



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S4 „Interaktion im Unterricht & Unterrichtsanalyse“

EINFÜHRUNG DER SOFTWARE GEOGEBRA IM FACH MATHEMATIK IN DER HS

ID 630

Ingo Zernig

Peter Mayrhofer-Reinhartshuber

ÜHS Salzburg

Salzburg, Mai, 2007

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	4
1 EINLEITUNG	5
1.1 Ausgangspunkt	5
1.2 Das Programm GeoGebra	5
1.2.1 Die Arbeitsoberfläche.....	6
1.2.2 Verwendete Modi	7
1.3 Ziele und Erwartungen.....	8
2 VERLAUF	9
2.1 Einführung am Computer.....	9
2.1.1 Inhalte der Einführung am Computer	9
2.2 Arbeiten mit GeoGebra	9
2.2.1 Einführung in GeoGebra	9
2.2.2 Winkel	10
2.2.3 Kreis.....	10
2.2.4 Quadrat.....	11
2.2.5 Offenes Lernen	11
3 FORSCHUNGSINTERESSE	13
3.1 Forschungsfragen	13
3.2 Annahmen / Hypothesen.....	13
4 METHODEN	14
4.1 Laufende Beobachtungen	14
4.2 Beobachtungsbogen	14
4.3 Kurzinterview	14
4.4 Lernzielkontrolle.....	14
4.5 Leistungsfeststellung.....	14
5 ERGEBNISSE	15
5.1 Ergebnisse aus der laufenden Beobachtung	15
5.2 Ergebnisse aus dem Beobachtungsbogen.....	15

5.3	Ergebnisse der Kurzinterviews.....	16
5.4	Ergebnisse der Lernzielkontrollen.....	16
5.4.1	Diagramm zu den Kreisbegriffen.....	17
5.4.2	Diagramm zur Konstruktion von konzentrischen Kreisen.....	18
5.4.3	Diagramm zur Sechseckskonstruktion.....	19
5.5	Ergebnisse der Leistungsfeststellung	19
6	INTERPRETATION.....	20
7	RESÜMEE	21
8	INTERNETADRESSEN	22
9	ANHANG	23
9.1	Weitere Modi.....	23
9.1.1	Gerade durch zwei Punkte.....	23
9.1.2	Strecke zwischen zwei Punkten.....	23
9.1.3	Strecke mit fester Länge von Punkt aus.....	23
9.1.4	Strahl durch zwei Punkte	23
9.1.5	Parallele Gerade	24
9.1.6	Senkrechte Gerade.....	24
9.1.7	Kreis mit Mittelpunkt durch Punkt.....	24
9.1.8	Kreis mit Mittelpunkt und Radius.....	24
9.1.9	Kreis durch drei Punkte.....	25
9.1.10	Halbkreis	25
9.1.11	Kreisbogen zu Mittelpunkt durch zwei Punkte.....	25
9.1.12	Kreisbogen zu Mittelpunkt durch zwei Punkte.....	25
9.1.13	Winkel	25
9.1.14	Winkel mit fester Größe	25
9.1.15	Objekt anzeigen / ausblenden.....	26
9.1.16	Kontextmenü.....	26

ABSTRACT

Im Rahmen eines MNI-Projekts habe ich versucht das Geometrieprogramm GeoGebra in einer ersten Klasse Hauptschule einzuführen. Es ging dabei um eine Einführung am Computer und die Einführung des Programms GeoGebra. Weiters ging es um die Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler mit dem Arbeiten am Computer, die Auswirkungen auf die Lernfreude und wie sich die Kinder diese Inhalte merken.

Dieser Bericht enthält neben genauer Beschreibung des Projekts und dessen Verlauf auch eine Programmbeschreibung von GeoGebra.

Schulstufe: 5. Schulstufe (1. Klasse Hauptschule)

Fächer: Mathematik, Maschinschreiben, Interessensförderung

Kontaktperson: Mayrhofer-Reinhartshuber Peter

Kontaktadresse: ÜHS, Erentrudisstr. 4, 5020 Salzburg

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangspunkt

Ich unterrichte als Klassenvorstand eine erste Klasse in Mathematik. Von den vier Mathematikstunden in der Woche sind drei Stunden gebunden und eine Stunde wird für Offenes Lernen verwendet. Das heißt, dass die Schüler Arbeitsaufträge für die Dauer von einer Stunde erhalten und diese Aufträge in einer von drei Offenen Lernstunden selbständig durchführen. Zusätzlich unterrichte ich in dieser Klasse die unverbindlichen Übungen Maschinschreiben und Interessensförderung. Maschinschreiben umfasst eine Stunde in 14 Tagen, wobei sich alle Schüler bis auf einen zu dieser Übung angemeldet haben. Interessensförderung umfasst eine Wochenstunde und die gesamte Klasse nimmt daran teil. Maschinschreiben findet ausschließlich im Computerraum statt. Lehrstoff ist neben dem Zehn-Finger-System auch Grundkenntnisse am PC. Mit dem Fach Interessensförderung wird der Klassenschwerpunkt „Natur und Technik“ abgedeckt. Da es sich also um einen naturwissenschaftlichen Schwerpunkt handelt sind die Inhalte von den unterrichtenden Lehrern aus den Fächern Biologie, Physik aber auch aus Mathematik zu wählen. Da das Projekt im Fach Mathematik angesiedelt ist, und ich fast die gesamte Klasse in Mathematik unterrichte, habe ich mich entschlossen dieses Projekt alleine durchzuführen. Es nehmen also von den 25 Schülern und Schülerinnen der 1c Klasse 22 Schüler und Schülerinnen am Projekt teil. Das ist die erste und zweite Leistungsgruppe in Mathematik. Die übrigen drei Schüler sind am Projekt nur geringfügig beteiligt, nämlich dann, wenn Teile des Projekts in Interessensförderung oder in Maschinschreiben durchgeführt werden.

Die Schule hat zwei Informatikräume mit jeweils 15 Computern. Außerdem stehen in den meisten Klassen zwei mit dem Schulnetzwerk verbundene Computer zur Verfügung. Hier gab es einige Schwierigkeiten, weil die Informatikräume manchmal nicht zugänglich waren, die Software GeoGebra erst überall installiert werden musste und genau die 1c Klasse einen Klassenraum zugewiesen bekam, der nicht mit Computern ausgestattet ist.

1.2 Das Programm GeoGebra

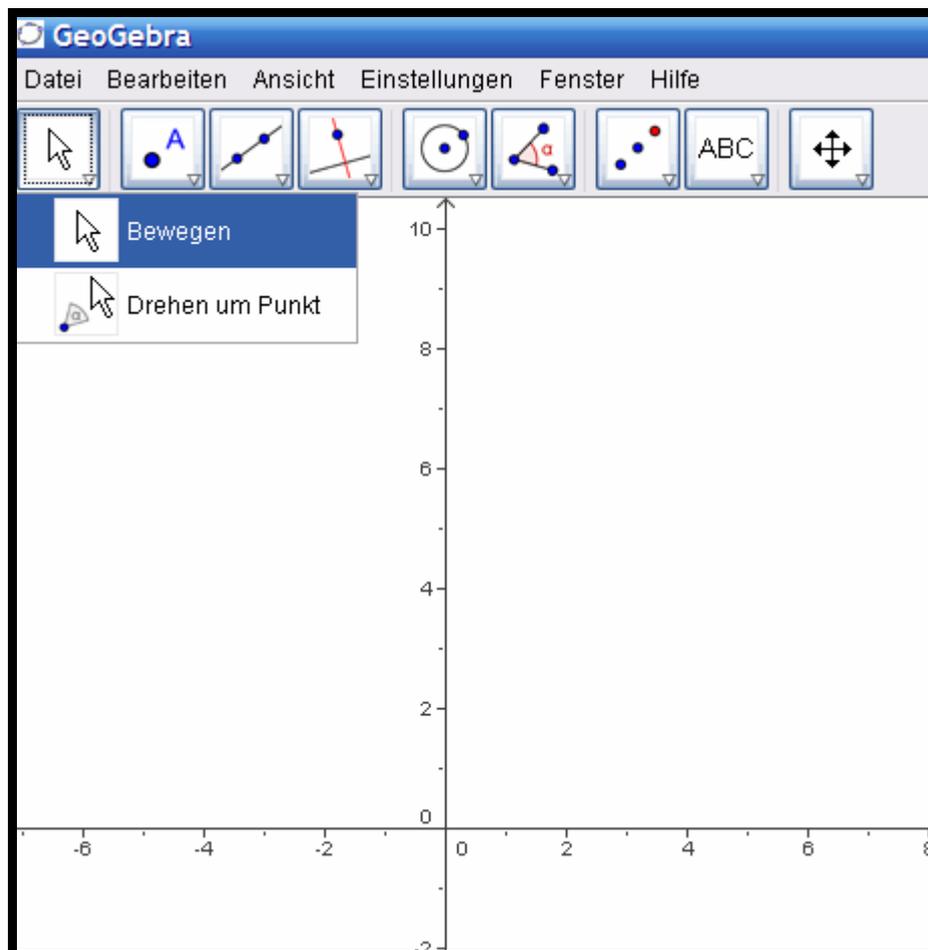
„GeoGebra ist eine Mathematiksoftware, die Geometrie, Algebra und Analysis verbindet. Sie wird von Markus Hohenwarter an der Universität Salzburg für den Einsatz im Unterricht an Schulen entwickelt. Einerseits ist GeoGebra ein dynamisches Geometriepaket. Es können Konstruktionen mit Punkten, Vektoren, Strecken, Geraden, Kegelschnitten sowie Funktionen erstellt und danach dynamisch verändert werden. Andererseits ist auch die direkte Eingabe von Gleichungen und Koordinaten möglich. GeoGebra erlaubt so auch das Rechnen mit Zahlen, Vektoren und Punkten, liefert Ableitungen und Integrale von Funktionen und bietet Befehle wie Nullstelle oder Extremum. GeoGebra zeichnet die doppelte Sichtweise der Objekte aus: ein Ausdruck im Algebrafenster entspricht einem Objekt im Geometriefenster und umgekehrt.“¹

