

Helga JUNGWIRTH, München

## **Die Dominanz des Praktischen: Detailansichten des CAS-basierten Mathematikunterrichts**

In meiner Forschung über den computerbasierten Mathematikunterricht ([2]; [3]; [4]) befasse ich mich mit dem Verhältnis von verbaler und praktischer Tätigkeit am Computer im Interaktionsgeschehen. Es handelt sich um videobasierte Arbeit in der Tradition der interpretativen Unterrichtsfor- schung. Die Verwendung von Computeralgebrasystemen (CAS) bzw. ent- sprechender Taschenrechner überwiegt im Datenkorpus (alltäglicher Ma- thematikunterricht an Gymnasien und berufsbildenden höheren Schulen; vgl. für eine genauere Beschreibung [2]). Die hier dargestellten, darauf be- zogenen Ergebnisse können auch als Gesamtergebnis gelten.

### **1. Theoretischer Ansatz**

Ausgangspunkt ist zum einen die interaktionistische Sicht von Mathematik- unterricht. Danach deuten die Beteiligten die vorkommenden Dinge, Themen wie Situationen, zeigen einander die Bedeutungen an, stimmen sie aufeinander ab, stabilisieren oder modifizieren sie dabei oder bringen über- haupt neue hervor. Lehrende und Lernende beziehen sich also wechsel- weise aufeinander und stellen Schritt für Schritt das her, was von außen oder rückblickend betrachtet als der Unterricht mit seiner Struktur, seinem Inhalt und seinem Ergebnis bezeichnet wird. Eine Analyse von dieser Posi- tion aus konzentriert sich immer auf das, was öffentlich, nach außen hin dargestellt wird und die Methoden, mit denen es geschieht. Die interak- tionistische Sicht allein reicht allerdings nicht aus als Fundament, da sie, abgesehen von jüngsten Arbeiten, auf Verbales fokussiert bzw. keine Möglichkeit bietet, das Verhältnis vom verbalem zum praktischen Handeln, das am Computer auch anfällt, zu bestimmen.

Ausgangspunkt zum anderen ist daher ein Ansatz ([1]), der, selbst wieder- um basierend auf der Tätigkeitstheorie, Tätigkeitszusammenhänge passend zu fassen vermag. Ein Tätigkeitszusammenhang ist ein Komplex von Tätig- keiten mehrerer Individuen, die sie unter direktem Bezug aufeinander aus- führen. Dabei wird unterschieden zwischen kommunikativ dominierten und praktisch dominierten Tätigkeitszusammenhängen. In Ersteren wird der Zu- sammenhang verbal hergestellt. Äußerungen sind konstitutiv für den Zu- sammenhang; praktisches Tun läuft nebenher, ohne für ihn bestimmend zu werden. Es handelt sich in der üblichen Diktion um Gespräche. Im prak- tisch dominierten Tätigkeitszusammenhang ist umgekehrt die gemeinsame Durchführung praktischer Tätigkeiten wesentlich; Äußerungen fügen sich darin ein. Das heißt, dass die Äußerungen thematisch auf die praktische Tä-

tigkeit bezogen sind und der (notwendigen) Fortführung des Tätigkeitszusammenhangs dienen. Es besteht daher auch ein Gesprächsbedarf gerade in dieser Hinsicht. Darüber hinaus können aber in praktisch dominierten Tätigkeitszusammenhängen auch Äußerungen mit davon unabhängigem Bezugspunkt auftreten, ja auch „richtige“, von den praktischen Tätigkeiten abgehobene Gespräche, allerdings nur wenn jene nicht behindert werden; sei es, weil es sich um Routineverrichtungen handelt oder weil die praktischen Tätigkeiten vorübergehend ruhen. Mit Blick auf das Zusammenwirken der Individuen ist der praktisch dominierte Tätigkeitszusammenhang ein weit komplexeres Gebilde als der kommunikativ dominierte, da den Beteiligten, interaktionistisch gesprochen, zwei Modi der Bedeutungsaushandlung zur Verfügung stehen, die sich auch überkreuzen können.

## **2. Der CAS-basierte Mathematikunterricht: ein praktisch dominierter Tätigkeitszusammenhang**

Dass sich diese Deutungshypothese ergibt heißt nicht, dass mathematische Auseinandersetzungen fehlen und vorrangig schweigend am Computer Manipulationen vorgenommen würden. Es bedeutet, dass erstens Tätigkeiten am Computer wesentlich werden und zweitens den verbalen Prozessen – worüber gesprochen wird und wie – eine besondere Wendung geben. Die praktischen Tätigkeiten der Manipulation sind einerseits mathematikprogramm-spezifisch, d.h. induziert durch die Möglichkeiten für mathematische Operationen, beinhalten aber auch darüber hinausgehendes, allgemeines handling. Bei den CAS nehmen Syntaxfragen bei den Manipulationen einen relativ großen Raum ein. Folgende Aspekte sind als konstitutiv für den praktisch dominierten Tätigkeitszusammenhang anzusehen.

