — Z.Zt. sieht es jedoch eher so aus, daß an DGS-Aktivitäten vor allem untersucht wird, wie sich Schlüssel-Qualifikationen zeigen oder ausbilden.

Das Wesen und die Bedeutung solcher inhalts-übergreifenden Kategorien müßten m. E. viel kritischer diskutiert werden, gemäß Schupps Motto (1994): "der Computer zwingt uns zum Nachdenken über Dinge, über die wir auch ohne Computer längst hätten nachdenken müssen."

Z.B. setzt die inflationäre Rede von **Kreativität** eine weitgehende definitive Aufweichung dieses Konstrukts voraus (Weth 1997, 1998).

Mit einer **eigenständigen** vollständigen **Durchführung** sind die meisten Schüler bei den meisten Aufgaben überfordert (wurde im Vortrag anhand einer typischen Aufgabe aus der DGS-Didaktik (Neveling 1997) diskutiert). Die Talente von DGS trivialisieren scheinbar viele Aufgaben (für