

Christian SPANNAGEL, Ludwigsburg, Ulrich KORTENKAMP, Schwäbisch Gmünd

## **CleverPHL – ein Werkzeug zum flexiblen Umgang mit Konstruktionsprozessen in DGS**

Neben den Inhalten und Konzepten eines Fachs rücken *Prozesse* immer mehr in den Mittelpunkt des didaktischen Interesses (*process as content* [1]). Ein didaktisches Modell, bei dem Prozesse fokussiert werden, ist beispielsweise das Modell der kognitiven Meisterlehre (*cognitive apprenticeship* [2]). In diesem Modell werden Aspekte der handwerklichen Ausbildung auf kognitive Bereiche übertragen: Lernende *beobachten* zunächst die Lehrperson, die den Lösungsprozess eines komplexen Problems *demonstriert*. Anschließend unterstützt die Lehrperson die Lernenden bei der Lösung von Aufgaben durch die Bereitstellung eines Rahmens (*scaffolding*) und gibt Rückmeldungen (*feedback*), die sich vor allem auf den Lösungsprozess beziehen. Darüber hinaus *artikulieren* die Lernenden ihre Lösungsstrategien gegenüber ihren Mitschülern bzw. *reflektieren* ihre eigenen Lösungsprozesse.

Die Umsetzung einer prozessorientierten Didaktik über die direkte Lehrer-Schüler- bzw. Schüler-Schüler-Kommunikation hinaus bereitet allerdings Probleme:

- Wenn sich die Kommunikationspartner nicht zur selben Zeit am selben Ort befinden (z.B. beim Online-Lernen oder bei Hausaufgaben), dann ist das Demonstrieren und Beobachten von Lösungsprozessen nicht ohne mediale Unterstützung möglich.
- Lernende können ihre eigenen Lösungsprozesse, die einige Zeit zurück liegen, nur dann adäquat reflektieren, wenn diese damals in irgendeiner Weise gespeichert wurden und somit auch zu späteren Zeitpunkten noch nachvollziehbar sind (z.B. durch erneutes Betrachten).
- Um Rückmeldung zu Lösungsprozessen geben zu können, müssen diese analysiert und bewertet werden. Die Analyse der Lösungsprozesse aller Schüler ist aus ökonomischen Gründen oft nicht möglich. Hier wären semi-automatische, computerbasierte Analysewerkzeuge nützlich, welche Standardfälle erkennen und der Lehrperson lediglich unkonventionelle Lösungsprozesse zur Bewertung überlassen (*Intelligent Assessment* [4]).

Im Folgenden wird ein Werkzeug vorgestellt, das Lösungsprozesse in computerbasierten Lernumgebungen aufzeichnen, wiedergeben und

analysieren kann. Exemplarisch wird dabei auf Konstruktionsprozesse mit DGS (*Dynamische Geometriesysteme*) eingegangen.

## 1. Das Capture&Replay-Werkzeug CleverPHL

CleverPHL ist ein Werkzeug, mit dem man Benutzungsprozesse in Java-basierter Software aufzeichnen, speichern, wiedergeben, editieren und analysieren kann [3,5,6]. So ist es beispielsweise möglich, in einem Java-basierten DGS (wie Cinderella, GeoNExT, Geogebra oder Z.u.L.) Maus- und Tastaturaktionen aufzuzeichnen und in Echtzeit wiederzugeben. Zur Wiedergabe wird das DGS erneut gestartet. Anschließend werden alle aufgezeichneten Aktionen im DGS ausgeführt. Das bedeutet, dass nach der Wiedergabe aller Aktionen das DGS weiter verwendbar ist. So ist es möglich, nur den Anfang eines Prozesses aufzuzeichnen und das DGS anschließend dem Lernenden zur Fortführung des Prozesses zu übergeben. CleverPHL ist damit eine Mischung aus *Bildschirmvideosystem* und *Makroprogramm*. Es bietet Java-basierten DGS diejenige Funktionalität, die das CINERella-Modul im DGS Cinderella übernimmt [4].