¹ <http://www.geogebra.org/help/docude.pdf> (13.5.2007), Seite 5

GeoGebra ist ein sehr vielseitiges aber zugleich relativ einfaches Geometrieprogramm. Ich werde nun Teile des Programms, sofern sie für mein Projekt von Bedeutung waren, vorstellen. Dazu werden immer wieder Teile der Arbeitsoberfläche (innerhalb eines schwarzen Rahmens) eingefügt. Das soll die Erklärung zusätzlich veranschaulichen.

1.2.1 Die Arbeitsoberfläche

Im ersten Bild ist der Großteil der Arbeitsoberfläche von GeoGebra dargestellt. Im unteren Teil ist das Zeichenblatt mit dem Koordinatenkreuz zu sehen. Diese Einstellung kann unter dem Menüpunkt *Ansicht* geändert werden. Die Schüler haben gelernt das Koordinatenkreuz auszublenden und bei Bedarf ein Koordinatengitter einzublenden. In der folgenden Abbildung wird in der Symbolleiste gerade der Modus *Bewegen* aktiviert. Damit können bereits gezeichnete Objekte mit der Maus angeklickt und im Zeichenblatt bewegt werden.



Weiters waren im Hauptmenü die Punkte *Datei* und *Bearbeiten* wichtig. Im Ersteren finden sich die üblichen Unterpunkte *Neu*, *Öffnen*, *Speichern*, *Speichern unter* und *Schließen*. Unter *Bearbeiten* findet sich der Befehl für *Rückgängig*. Im Hauptmenü lernen die Kinder die gleichen Befehle kennen, die auch in anderen gängigen Programmen verwendet werden (z.B. Word, Paint, openoffice.org, ...)

Ich möchte jetzt exemplarisch nur drei Modi aus der Symbolleiste vorstellen, die auch im Unterricht verwendet wurden. Eine Beschreibung der übrigen im Unterricht verwendeten Modi findet sich im Anhang.

1.2.2 Verwendete Modi ²

Die im Folgenden beschriebenen Modi können über die Symbolleiste aktiviert werden. Durch Klicken auf den kleinen Pfeil rechts neben einem Symbol wird ein Menü mit weiteren Modi angezeigt. Ein Objekt *markieren* bedeutet im Folgenden *mit der Maus anklicken*. In allen Konstruktions-Modi werden neue Punkte übrigens automatisch durch Klicken auf das Zeichenblatt erzeugt und gleichzeitig markiert.

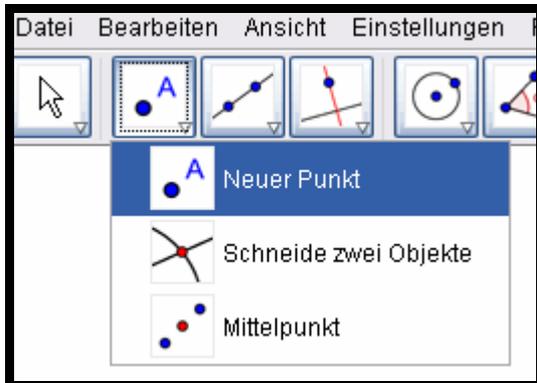
1.2.2.1 Bewegen

Durch Klicken und Ziehen werden freie Objekte verschoben.

Ein Objekt kann im Bewegen Modus durch Klicken ausgewählt werden und dann mit

- der Entf-Taste gelöscht werden
- den Pfeiltasten verschoben werden (siehe 4.1.2)

Mehrere Objekte werden durch Klicken mit gedrückter Strg-Taste ausgewählt.



1.2.2.2 Neuer Punkt

Klicken auf das Zeichenblatt erzeugt einen neuen Punkt. Die Koordinaten des Punktes werden erst beim Loslassen der Maustaste festgelegt. Durch Klicken auf eine Strecke, eine Gerade oder einen Kegelschnitt wird ein Punkt auf diesem Objekt erzeugt. Durch Klicken auf einen Schnittpunkt zweier Objekte wird dieser Schnittpunkt erzeugt.

1.2.2.3 Schneide zwei Objekte

Die Schnittpunkte zweier Objekte können auf zwei Arten erzeugt werden.

² siehe: <http://www.geogebra.org/help/docude.pdf> (13.5.2007), Seite 13 - 17

1. Durch Markieren der beiden Objekte: dabei werden nach Möglichkeit *alle* Schnittpunkte der beiden Objekte erzeugt.

2. Durch Klicken auf einen Schnittpunkt der beiden Objekte: dabei wird nur dieser eine Schnittpunkt erzeugt

1.2.2.4 Mittelpunkt

Klicken auf . . .

1. zwei Punkte liefert den Mittelpunkt dieser beiden Punkte.

2. eine Strecke liefert den Mittelpunkt dieser Strecke.

3. einen Kegelschnitt liefert den Mittelpunkt dieses Kegelschnitts.

1.3 Ziele und Erwartungen

Die Schülerinnen und Schüler sollten im Projekt das Starten und die wichtigsten Bedienelemente des Programms GeoGebra erlernen. Weiters sollten sie selbständig und eigenverantwortlich einfache Aufgaben am PC durchführen können. Es sollte im Umgang mit dem PC Sicherheit gewonnen werden und die einzelnen Lernschritte besser den individuellen Bedürfnissen angepasst werden können. Ich wollte weiters die Voraussetzung schaffen, das Geometrieprogramm GeoGebra in den weiteren Klassen jederzeit einsetzen zu können. Für meine Arbeit als Mathematiklehrer wollte ich eine Klärung der Frage, ob es sinnvoll ist, GeoGebra bereits in der ersten Klasse einzuführen und damit zu arbeiten.

2 VERLAUF

2.1 Einführung am Computer

Da das Vorwissen über den Computer sehr unterschiedlich war, gab es vor dem eigentlichen Projekt eine allgemeine Einführung. Diese war durch das Fach Maschinschreiben, das am Computer stattfindet, sowieso notwendig. Diese Einführung fand auch in Maschinschreiben statt.

2.1.1 Inhalte der Einführung am Computer

Die Schülerinnen und Schüler lernten, wie man einen Computer einschaltet, welche Aufgabe und Möglichkeiten die Maus und die Tastatur haben und wie man sie bedient. Weitere Inhalte waren das Starten und Beenden von Programmen und grundlegende Befehle wie *Speichern*, *Speichern unter*, *Öffnen* und *Schließen* einer Datei bzw. mit dem Befehl *Neu* eine neue Datei erstellen. Weiters wurden die notwendigsten Begriffe für das Arbeiten mit dem Computer vermittelt und einige Programmarten vorgestellt, wie Textverarbeitung, Zeichenprogramm und Lernprogramme.

2.2 Arbeiten mit GeoGebra

Nach der Einführung am Computer gab es für das Projekt eine kurze Zwangspause, weil es einige Zeit dauerte, bis es in beiden Informatikräumen der Schule möglich war GeoGebra zu verwenden. Im „neueren“ Informatikraum war die Installation durch den Netzwerkadministrator kein Problem. Dieser Raum wurde aber auch von vielen anderen Gruppen benützt und war somit selten verfügbar. Im zweiten Informatikraum stehen relativ alte Geräte, die zudem nicht untereinander vernetzt sind. Hier gab es eine zeitliche Verzögerung, bis die Software GeoGebra einsatzbereit war. Durch das Alter der Geräte kam es in weiterer Folge immer wieder zu Abstürzen. Es musste in jeder Stunde mit dem Ausfall von zwei bis drei Geräten von insgesamt 15 gerechnet werden. Durch die fehlende Vernetzung musste aber GeoGebra lokal installiert werden und konnte nicht einfach im Internet gestartet werden. Auch das Speichern oder das Verteilen von Arbeitsaufträgen mit Hilfe von Disketten ist relativ arbeitsaufwändig. Diese Probleme konnten bis zum Ende des Projekts nicht gelöst werden.

