

Markus Hohenwarter

GeoGebra – didaktische Materialien und Anwendungen für den Mathematikunterricht

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften, vorgelegt am Fachbereich Fachdidaktik und LehrerInnenbildung der Paris-Lodron-Universität Salzburg.

*Gutachter: Ao.Univ.-Prof. Mag. Dr. Karl Josef Fuchs, Universität Salzburg
 Ao.Univ.-Prof. Mag. Dr. Hermann Kautschitsch, Universität Klagenfurt*

Datum der mündlichen Prüfung: 9. Februar 2006

Die vorliegende Dissertation stellt die Fortführung eines mit der Diplomarbeit „GeoGebra – ein Softwaresystem für dynamische Geometrie und Algebra der Ebene“ (Hohenwarter 2002) begonnenen Forschungsprojektes dar. „GeoGebra“ ist ein vom Autor speziell für den Mathematikunterricht der Sekundarstufen entwickeltes Werkzeug, das dynamische Geometrie, Algebra und Analysis auf neue Art und Weise verbindet. Mit diesem Dissertationsprojekt wurden folgende Ziele verfolgt: (1) die Implementierung interaktiver Unterrichtsmaterialien, (2) die Weiterentwicklung der Software GeoGebra, (3) die Publikation von Unterrichtsmaterialien auf e-Learning Plattformen im Internet sowie (4) die formative Evaluation der Software.

Der **erste Teil** der Dissertation widmet sich den Themen „Didaktik und e-Learning“. Er bildet die theoretische Grundlage für die Unterrichtsmaterialien des zweiten Teils. Zunächst wird auf ausgewählte mathematikdidaktische Aspekte im Zusammenhang mit GeoGebra eingegangen, insbesondere auf didaktische Grundideen der Software wie das *operative Prinzip* oder das *Prinzip der Interaktion von Darstellungsformen*. Danach folgen im dritten Kapitel bereits veröffentlichte fachdidaktische Artikel, darunter ein Beitrag über die bidirektionale Verbindung von Geometrie und Algebra in GeoGebra. Das letzte Kapitel des ersten Teils beleuchtet die Rolle der Software in Bezug auf Lerntheorien und e-Learning. GeoGebra ist hierbei als ein *kognitives Werkzeug* im Sinne des *Konstruktivismus* anzusehen, da es den Lernenden die Möglichkeit gibt, selbstgesteuert, aktiv und kreativ mit mathematischen Objekten zu arbeiten. Dies stellt eine entgegengesetzte Position zur *programmierten Instruktion* des *Behaviorismus* dar.

Der **zweite Teil** der Arbeit umfasst konkrete Unterrichtsmaterialien und Anwendungen von GeoGebra (Ziel 1). Dabei werden verschiedene e-Learning Plattformen und Projekte vorgestellt, über die Unterrichtsmaterialien zu GeoGebra im Internet veröffentlicht wurden (Ziel 3). Konkret handelt es sich dabei um den interaktiven Materialienpool „GeoGebraWiki“, das österreichische Projekt „Medienvielfalt im Mathematikunterricht“, die deutsche Plattform „Lehrer-Online“ und die internationale Lehrerfortbildungsinitiative „Intel – Lehren für die Zukunft“, wo heute zahlreiche interaktive Unterrichtsmaterialien zu GeoGebra einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung stehen.

Im **dritten Teil** über „Mathematische und informatische Hintergründe“ wird auf Aspekte der Weiterentwicklung des Programms selbst eingegangen (Ziel 2). Einerseits werden die Neuerungen im Zeitraum 2004 bis 2006 beschrieben, andererseits auf die *In-*

ternationalisierung und die aktuelle *Open Source* Lizenz der Software eingegangen. Das abschließende Kapitel dieses Teils erläutert ausgewählte mathematisch und informatisch interessante Implementierungsdetails, beispielsweise zur dynamischen Behandlung von Funktionen in einer Veränderlichen.

Im **vierten Teil** werden die im Rahmen einer begleitenden Evaluation von GeoGebra gesetzten Maßnahmen besprochen (Ziel 4). Zunächst wird kurz auf den Begriff der *formativen Evaluation* eingegangen und die Rolle des *Benutzerforums* dargestellt. Anschließend folgt die Analyse einer Online-Fragebogenuntersuchung vom Ende des Schuljahres 2004/2005. Dabei zeigte sich, dass die befragten LehrerInnen GeoGebra neben dem Bereich der Elementargeometrie vor allem zur Behandlung von Funktionen und Gleichungen, Differential- und Integralrechnung sowie analytischer Geometrie eingesetzt haben. Die Rückmeldungen und Anregungen der formativen Evaluation hatten und haben direkten Einfluss auf die Weiterentwicklung der Software.

Nach einer kurzen Zusammenfassung ist im **Anhang** die „GeoGebra Hilfe“ zu finden, in der alle Funktionen und Befehle des Programms beschrieben sind.

GeoGebra wurde bis Anfang 2006 in gut zwanzig Sprachen übersetzt und mit mehreren internationalen Bildungssoftware Preisen ausgezeichnet (EASA 2002, L@rnie 2003, digita 2004, Comenius 2004, L@rnie 2005, Trophées du Libres 2005, eTwinning 2006). Dieses Dissertationsprojekt wurde von Februar 2004 bis Jänner 2006 von der österreichischen Akademie der Wissenschaften durch ein DOC-Stipendium gefördert. Die Betreuung und Weiterentwicklung von GeoGebra ist durch eine Projektförderung des österreichischen Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur bis zumindest Ende 2007 gesichert.

Literatur und Links

Hohenwarter, Markus (2002): GeoGebra – ein Softwaresystem für dynamische Geometrie und Algebra der Ebene. Diplomarbeit, Universität Salzburg,
http://www.geogebra.org/publications/diplomarbeit_geogebra.pdf

Die vorgestellte Dissertation ist unter „http://www.geogebra.org/publications/mhohen_diss.pdf“ verfügbar.

Die Software GeoGebra kann kostenlos von „<http://www.geogebra.org>“ heruntergeladen werden.

Adresse der Autors

Markus Hohenwarter
Universität Salzburg
Fachbereich für Fachdidaktik und LehrerInnenbildung
Abteilung Didaktik der Mathematik und Informatik
Hellbrunnerstraße 34
A – 5020 Salzburg
E-Mail: markus.hohenwarter@sbg.ac.at