Neben Bearbeitungs- und Annotationsfunktionen bietet CleverPHL zudem die Möglichkeit, Prozesse zu *analysieren*. Die aufgezeichneten Maus- und Tastaturaktionen liegen zunächst als Liste in chronologischer Reihenfolge vor. Sequenzen von Aktionen können nun zu einem Ereignis auf höherer Ebene zusammengefasst werden. So kann beispielsweise eine Mausbewegung mit einem anschließenden Mausklick als Setzen eines Punkts im Konstruktionsfeld erkannt werden. Dieses Ereignis kann wiederum Teil eines Ereignisses höherer Ebene sein, z.B. Teil der Konstruktion eines Kreises. So entsteht eine strukturierte Aufzeichnung, die in Form eines *Aufzeichnungsbaums* dargestellt wird. Darüber hinaus können Daten aus strukturierten Aufzeichnungen extrahiert und statistischen Analysen zugänglich gemacht werden.

Die Funktionsweise von CleverPHL wird im Folgenden an drei Beispielen verdeutlicht: (1) die unvollständige Demonstration eines Konstruktionsprozesses in GeoNExT, (2) die Reflexion eines eigenen Konstruktionsprozesses in Z.u.L. und (3) die Analyse von Konstruktionsprozessen in Cinderella.

## 2. Demonstrieren, Beobachten und Fortsetzen von Prozessen

Gegeben sei ein Szenario, in dem Schüler den Inkreis eines Dreiecks in GeoNExT als Hausaufgabe konstruieren sollen. Die Lehrperson möchte hierzu in einer Aufzeichnung den Anfang der Konstruktion machen, um die Lernenden in die Verwendung von GeoNExT einzuführen und dabei einen gewissen Rahmen vorzugeben (*scaffolding*). Die Lehrperson zeichnet zu diesem Zweck den Konstruktionsanfang einer Winkelhalbierenden in Geo-

NExT mit CleverPHL auf. Der Prozess kann schließlich mit Audiokommentaren annotiert und den Lernenden übergeben werden. Die Schüler spielen den Prozess zu Hause ab und beobachten dabei die einzelnen Schritte der Lehrperson. Der beobachtbare Prozess schließt dabei neben den Aktionen im Konstruktionsfeld auch die Auswahl von Konstruktionswerkzeugen und Menüpunkten ein und ist damit umfassender als die Konstruktionsanimationen, die viele DGS bieten. Da der Prozess direkt in GeoNExT abgespielt wird, können die Schüler den Prozess anschließend fortführen. Darüber hinaus können sie ihre eigenen Schritte wiederum aufzeichnen und der Lehrperson zu Rückmeldungs- oder Bewertungszwecken übergeben.

### **3. Reflektieren von Prozessen**

Wenn ein Schüler eine Konstruktion in einem DGS angefertigt und mit CleverPHL aufgezeichnet hat (z.B. die Konstruktion der Eulergeraden in Z.u.L.), so kann er die Aufzeichnung zu einem späteren Zeitpunkt betrachten, die einzelnen Schritte in Erinnerung rufen und den gesamten Prozess reflektieren. Hat er zusammengehörige Schritte im Aufzeichnungsbaum gruppiert (z.B. „Höhenschnittpunkt konstruiert“, „Schwerpunkt konstruiert“ usw.), so kann er auch einzelne Schritte zum Betrachten auswählen. Hierbei spult der Schüler zunächst mit CleverPHL bis zu den entsprechenden Konstruktionsschritten im Schnelldurchlauf vor und gibt diese dann anschließend in Echtzeit wieder. Konstruktionsbeschreibungen, die von allen DGS automatisch erzeugt werden, bieten ebenfalls die Möglichkeit der Reflexion. Diese Beschreibungen müssen jedoch interpretiert und mit der Zeichnung in Verbindung gebracht werden, was bei umfangreichen Konstruktionen aufgrund der Länge und Unübersichtlichkeit schwierig sein kann. Zudem wird mit CleverPHL auch die Verwendung des DGS aufgezeichnet und kann somit Basis für Reflexionen der Programmbenutzung sein.