2.2.1 Einführung in GeoGebra

Die Einführung in das Programm GeoGebra erfolgte Ende November im Unterrichtsfach Interessensförderung im Ausmaß von einer Stunde für je eine halbe Klasse. Dabei wurden das Programm vorgestellt und mit den Modi Punkt, Strecke, Gerade, Senkrechte und Parallele einfache Konstruktionen durchgeführt. Die Begriffe waren den Schülern bereits aus dem Mathematikunterricht bekannt. Durch die Projektion der Arbeitsoberfläche des Lehrercomputers mit einem Beamer war diese für alle Schülerinnen und Schüler sichtbar. Ich zeigte die einzelnen Arbeitsschritte vor und jedes Kind versuchte diese alleine an seinem Computer durchzuführen. Alle hatten die Möglichkeit bei Problemen meine Hilfe in Anspruch zu nehmen. Durch diese Pausen konnten die Schnelleren die Konstruktionsschritte öfters wiederholen.

2.2.2 Winkel

Im Dezember waren die Winkel das Geometriethema in Mathematik. Inhalte sind das Zeichnen und das Messen von Winkeln und die Winkelarten. Da mir in diesem Kapitel der Umgang mit dem Geodreieck sehr wichtig war, wurde der gesamte Stoff zuerst im Heft erarbeitet. In einer Wiederholungsstunde wurden dann in GeoGebra Winkel gezeichnet, abgemessen und richtig benannt. Durch das Verschieben des Endpunktes von einem Schenkel kann sehr gut beobachtet werden, wie sich die Stellung der Schenkel zueinander und damit auch die Größe des Winkels ändert. Mit dieser Übungseinheit sollte den Kindern noch einmal auf eine andere Art gezeigt werden, dass jedem Winkel eine Drehung zugrunde liegt und dass die Einheit Grad ein Maß für diese Drehung ist. Gegenüber dem Arbeiten im Heft gibt es einige Vorteile. Durch das einfache Zeichnen eines Winkels mit der Maus kann eine große Anzahl an Beispielen in relativ kurzer Zeit ausgeführt werden. Ein bestehender Winkel kann sehr einfach verändert werden und während dieser Veränderung kann ständig die Größe des Winkels gemessen werden.

In dieser Mathematikstunde saßen die Kinder paarweise oder alleine an einem Computer. Neue Modi wurden mit Hilfe des Beamers vorgezeigt, die einzelnen Arbeitsaufträge wurden mündlich gestellt. In dieser Stunde wurden die Schülerinnen und Schüler von mir und von fünf Studentinnen und Studenten, die ihre Praxisausbildung in unserer Schule absolvierten, betreut. Dadurch konnten Fragen und Probleme der Kinder meist im Einzelgespräch gelöst werden.

2.2.3 Kreis

Das Thema Kreis war das am intensivsten behandelte Geometriethema mit GeoGebra. Den Einstieg bildete ein offener Arbeitsauftrag. Die Schülerinnen und Schülern mussten auf einem Blatt die Begriffe Radius, Mittelpunkt, Kreisbogen und Kreissektor erklären. Um etwas über diese Begriffe zu erfahren haben sie in GeoGebra die einzelnen Modi zum Thema Kreis ausprobiert. Die Begriffserklärungen der Schüler wurden am Ende der Stunde eingesammelt und die einzelnen Begriffe gemeinsam besprochen. Gearbeitet wurde jeweils mit einer Halbgruppe im Fach Interessensförderung. Auffallend bei diesem spielerischen Einstieg war, dass sich manche, die sonst gut in Mathematik sind, nicht trautes einfach etwas auszuprobieren. Andere klickten mit der Maus einfach drauflos und kamen zu beachtlichen Ergebnissen. Die gemeinsame Besprechung am Ende sollte auch den Schülerinnen und Schülern mit weniger brauchbaren Ergebnissen die richtigen Begriffserklärungen aufzeigen.

Danach wurden in Maschinschreiben jeweils mit einer Halbgruppe eine halbe Schulstunde Konstruktionen zum Thema Kreis durchgeführt. Zuerst die Konstruktion von einem Sechseck und die Entstehung von einem Kreis, in dem eine Strecke mit fester Länge um einen Endpunkt gedreht wird. Für das Fach Maschinschreiben war das eine Übung zum genauen Arbeiten mit der Maus. Im Programm GeoGebra wurden die Modi *Strecke mit fester Länge*, *Ausblenden* und im Kontextmenü die Funktion *Spur anzeigen* neu gelernt. Intensiv geübt wurde weiters der Modus *Schneide zwei Objekte*.

In einer der folgenden Mathematikstunde hatte jedes Kind über das Netzlaufwerk Zugriff zu einem Ordner mit mehreren GeoGebra-Dateien. Darin wurden einzelne Begriffe zum Thema Kreis erklärt bzw. mussten die Schülerinnen und Schüler Konstruktionen vervollständigen. Jedes Kind erhielt zusätzlich ein Arbeitsblatt, das aus-

gefüllt werden musste. Dieses Arbeitsblatt war zugleich die Merkmalsammlung für das Heft. Inhalte waren der Kreis, Grundbegriffe zum Kreis, die Kreisfläche und Teilflächen, die Beziehung von Kreis und Gerade und die Konstruktion eines Sechsecks. Die Kinder mussten die Dateien öffnen, Inhalte genau lesen und Arbeitsaufträge im Programm durchführen, das Ergebnis in das Arbeitsblatt eintragen und nach dem Schließen die nächste Datei öffnen. Ziel war, den selbständigen Umgang mit dem Programm und mit verschiedenen Dateien zu üben und sich in eigenständiger Arbeit Lerninhalte anzueignen.

Da alle Schülerinnen und Schüler einen eigenen Zirkel hatten und diesen auch endlich einsetzen wollten, habe ich das Zeichnen von Kreisen anhand der Konstruktion des Sechsecks im Heft geübt. Diese Konstruktion wurde schon am Computer durchgeführt und später auch noch einmal am Computer wiederholt. Es stellte sich heraus, dass die Schülerinnen und Schüler mit der Konstruktion eines Rechtecks in GeoGebra große Schwierigkeiten hatten. Es muss bei dieser Konstruktion sehr genau mit der Maus gearbeitet werden und durch die vielen Kreise, durch die eine Länge abgetragen wird, verliert man leicht den Überblick.

Zum Thema Kreis folgte am 23. Februar eine schriftliche Lernzielkontrolle auf einem Blatt Papier. Diese Lernzielkontrolle wurde auch in den beiden anderen ersten Klassen, jeweils in den ersten und zweiten Leistungsgruppen, durchgeführt und fünf Wochen später ohne Vorankündigung am 30. März wiederholt. Diese Lernzielkontrolle sollte zeigen, wie gut sich die Kinder Inhalte beim Lernen am Computer bzw. beim Lernen im Heft merken und wie gut der Lernstoff auch nach einigen Wochen noch gekonnt wird. Anzumerken ist, dass alle ersten Klassen über denselben Zeitraum zum Thema Kreis auf verschiedene Arten gearbeitet haben, und dass diese Lernzielkontrolle den Abschluss zum Thema Kreis gebildet hat.

2.2.4 Quadrat

Anfang März wurde noch einmal im gebundenen Unterricht mit je einer Halbgruppe in Interessensförderung mit GeoGebra gearbeitet. Das Ziel war die Konstruktion von einem Quadrat. Dabei stellt sich das Problem eine vorhandene Länge auf eine Normale oder eine Parallele zu übertragen. Alle dazu notwendigen Modi waren den Schülerinnen und Schülern bereits bekannt, sie mussten nur für die Konstruktion richtig angewendet werden. Diese Stunde sollte auch eine Vorbereitung für das Arbeiten im Offenen Lernen sein, wo später ähnliche Aufgaben gelöst werden mussten.