## **3. Manipulation als wesentlicher Unterrichtsgegenstand**

Die praktische Tätigkeit, die am Computer ins Spiel kommt, kann – so wie sie von der Lehrkraft und den Lernenden eben interaktiv gehandhabt wird (!) – als wesentliches Element des Unterrichtsgeschehens gelten. In Hinblick auf die verbale Behandlung dabei lässt sich eine Beschränkung auf die lokale Erledigung als hervorragendes Merkmal rekonstruieren. Auf diese Weise werden Manipulationen interaktiv ausgehandelt und fixiert. Die gewöhnlichen Thematisierungen zeichnen sich auch durch eine Enthaltbarkeit bei Begründungen aus. Wenn in dem Zusammenhang Fragen gestellt werden, dann nicht nach dem „Warum“, sondern dem „Was“, „Wie“ oder „Wozu“. Letztere geben einen expliziten Hinweis darauf, dass im Manipulationszusammenhang typischerweise final begründet wird. Mehr linguistisch betrachtet zeigen sich insbesondere direktive Sprechakte. Außerdem sind Äußerungen fragmentarisch bzw. mit deiktischen Partikeln durchsetzt (z.B. „da oben“). Bei der Bewältigung von Manipulationsproble-

men, und damit auch bei Fehlerbereinigungen in der Interaktion zwischen Lehrkraft und Lernenden, lässt sich eine Tendenz zur Reduktion der sprachlichen zugunsten der praktischen Tätigkeit erkennen. Verbale Fragen werden auch durch einen Blick zum Nachbarbildschirm ersetzt, Helfende versuchen, durch Lesen am Bildschirm der Betroffenen den möglichen Fehler zu eruieren und ihn durch Neueingaben in den Computer über die Tastatur oder durch einen Griff zur Maus zu korrigieren. Auch Lehrkräfte agieren so. Vor allem im Vormachen und Mitverfolgen besteht dann die Verständigung.

#### **4. Mathematische Thematisierungen als Vor- und Nachbereitungen von Manipulationen**

Mathematische Bearbeitungen bekommen die Rolle von Manipulationsvor- und -nachbereitungen. Sie werden so weit vorgenommen wie es für das Manipulationsgeschehen ausreicht. Für Vorbereitungen heißt das, dass auch bei komplexeren Aufgaben, deren Lösung eine Reihe mathematischer Schritte umfasst, stets der aktuell eingabenrelevante Teil verhandelt wird: Man verständigt sich verbal auf das, was nötig ist, um am Computer tätig werden zu können. Der Elaborationsgrad der mathematischen Thematisierungen ist aber durchaus unterschiedlich. Begriffsklärungen oder Begründungen sind ebenfalls rekonstruierbar, nicht nur Aushandlungen von Verfahrensschritten. Das Spektrum reicht vom „interaktionalen Gleichfluss“ ([5]), der lerntheoretisch gesehen eher wenige Möglichkeiten bietet, bis hin zu „interaktionalen Verdichtungen“ (ibid), die den Verständnissgewinn fördern. Retrospektive mathematische Verständigungen werden auf die gleiche Art vollzogen wie prospektive. Die stattfindende Einordnung der Ausgabe in einen mathematischen Verweisungszusammenhang ist wieder unterschiedlich ausgearbeitet; wiederum zeigt sich aber eine pragmatische Beschränkung des Gesprächs auf die unmittelbaren Ausgaben am Computer. Es ergibt sich auf diese Weise eine z.T. sehr kleinräumige Struktur von mathematischen Bezugnahmen und Manipulationen.

#### **5. Die zwischenzeitliche Suspendierung des mathematischen Prozesses**

In Gesprächen mit mathematischem Thema können jederzeit Manipulationen am Computer dazwischentreten. Es sind nicht nur die Lernenden, die ihnen Vorrang geben, auch die Lehrkräfte tragen das Ihre zum interaktiven Ausbau der Manipulationseinschübe bei. Tätigkeiten am Computer können sich außer verbal auch rein praktisch in den Vordergrund schieben, indem sie gestisch als relevant angezeigt und ebenso wortlos aufgegriffen werden. Rekonstruierbar sind sie sowohl in vorgängigen wie reflektierenden mathematischen Verständigungen.

## 6. Resümee

Der Computer schafft Gelegenheiten für seine Nutzung, die an sich unterschiedlich realisiert werden können. Auch im beobachteten Unterricht zeigen sich verschieden starke Ausprägungen der genannten Ergebnisse; Unterricht ist stets, wie ja gerade die interaktionistische Position betont, ein emergentes Geschehen. Doch die jeweilige Realisierung geschieht auch nicht völlig beliebig, sondern wird mitgeformt zum einen durch die Gewohnheiten der Nutzenden, also durch die Routinen von Lehrkräften und Lernenden, und zum anderen durch die Normierungen der Technik, d.h. durch die Programme mit ihrer „interaktiven“ Gestaltung. Im mathematikunterrichtlichen Alltag scheinen daher mit Computer die Voraussetzungen für die Ermöglichung mathematischen Verständnisses nicht günstiger zu werden als sie es ohne sind.

## Literatur

- [1] Reinhard Fiehler: Kommunikation und Kooperation. Einhorn. Berlin 1980
- [2] Helga Jungwirth: Die Intervention des Computers. In: Helga Jungwirth, Götz Krummheuer (Hrsg.). Der Blick nach innen: Aspekte der alltäglichen Lebenswelt Mathematikunterricht. Waxmann. Münster 2006, 119-153 (2006a)
- [3] Helga Jungwirth: Everyday Computer-based Maths Teaching. The Pre-eminence of Practical Activities. In: Jana Novotna et al. (Eds.). Proceedings 30<sup>th</sup> Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 3. PME. Prague 2006, 377-384 (2006b)
- [4] Helga Jungwirth: When Talking Breaks Up: Forms Of Empractical Talk At The Computer. In: Federica Olivero, Rosamund Sutherland (Hrsg.). Proceedings of the 7th International Conference on Technology in Mathematics Teaching. University of Bristol. Bristol 2005, 184-191
- [5] Götz Krummheuer, Birgit Brandt: Paraphrase und Traduktion. Partizipationstheoretische Elemente einer Interaktionstheorie des Mathematiklernens in der Grundschule. Beltz. Weinheim 2001