### **4. Analysieren von Prozessen**

Analysen und Bewertungen von Prozessen sind mit einem hohen Aufwand verbunden. Hier können Werkzeuge wie CleverPHL im Sinne von *Intelligent Assessment* unterstützen. So erlaubt CleverPHL Ereignisse höherer Ebenen zu definieren, indem Erkennungsalgorithmen für spezielle Aktionssequenzen eingebunden werden. Zur Definition solcher Ereignisse benötigt CleverPHL allerdings Information aus dem DGS, die nicht über die Maus bzw. Tastaturereignisse abfragbar ist (wie beispielsweise das ausgewählte Konstruktionswerkzeug u.ä.). Es ist aber möglich, DGS-spezifische Erweiterungen (Plug-Ins) in CleverPHL einzubinden, die Ereignisse wie beispielsweise den Wechsel des Konstruktionswerkzeugs an CleverPHL melden. Diese Ereignisse können dann zur Strukturierung der Aufzeich-

nung herangezogen werden. Eine solche Umsetzung wurde prototypisch für Cinderella vorgenommen. Cinderella-spezifische Ereignisse werden über den Plug-In-Mechanismus aufgezeichnet und zur Strukturierung herangezogen. Diese bilden gemeinsam mit den Maus- und Tastaturaktionen die Basis für die Formulierung von Erkennungsalgorithmen. Beispielsweise können mehrere Möglichkeiten zur Konstruktion der Mittelsenkrechten spezifiziert werden. Bei einer gegebenen Aufzeichnung werden Aktionssequenzen, die auf diese Beschreibung passen, als Konstruktion der Mittelsenkrechten erkannt und entsprechend im Aktionsbaum gruppiert. Über derartige Erkennungsalgorithmen können aufgrund der großen Zahl an Möglichkeiten nicht alle Konstruktionen erfasst werden. Die verbleibenden Aufzeichnungen könnten dann im Sinne von *Intelligent Assessment* der Lehrperson zur Überprüfung übergeben werden. Darüber hinaus ist eine Einbindung des Beweisers von Cinderella [4] geplant, mit dessen Hilfe *sämtliche* Konstruktionsmöglichkeiten für die Mittelsenkrechte erkannt werden können.

## Literatur

- [1] A. L. Costa & R. M. Liebmann (Hrsg.): *Envisioning process as content. Toward a renaissance curriculum*. Corwin Press, Thousand Oaks, 1997.
- [2] A. Collins, J. S. Brown & S. E. Newman: *Cognitive apprenticeship: teaching the crafts of reading, writing, and mathematics*. In: L. B. Resnick (Hrsg.), *Knowing, learning, and instruction. Essays in honor of Robert Glaser* (S. 453–494). Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 1989.
- [3] Jacareto/CleverPHL-Webseite: <http://jacareto.sourceforge.net> (Stand: 16. 3.2007).
- [4] W. Müller, C. Bescherer, U. Kortenkamp & C. Spannagel: *Intelligent Computer-Aided Assessment in Math Classrooms: State-of-the-art and Perspectives*. In: *Proceedings of the Joint Conference of the IFIP WG 3.1, 3.2 and 3.5 at Alesund, Norwegen, Juni 2006*.
- [5] U. Schroeder & C. Spannagel, *Supporting the Active Learning Process*. *International Journal on E-Learning* 5(2), 2006, S. 245–264.
- [6] C. Spannagel: *Benutzungsprozesse beim Lernen und Lehren mit Computern*. Franzbecker, Hildesheim, Berlin, 2007.