2.2.5 Offenes Lernen

Ein Ziel des Projekts war, dass die Schülerinnen und Schülern im Offenen Lernen einen Teil dieser Stunde an einem Computer selbständig Arbeitsaufträge mit GeoGebra lösen. Dazu war es notwendig zumindest zwei Computer in der Klasse aufzustellen und auf diesen Computern entweder eine Internetverbindung einzurichten oder GeoGebra zu installieren. Da einige alte, nicht mehr gebrauchte Computer in der Schule vorhanden waren, schien mir dieses Vorhaben nicht allzu schwierig. Zusammen mit dem Administrator entschied ich mich für Linux als Betriebssystem. Einerseits um nicht über allfällige Lizenzen nachdenken zu müssen, andererseits damit die Kinder auch einmal ein anderes Betriebssystem außer Windows kennen lernen.

Erste Probleme gab es mit der alten Hardware. Bei einigen Computern waren Komponenten kaputt, sodass ich froh sein musste zwei Computer zum Einsatz zu brin-

gen. Installiert wurde schließlich die Linuxdistribution SUSE 10.2 und die für Linux erhältliche GeoGebra - Version 2.6. In der Zwischenzeit war nur für Windows die GeoGebra - Version 2.7 erhältlich, die ich auf meinen privaten Computer, den ich für meine Vorbereitungen nütze, installiert habe. Es stellte sich daher beim ersten Versuch, die zuhause vorbereiteten Dateien in der Klasse zu bearbeiten, heraus, dass mit dem „alten“ GeoGebra diese nicht geöffnet werden konnten. Da eine neue Version von GeoGebra für Linux nicht verfügbar war, musste ich meine Dateien in der Version 2.6 noch einmal erstellen. Diese Probleme mit Hard- und Software hatte ich in diesem Ausmaß nicht erwartet. Ich habe dieses Art von Schwierigkeiten und den für die Lösung nötigen Zeitaufwand eindeutig unterschätzt.

In der ersten Schulwoche im März begannen die Aufträge im Offenen Lernen. In der Klasse wurde eine Liste für jede Woche aufgehängt, in der sich jeder Schüler und jede Schülerin eine Zeit von 20 Minuten an einem der zwei Computer reservieren konnte. Es durften höchstens zwei Kinder an einem Gerät gleichzeitig arbeiten. Es standen somit in den drei OL - Stunden einer Woche 36 Plätze für insgesamt 22 Schülerinnen und Schülern zur Verfügung. Somit war nicht jeder Computer immer doppelt besetzt, und wenn jemand länger für seinen Auftrag brauchte, gab es meist noch die Möglichkeit zusätzlich Zeit am Computer zu verbringen.

Wenn ein Auftrag fertig war, musste er einem der anwesenden Lehrern gezeigt werden und wurde dann im persönlichen Ordner der Schülerin oder des Schülers gespeichert. Damit alle das Speichern selbständig durchführen konnten, lag bei jedem Computer ein Blatt mit einer genauen Anleitung.

Der erste Auftrag war zur Wiederholung die Konstruktion von einem Sechseck. In der ersten Woche sollte sich das Eintragen in die Liste und der Wechsel an den Geräten einspielen. In den beiden folgenden Wochen musste ein Rechteck konstruiert werden. Einmal mit vorgegebener Länge und Breite und das zweite Mal aus der Länge und der Diagonale. Es lag an jedem Computer eine Anleitung mit wichtigen Konstruktionsschritten und die Anleitung zum Speichern. Eine genaue Anleitung war auch notwendig, weil viele Kinder nicht in der Lage waren den Konstruktionsablauf alleine zu entwickeln. Die Konstruktion wurde anschließend von jedem Kind im eigenen Ordner, jeweils mit dem gleichen Namen gespeichert. Wer die Aufgabe schnell erledigt hatte, der konnte die Konstruktion noch einmal ohne Anleitung wiederholen.

Der letzte OL-Auftrag behandelte den Flächeninhalt von zusammengesetzten Flächen. Die Schülerinnen und Schüler mussten eine am Desktop gespeicherte Datei öffnen und bearbeiten und danach mit Speichern unter in ihrem Ordner speichern. Zusätzlich mussten die Ergebnisse ins Heft übertragen werden. Es sollte das Weiterbearbeiten einer vorhandenen Datei geübt werden.

Das selbständige Arbeiten bereitete den Schülerinnen und Schülern mehr Probleme, wie das gemeinsame Arbeiten mit Vorzeigen und Nachmachen. Die Lehrer wurden häufig gefragt, besonders wenn es Probleme mit dem Speichern gab.

3 FORSCHUNGSINTERESSE

3.1 Forschungsfragen

Am Beginn des Projekts waren meine Fragen zum Arbeiten mit GeoGebra noch sehr allgemein. Für mich war interessant welche Erfahrungen die Kinder am Computer machen, ob es Spaß macht, ob die Motivation steigt und ob auch tatsächlich etwas gelernt wird. Und ob das Gelernte nicht wieder sofort vergessen wird? Ist es möglich Zeit in das Erlernen von GeoGebra zu investieren und dabei ganz bestimmte Kompetenzen aufzubauen, ohne dass wichtige Lerninhalte vernachlässigt werden?

Im Projektentwicklungsworkshop hat dieses allgemeine Interesse zu zwei konkreten Forschungsfragen geführt.

Welche Erfahrung machen die Schülerinnen und Schüler mit Geometrieunterricht am Computer bzw. hat Geometrie am Computer Auswirkung auf die Freude am Arbeiten?

Führt Geometrie am Computer dazu, dass Inhalte von den Kindern länger behalten werden?

3.2 Annahmen / Hypothesen

Eine Annahme von mir dazu war, dass das Arbeiten mit dem Computer im Mathematikunterricht die Motivation und die Freude der Schüler steigert. Ich hatte schon häufig festgestellt, dass Schüler gerne in den Computerraum gehen um dort zu lernen und zu arbeiten. Es blieb aber die Frage, ob diese „erste“ Freude über den Computer bei einem konsequenten und häufigen Einsatz erhalten bleibt.

Bei der Frage nach den Erfahrungen der Schüler mit dem Arbeiten am Computer nahm ich an, dass sich ein sehr gemischtes Bild ergibt. Und zwar von „einfach“, „lustig“, „spannend“ bis „ist kompliziert“, „schwieriger“ oder „eintönig“.

Wenn die Kinder die Inhalte beim Lernen am Computer besser behalten hätten, hätte mich das sehr gefreut. Ich erwartete mir aber keinen wesentlichen Unterschied zu anderen Erarbeitungsmethoden. Wären die Behaltenswerte deutlich schlechter gewesen, wäre das für mich ein Grund den Einsatz vom Computer noch einmal genau zu überdenken.

4 METHODEN

Die Erhebung von Daten wurde folgendermaßen durchgeführt.

4.1 Laufende Beobachtungen

Nach jeder Einheit, in der mit GeoGebra gearbeitet wurde habe ich persönliche Eindrücke und Notizen schriftlich festgehalten. Diese Aufzeichnungen dienten dazu Eindrücke und Beobachtungen nicht zu verlieren. Aus diesen Aufzeichnungen ergaben sich manchmal neue Fragestellungen und ein Gesamteindruck vom Arbeiten am Projekt.

4.2 Beobachtungsbogen

Weiters wurden in einigen Stunden, in denen mit GeoGebra gearbeitet wurde, nach einem Beobachtungsraster jeweils zwei Kinder beobachtet. Dieser Beobachtungsbogen umfasst allgemeine Fragen zum Arbeiten mit dem Computer und dem Programm, aber auch zur konkreten Aufgabenstellung und zur Selbständigkeit der Schüler. In zwei Stunden konnten durch die Anwesenheit von Studentinnen und Studenten mehrere Schülerinnen und Schüler beobachtet werden. Diese Beobachtungen betrafen den Umgang mit dem Computer und das Arbeiten mit GeoGebra.

4.3 Kurzinterview

Im Anschluss an die Beobachtung mittels Beobachtungsbogen wurde mit den entsprechenden Kinder noch Kurzinterviews durchgeführt. Dabei ging es besonders um die Motivation beim Arbeiten mit GeoGebra.

4.4 Lernzielkontrolle

Zum Thema Kreis wurde eine Lernzielkontrolle in allen ersten Klassen durchgeführt und nach einigen Wochen noch einmal wiederholt. Eine genauere Beschreibung findet sich bereits im Kapitel 2.2.3. Kreis. Dadurch sollten die Leistungen der Kinder, die am Computer arbeiten, mit den Leistungen der Schülerinnen und Schüler verglichen werden, die nicht am Computer arbeiteten. Außerdem wollte ich klären, wie viel vom Lernstoff auch noch nach einiger Zeit von beiden Gruppen gekonnt wird, und ob der Einsatz am Computer ein Beitrag zum nachhaltigen Lernen sein kann.

4.5 Leistungsfeststellung

Weitere Daten, die das Projekt betreffen, sind die der Leistungsfeststellung. Dazu zählen die Schularbeiten, sofern die Beispiele Inhalte aus dem Projekt betreffen. Weiters Arbeitsblätter, Mitarbeitsaufzeichnungen und die Arbeitsaufträge, die im Offenen Lernen am Computer erledigt wurden.

5 ERGEBNISSE

Bei der Ausarbeitung der erhobenen Daten habe ich bei diesem Projekt auf den Gender Aspekt keine Rücksicht genommen. Er stand für mich nicht im Vordergrund, und es ist auch während des Projekts diesbezüglich kein Problem entstanden. Es folgen die Ergebnisse der einzelnen Beobachtungsmethoden.

5.1 Ergebnisse aus der laufenden Beobachtung

Zwei Schüler, die die dritte Leistungsgruppe besuchen und daher an wenigen Stunden am Projekt teilgenommen haben, haben sich trotzdem beim Umgang mit dem Computer und der Bedienung von GeoGebra auffallend geschickt angestellt. Probleme mit dem Mathematikstoff beim Lösen der Aufgaben waren bei den beiden nicht erkennbar.

Wenn die Schülerinnen und Schüler plötzlich mit einer unerwarteten Programmabfrage konfrontiert werden, haben manche große Scheu einfach etwas auszuprobieren. Konkret wurden die Kinder gefragt, wie groß die Länge des Radius eines Kreises sein soll. Die entsprechende Zahl musste über die Tastatur eingegeben werden. Anstatt eine Zahl auszuprobieren kam von ca. acht Kindern die Fragen an den Lehrer, was denn da eingegeben werden sollte.

Manche Schüler, die deutliche Schwächen in Mathematik haben, sind beim Arbeiten mit GeoGebra nur positiv aufgefallen.

Für zwei Schüler war es sehr schwierig im Offenen Lernen plötzlich ganz alleine eine Konstruktion durchzuführen. Sie hatten Mitte März die grundlegenden Funktionen von GeoGebra wieder vergessen und konnten nur mit umfangreicher Anleitung die gestellten Aufgaben lösen.

Wenn eine Konstruktion mit sehr vielen Linien durchgeführt wird und wenn diese Linien auch noch nahe beieinander liegen ist es für den Großteil der Klasse schwer die Übersicht zu bewahren. Bei einer solchen Konstruktion wurden häufig die falschen Linien geschnitten oder gelöscht. Im Projekt handelte es sich dabei um die Konstruktion eines Sechseck. Bei dieser Konstruktion sind bis zu sieben Kreise notwendig, die miteinander geschnitten werden müssen.

5.2 Ergebnisse aus dem Beobachtungsbogen

Es wurden im fortgeschrittenen Verlauf des Projekts (ab Ende Dezember) in den Stunden Schülerinnen und Schüler zufällig ausgewählt und von den Studentinnen und Studenten oder von mir genauer beobachtet.

Dazu wurde ein Raster mit Fragen verwendet mit vier Antwortmöglichkeiten. Diese waren: ja/sehr gut; ja/gut; wenig/kaum; nein/gar nicht. Für die Auswertung der Fragen werden die Antworten mit Punkten von 1 bis 4 versehen (ja/sehr gut = 1; nein/gar nicht = 4) und der Durchschnittswert der Antworten angeführt.

„Kann der Schüler alleine den PC einschalten und GeoGebra starten?“ – 1,3

„Wie gelingt die Arbeit mit der Maus?“ – 1,4

„Werden die Aufgaben richtig gelöst?“ – 1,7

„Bleibt der Schüler konzentriert bei der Arbeit?“ – 1,7

„Wiederholt der Schüler von sich aus die gestellte Aufgabe?“ – 2,2

„Probiert der Schüler selbständig etwas Neues aus?“ – 2,4

Es gab auch noch die Möglichkeit Anmerkungen, Kommentare der Kinder oder Auffälliges niederzuschreiben.

Die Antworten:

- „Macht ihnen Spaß, konzentrierter als im Unterricht“
- „Arbeitet nicht viel am PC zu Hause“
- „Schüler arbeitet sehr selbständig“
- „Schüler hilft anderen“
- „Schüler ist sehr interessiert“
- „Schülerin braucht leichte Hilfe bei einigen Modi; Sie fragt nach der Internetadresse für GeoGebra“

5.3 Ergebnisse der Kurzinterviews

Die Schülerinnen und Schüler wurden nach der Beobachtung noch kurz zu ihrer Motivation beim Arbeiten am Computer gefragt. Einige Antworten (gekürzt) auf die Fragen zum Arbeiten mit GeoGebra:

- „Winkel zeichnen in GeoGebra hat Spaß gemacht.“
- „Mir gefällt es. Cool.“
- „Es ist sehr lustig Neues auszuprobieren.“

Kein Kind hat sich negativ zum Arbeiten mit GeoGebra geäußert.

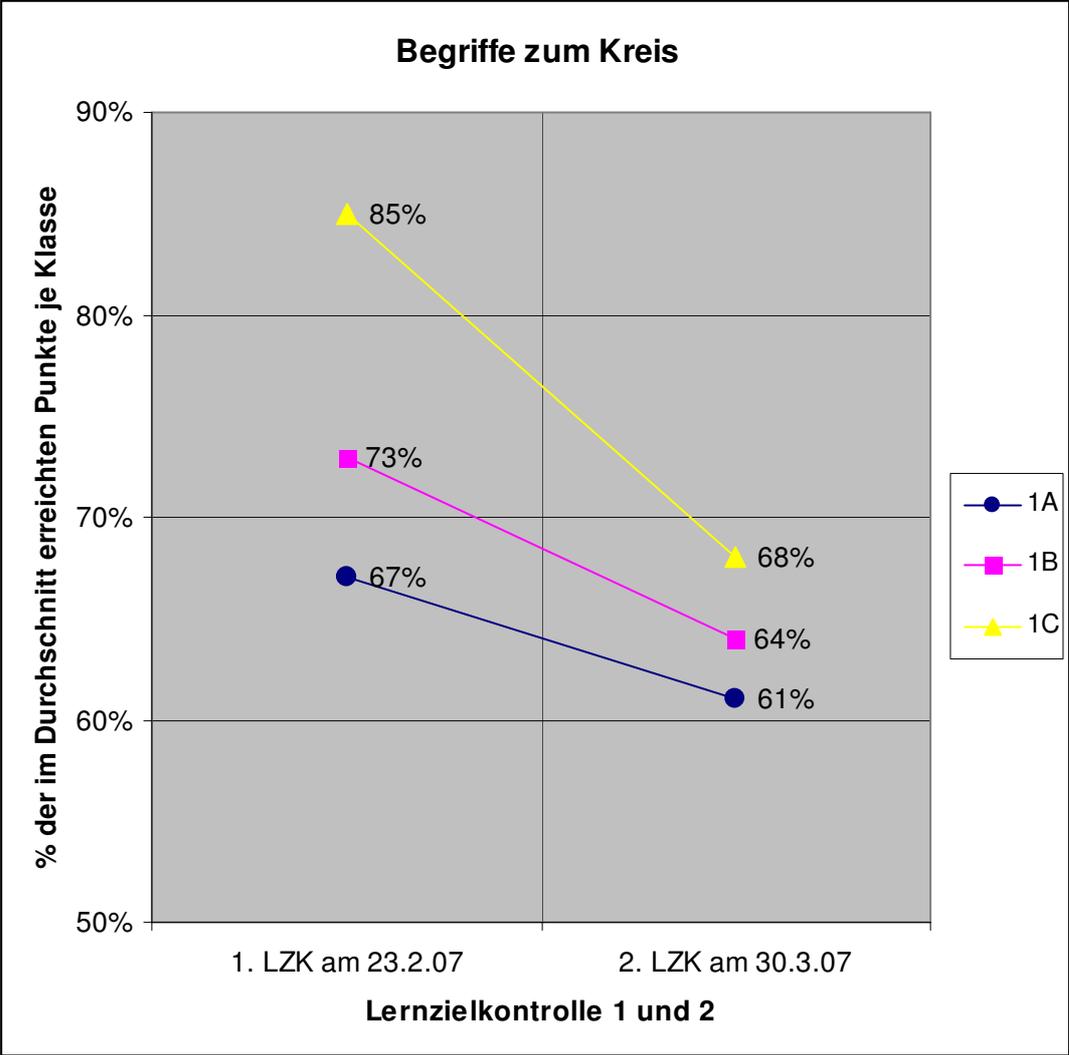
Die Schülerinnen und Schüler wurden auch gefragt, ob sie Mathematik öfter im Computerraum verbringen möchten.

- „Ja ist super. Es ist gut wenn wir etwas am PC wiederholen, was wir gelernt haben. Manche verstehen es am PC leichter.“
- „Bin mir nicht sicher.“
- „Ja schon.“
- „Ich arbeite nicht gerne bzw. wenig am Computer.“
- „Auf jeden Fall – macht sehr viel Spaß.“

5.4 Ergebnisse der Lernzielkontrollen

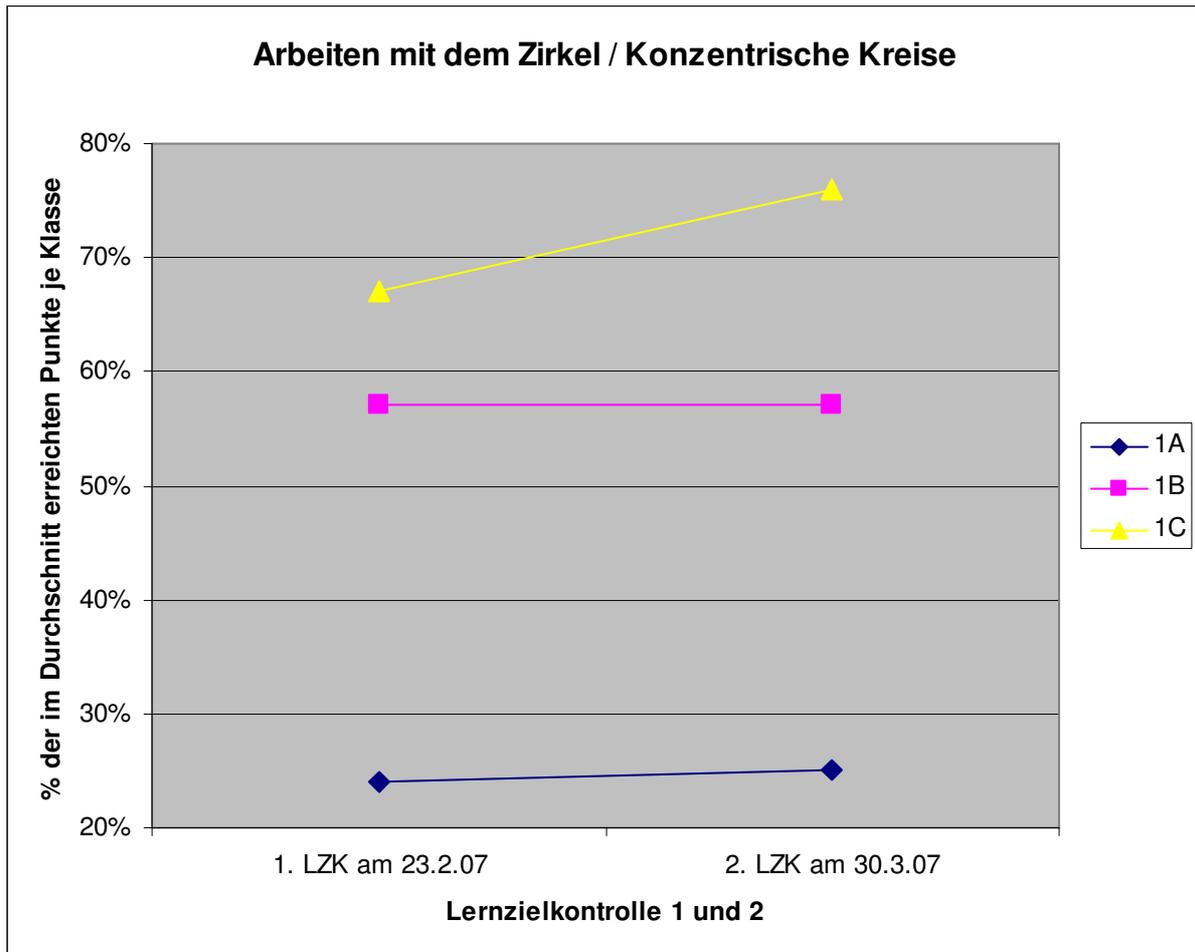
Bei der Auswertung von den Lernzielkontrollen zum Thema Kreis wurden Punkte vergeben und der Durchschnitt der jeweiligen Klassen ausgerechnet. Für die Darstellung in den Diagrammen wurde der Durchschnitt in Prozentzahlen umgerechnet. Da die unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer nicht alle Lernziele gleich unterrichtet haben, habe ich die Auswertung von zwei Aufgabenstellung extra dargestellt.

5.4.1 Diagramm zu den Kreisbegriffen



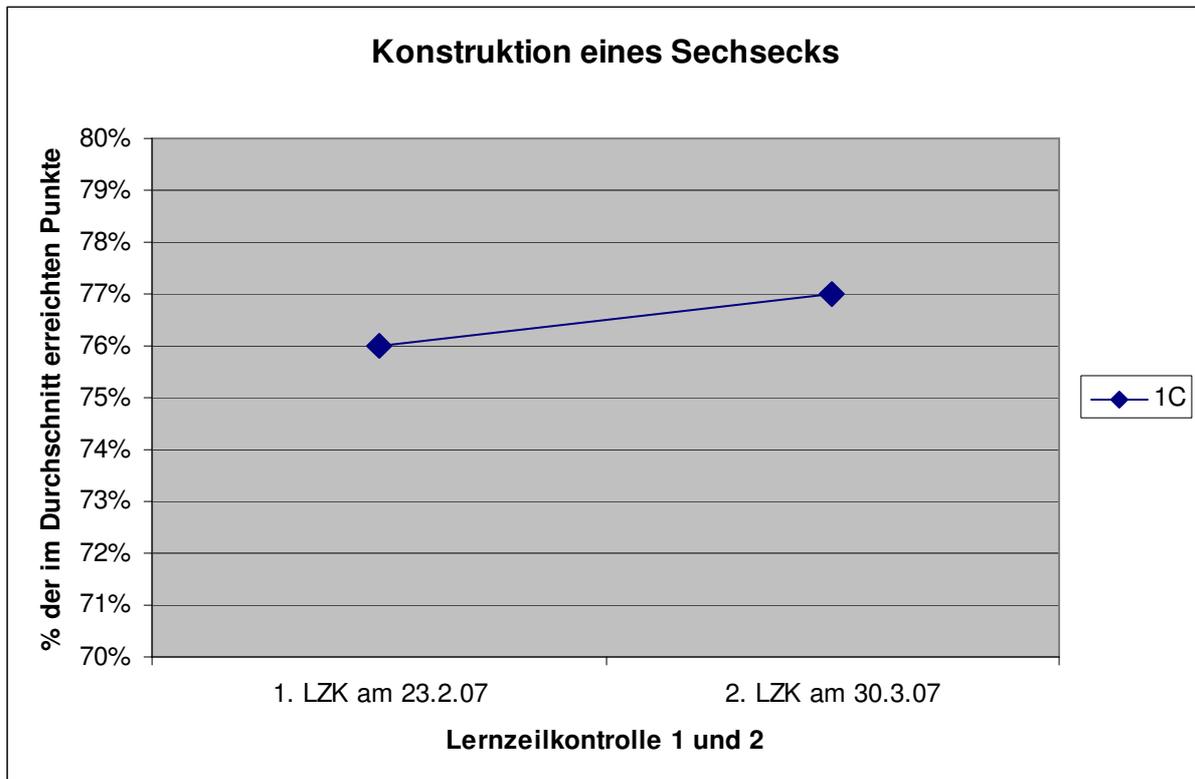
5.4.2 Diagramm zur Konstruktion von konzentrischen Kreisen

Die Aufgabenstellung lautete einen Kreisring (= zwei konzentrische Kreise) zu konstruieren. Wenn es Probleme mit dem Begriff „konzentrische Kreise“ gegeben hat, dann wurde diese Unklarheit bei der Rückgabe der ersten Lernzielkontrolle beseitigt. Es ergab sich folgendes Diagramm.



5.4.3 Diagramm zur Sechseckskonstruktion

Die Sechseckskonstruktion wurde nur in der 1C Klasse unterrichtet. Bei den beiden Lernzeilkontrollen ergab sich folgendes Bild.



5.5 Ergebnisse der Leistungsfeststellung

Die Aufzeichnungen zur Leistungsfeststellung lieferten wenige Daten, die eindeutig dem Projekt und dem Arbeiten mit GeoGebra zuzuordnen waren. Bei den Schularbeiten gab es zwischen den Aufgaben, die Inhalte des Projekt betrafen und den anderen Aufgaben keinen Unterschiede. Fehler und Ungenauigkeiten waren hier gleich verteilt.

Beim Arbeiten mit GeoGebra im Offenen Lernen stellte sich die Arbeitsleistung der Schülerinnen und Schüler folgendermaßen dar: Zwölf Schülerinnen und Schüler haben alle drei geforderten Aufträge erfüllt, fünf davon auch noch einen zusätzlichen Auftrag. Bei sieben Schülern hat ein Auftrag gefehlt, drei Schüler haben von den drei geforderten Aufträgen nur einen fertiggestellt. Wenn es nach der Erledigung des Auftrags Probleme beim Speichern gab, so gelten diese Aufträge in dieser Liste als nicht gemacht. Die Erfüllung von Arbeitsaufträgen ist somit etwas schlechter wie bei anderen Arbeitsaufträgen. Werden die Probleme beim Speichern berücksichtigt, dann gibt es keine wesentlichen Unterschiede.

6 INTERPRETATION

Bei der Datenerhebung hat der Vergleich mit den beiden anderen Mathematikgruppen sehr viel Raum eingenommen. Bevor ich diese Daten für mich interpretiere, möchte ich noch einige kritische Punkte zu diesen Daten anführen. Da die Gruppen von drei verschiedenen Lehrpersonen unterrichtet werden ist natürlich ein direkter Vergleich der Leistungen der Kinder von nur drei Gruppen problematisch. Für mich lassen sich daher nur Tendenzen aus den Daten herauslesen.

Ein Ziel des Projekts war es, dass die Schülerinnen und Schüler Sicherheit im Umgang mit dem PC erlangen. Die Ergebnisse aus dem Beobachtungsbogen zeigen, dass dieses Ziel erreicht wurde. Die Kinder haben durch die häufige Benutzung des Computers Sicherheit gewonnen und können ihn gut bedienen. Das Arbeiten am Computer im Offenen Lernen zeigt aber auch, dass weiterhin vereinzelt Probleme bestehen.

Weiters sollten die Kinder im Projekt wichtige Elemente des Programms GeoGebra erlernen. Die Schülerinnen und Schüler haben das Programm erlernt und können es mit leichter Hilfe anwenden. Wieder zeigen die Beobachtungen aus Offenem Lernen, dass eine völlig selbständige Benützung des Programms von vielen nicht verlangt werden kann.

Eine Frage zum Projekt war, ob Geometrie am Computer Auswirkungen auf die Freude am Arbeiten hat. Für mich hat das Projekt gezeigt, dass die Kinder größere Freude am Arbeiten mit dem Computer haben. Die laufenden Beobachtungen, Fragen im Beobachtungsbogen und die Antworten in den Kurzinterviews interpretiere ich in diese Richtung. Allerdings hält bei den Kindern die erste überschwängliche Freude nicht sehr lange an. Besonders erfreulich war für mich, dass einige Schüler am Computer deutlich bessere Leistungen erbringen konnten wie im Regelunterricht.

Die zweite Frage zum Projekt war, ob Inhalte beim Lernen am PC länger behalten werden. Beim Interpretieren der Ergebnisse der Lernzielkontrolle, dargestellt in den drei Diagrammen, beantworte ich diese Frage für mich mit kaum. Die Schülerinnen und Schüler der 1C hatten zu den Vergleichsgruppen deutlich mehr Punkte bei der ersten Lernzielkontrolle. Sie haben aber deutlich mehr vergessen, trotzdem sind auch bei der zweiten Lernzeilkontrolle die Ergebnisse noch immer besser. Bei den Einzelfragen zu den konzentrischen Kreisen und zur Sechseckkonstruktion wurde nichts vergessen, sondern dazugelernt. Wahrscheinlich bei der Rückgabe der ersten Lernzielkontrolle.

Nachdem ich die Problematik der Daten zu diesen Fragen oben schon angesprochen habe, möchte ich folgendermaßen zusammenfassen: Die Schülerinnen und Schüler behalten sich mathematische Inhalte aus dem Unterricht mit dem PC nicht besser, aber auch nicht schlechter. Allerdings haben sie zusätzliche Fertigkeiten im Umgang mit dem Computer erlernt und mehr Abwechslung im Unterricht erfahren.

7 RESÜMEE

Ich glaube im Projekt ist es gelungen, Geogebra in der ersten Schulstufe der Hauptschule einzuführen und dadurch den Unterricht abwechslungsreicher und interessanter zu gestalten. Das Programm wird so weit beherrscht, dass ich es ganz sicher in Geometrie in den höheren Klassen wieder verwenden werde. Durch das intensive Arbeiten mit GeoGebra habe ich natürlich mehr Sicherheit im Umgang, vor allem aber im Einsatz im Unterricht erlangt. Aber auch eine realistischere Sicht, was die technische Ausstattung betrifft.

Die Durchführung des Projekts als MNI-Projekt war sehr hilfreich. Durch die begleitenden Veranstaltungen wurden mir die Schwerpunkte und Ziele im Projekt klarer. Aber auch die intensive Phase der Reflexion, besonders während der Verschriftlichung, hat mir manche Zusammenhänge und manches Detail bewusst gemacht.

Die Ursprünglichen Pläne für das Projekt waren viel umfangreicher. Ich bin aber nicht unzufrieden, weil nicht alles durchgeführt werden konnte. Sondern ich sehe es als sehr positiv, dass einige Pläne so gelungen sind, wie ich mir das vorgestellt habe. Ich selber habe beim konsequenten Arbeiten an einem Projekt sehr viel dazugelernt.

8 INTERNETADRESSEN

Homepage zum Programm GeoGebra:

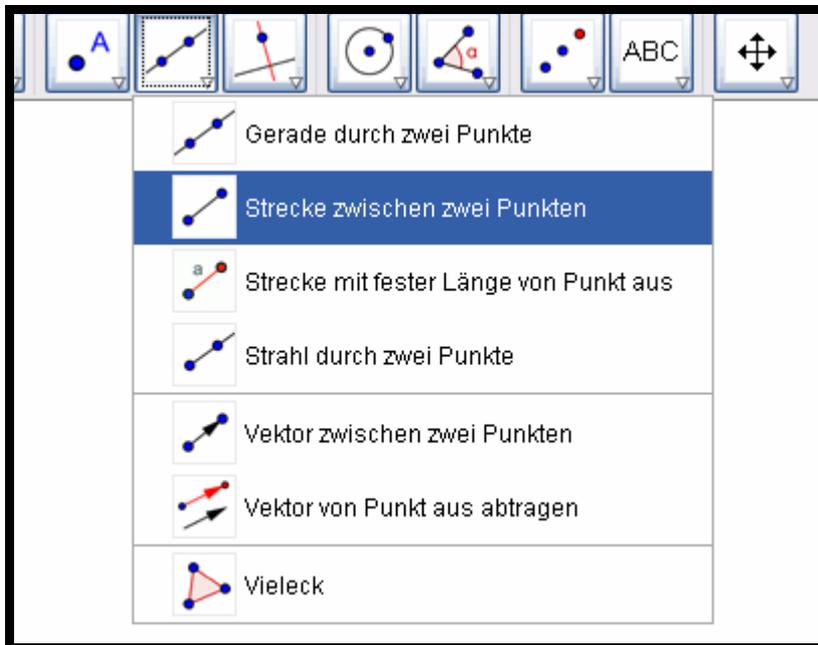
<http://www.geogebra.at>

Hilfe für GeoGebra 2.5 (Teil der Homepage)

<http://www.geogebra.org/help/docude.pdf> (13.5.2007)

9 ANHANG

9.1 Weitere Modi³



9.1.1 Gerade durch zwei Punkte

Markieren zweier Punkte A und B erzeugt die Gerade durch A und B. Diese Gerade hat den Richtungsvektor $AB = (B-A)$.

9.1.2 Strecke zwischen zwei Punkten

Markieren zweier Punkte A und B erzeugt die Strecke zwischen A und B. Im Algebrafenster wird die Länge dieser Strecke angezeigt.

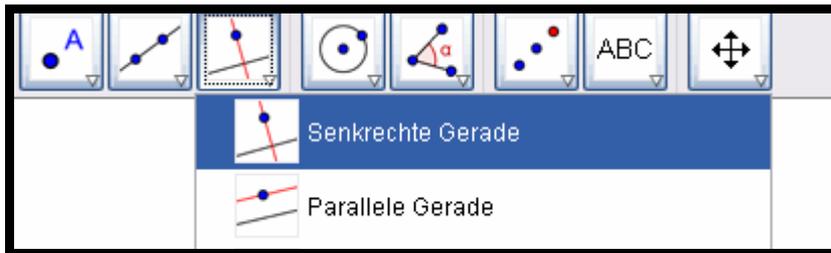
9.1.3 Strecke mit fester Länge von Punkt aus

Klicken Sie auf einen Punkt A, von dem aus Sie die Strecke abtragen möchten. Danach erscheint ein Fenster, in dem Sie die gewünschte Länge a der Strecke angeben. Als Ergebnis liefert dieser Modus eine Strecke der Länge a und den Endpunkt B dieser Strecke. Der Endpunkt B kann im *Bewegen* Modus um den Anfangspunkt A gedreht werden.

9.1.4 Strahl durch zwei Punkte

Markieren zweier Punkte A und B erzeugt den Strahl mit Anfangspunkt A durch den Punkt B. Im Algebrafenster wird die Gleichung der entsprechenden Geraden angezeigt.

³ <http://www.geogebra.org/help/docude.pdf> (13.5.2007), Seite 13 - 17

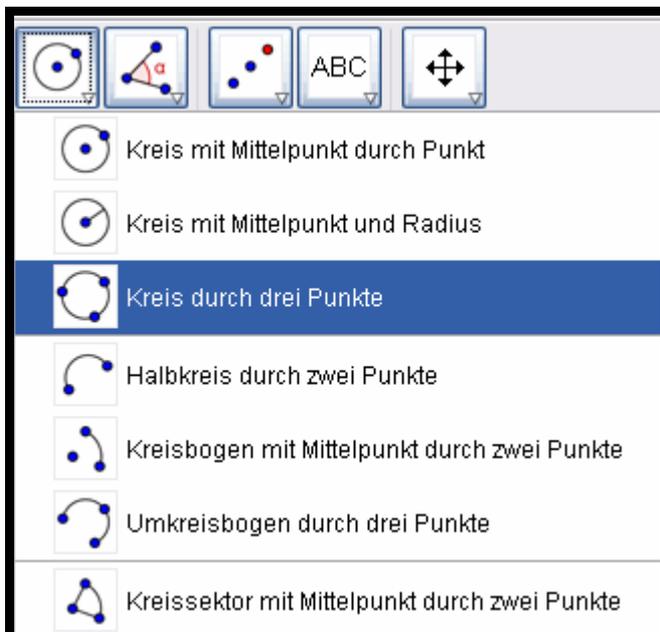


9.1.5 Parallele Gerade

Markieren einer Gerade g und eines Punktes A erzeugt eine zu g parallel Gerade durch den Punkt A . Die neue Gerade hat gleiche Richtung wie g .

9.1.6 Senkrechte Gerade

Markieren einer Gerade g und eines Punktes A erzeugt eine zu g senkrechte Gerade durch den Punkt A .



9.1.7 Kreis mit Mittelpunkt durch Punkt

Durch Markieren eines Punktes M und eines Punktes P wird ein Kreis mit Mittelpunkt M erzeugt, auf dem der Punkt P liegt. Dieser Kreis hat als Radius den Abstand von M und P .

9.1.8 Kreis mit Mittelpunkt und Radius

Nach Markieren des Mittelpunktes erscheint ein Fenster, in dem der Radius des Kreises eingegeben werden kann.

9.1.9 Kreis durch drei Punkte

Durch Markieren dreier Punkte A, B, C wird ein Kreis erzeugt, der durch diese drei Punkte geht. Dieser Kreis ist der Umkreis des Dreiecks ABC.

9.1.10 Halbkreis

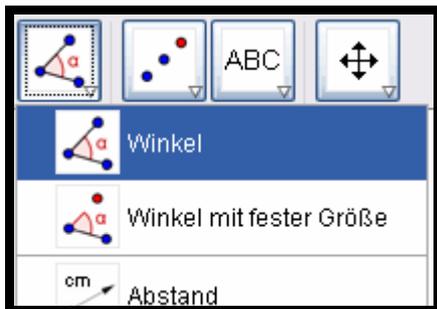
Durch Markieren zweier Punkte A und B wird der Halbkreis über der Strecke AB erzeugt.

9.1.11 Kreisbogen zu Mittelpunkt durch zwei Punkte

Durch Markieren dreier Punkte M, A und B wird ein Kreisbogen mit Mittelpunkt M, Anfangspunkt A und Endpunkt B erzeugt. Der Punkt B muss dabei nicht auf dem Bogen liegen.

9.1.12 Kreissektor zu Mittelpunkt durch zwei Punkte

Durch Markieren dreier Punkte M, A und B wird ein Kreissektor mit Mittelpunkt M, Anfangspunkt A und Endpunkt B erzeugt.



9.1.13 Winkel

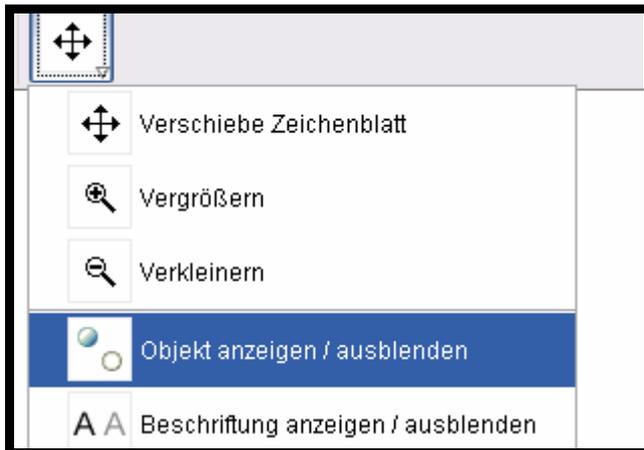
Dieser Modus erzeugt . . .

1. den Winkel zwischen drei Punkte
2. den Winkel zwischen zwei Strecken
3. den Winkel zwischen zwei Geraden
4. den Winkel zwischen zwei Vektoren
5. alle Innenwinkel eines Vielecks

Alle so erzeugten Winkel werden auf 180° beschränkt. Wenn Sie auch Winkel zwischen 180° und 360° zulassen möchten, wählen Sie in den Eigenschaften (3.1.1) des Winkels *überstumpfer Winkel möglich* (Österreich: *erhabener Winkel möglich*).

9.1.14 Winkel mit fester Größe

Nach Markieren zweier Punkte A und B erscheint ein Fenster, in dem Sie die Größe des Winkels angeben können. Als Ergebnis werden ein Punkt C und ein Winkel α erzeugt, wobei $\alpha = \sphericalangle(ABC)$.



9.1.15 Objekt anzeigen / ausblenden

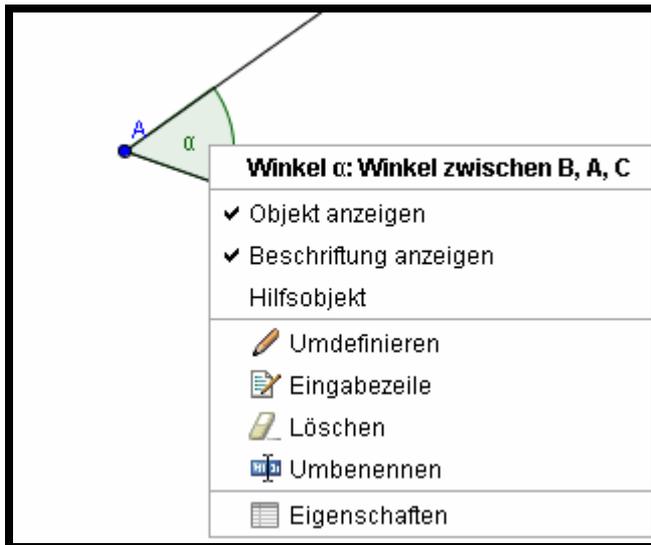
Klicken Sie auf ein Objekt, um es auszublenden bzw. wieder anzeigen zu lassen. Alle auszublendenden Objekte sind dabei als markiert unterlegt. Ihre Veränderungen werden aktiv, sobald Sie in einen anderen Modus wechseln.

9.1.16 Kontextmenü

Nach Klicken mit der rechten Maustaste auf ein Objekt erscheint ein Kontextmenü, in dem die Darstellungsart (Polar-, cartesische Koordinaten; implizite, explizite Gleichung, . . .) gewählt werden kann. Hier sind auch Befehle wie Umbenennen, Bearbeiten oder Löschen zu finden. Wählt man den Menüpunkt Eigenschaften, so erscheint ein Dialogfenster, in dem Farbe, Größe, Linienstärke, Linienart, Füllung, Schrittweite, usw. verändert werden können.



Das Kontextmenü wurde bei Punkten verwendet. Mit dem Befehl Spur an entsteht entlang einer Bewegung eines Punktes eine Linie. Dadurch lässt sich z.B. die Entstehung eines Kreises nachvollziehen, indem ein Punkt mit festem Abstand (Strecke mit fester Länge von Punkt aus) um einen Mittelpunkt bewegt wird.



Weiters konnte im Kontextmenü unter dem Menüpunkt Eigenschaften wichtige Einstellungen zu einem Winkel vorgenommen werden. Es kann die Farbe des Winkelbogens und seine Größe geändert werden. Es ist auch möglich einen Winkel nicht nur mit seinem Namen, sondern auch mit seinem Wert zu beschriften. Durch das anklicken von „erhabener Winkel möglich“ können auch Winkel gezeichnet werden, die größer als 180 Grad sind.