

## Internetrecherche zum Thema dynamische Geometriesoftware

(Dynamische Geometriesoftware im Dokument teilweise als DGS bezeichnet)  
(Computer Algebra System im Dokument teilweise als CAS bezeichnet)

Mit der zunehmenden Verbreitung von Computern wurde seit den 80er Jahren Geometriesoftware entwickelt, mit deren Hilfe Konstruktionen der Euklidischen Geometrie am Bildschirm nachgestellt werden konnten (Zeichenblattgeometrie). Neue Impulse sowohl inhaltlicher als auch methodischer Art brachten die Dynamische Geometrie-Software wie z. B. Cabri, Euklid, Geolog, Thales, Geometer's Sketchpad oder Cinderella. Der „Zugmodus“ (Möglichkeit des dynamischen Veränderns von Konstruktionen) und die „Ortslinien“ (Darstellung der Bahnbewegung einzelner Punkte oder Objekte bei Variation im Zugmodus) sind die typischen Eigenschaften von DGS (Stichwort: dynamische Visualisierung). Sie ermöglichen experimentelles Arbeiten, visuelles Argumentieren sowie heuristische Strategien. Inhaltlich wurden (alte) Themenbereiche (z. B. Euler-Gerade, Ortslinien, Kreisinverson, kinematische Erzeugung von Kurven) wieder entdeckt und konnten nun für den Unterricht (bequemer) erschlossen werden.

Der Hauptanwendungsbereich dieser Software, zumindest in diesem Umfang, dürfte in Mittelschulen und Gymnasien sein, daher darf auch der Preis des Endproduktes nicht zu hoch sein:

Folgende Themen dürften für den Unterricht relevant sein:

**Mittelstufe:** Klassische Themen der ebenen Geometrie: Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, Winkel an Geraden, Vielecken und Kreisen, Kongruenz, besondere Punkte und Linien im Dreieck, Vierecke, Flächeninhalte, Satz von Pythagoras, Strahlensätze und Ähnlichkeit, Parallel- und Zentralperspektive.

**Oberstufe:** Dynamische Behandlung von Funktionen (Abhängigkeit der Gestalt eines Funktionsgraphen von Parametern), Dynamisch-experimentelles Lösen von geometrischen Extremwertaufgaben (Zaun-, Verpackungs- und Dosenaufgabe, Einbeschreibungsaufgaben), Kinematische Erzeugung von Kurven (Kegelschnitte, Rollkurven, etc.), Inversion am Kreis ...

Das Hauptanwendungsgebiet werden wie schon erwähnt Schulen und Bildungseinrichtungen sein, daher entstehen Probleme, durch die große Anzahl von Benutzern z.B.

### **Probleme bei der Verwendung von DGS im Unterricht:**

- Organisatorischer Aufwand groß
- Konstruieren mit DGS hat Tücken: Schwierigkeit der Konstruktion stabiler Figuren, Umgang mit Software lernen und beherrschen: DGS-typische Besonderheiten (z.B. Unterscheidung der Punkte in freie Punkte, Objektpunkte, Schnittpunkte; Hierarchien von Objekten; Zugmodus).
- Zeitlicher Mehraufwand in der Vorbereitung für den Lehrer beim erstmaligen Einsatz.

Aber sie bietet auch Möglichkeiten, die an der Tafel teilweise gar nicht oder nur unter sehr großem Aufwand vollzogen werden können.

In diesem Zusammenhang tauchen mehrere Schlagworte auf, die wir hier näher Erläutern wollen...

### **Kreativität:**

- Schülerinnen und Schüler prüfen, ob bereits Bekanntes auf ähnliche Problemstellungen anwendbar ist.
- Schülerinnen und Schüler entdecken geometrische Zusammenhänge über das Experimentieren mit schönen Mustern und vertiefen diese durch Erstellen eigener Muster, Ornamente
- Schülerinnen und Schüler "erfinden" neue Abbildungen und untersuchen diese.
- Schülerinnen und Schüler setzen die Funktionen des Werkzeugs gezielt ein, um Zusammenhänge und ihren Gültigkeitsbereich zu prüfen oder um Hilfen zu einzelnen Beweisschritten zu erhalten.

### **Verbindung zu Algebra, Analysis und Analytischer Geometrie**

- Schülerinnen und Schüler erfahren durch eigenes Experimentieren direkt funktionale Zusammenhänge.
- Schülerinnen und Schüler interpretieren erzeugte Ortslinien als Graphen von Funktionen.
- Die Analyse planimetrischer Zusammenhänge dient als Grundlage zur Übertragung eines Problems in den Raum.
- Kegelschnitte (Sek II) , Konstruktionen und Eigenschaften werden einfacher und experimentell zugänglich.

### **Anlässe zum Begründen und Beweisen**

- Der Zugmodus wird sehr schnell als selbstverständliches Mittel zur Überprüfung von Invarianzen eingesetzt.
- Variable Konstruktionen tragen Überraschungen in sich und fordern zu Fragen: "Warum ist das so?" heraus.
- Schülerinnen und Schüler können direkt Rückmeldungen über eine vorher angestellte Vermutung erhalten, die dann wieder zum weiteren Nachdenken oder gezielten Experimenten führt.

### **Selbstständiges Entdecken**

- Der Zugmodus macht aus bisher statischen Zeichnungen eine Klasse von Figuren, deren konstruktiv aufgeprägte Eigenschaften und Beziehungen zu entdecken sind.
- Bereits bekannte Zusammenhänge können als Spezialfälle wiederentdeckt werden.
- Die Verwendung von Konstruktionsmodulen schafft Übersicht und lenkt den Blick auf das Wesentliche.
- Erzeugte Ortslinien bergen (fast automatisch) die Frage nach ihrer Konstruierbarkeit und Überlegungen zu versteckten Zusammenhängen.

## Problemlösen

- Das Werkzeug ermutigt zu einer ersten Phase des Probierens, die Aufschluß über die Lösung des Problems geben kann.
- Die Erzeugung von Ortslinien wird zu einer Methode, die u. U. auch ohne dieses Werkzeug erfolgversprechend sein kann.
- Die Stabilität der Konstruktion im Zugmodus wird zu einer (ohne den Lehrer durchführbaren) Kontrolle der Korrektheit der gefundenen Lösung.
- Die Einzel-/Partnerarbeit am Rechner fördert die sprachliche Fähigkeiten (während der Arbeit am Rechner als auch im anschließenden Unterrichtsgespräch)

## Konstruieren/Konstruktionsbeschreibungen

- Mit DGS können Konstruktionsbausteine versch. Komplexität (Hierarchie) aufgebaut werden.
- Verschiedene Figuren einer Konfiguration können im Zugmodus auf gemeinsame Eigenschaften untersucht werden, d.h. eine einzige Konstruktion generiert verschiedene Figuren.
- Die Erstellung von Makros ist eine Kontrolle für korrekte Konstruktionen.
- Viele DGS erzeugen Konstruktionsbeschreibungen in einer genormten Sprache, auf die zurückgegriffen werden kann und das Erlernen von Konstruktionsbeschreibungen unterstützen kann.

Typische Applikationen aus diesem Bereich sind z.B. GeoNext und Cinderella.

GeoNext ist an der Universität Bayreuth beheimatet und besitzt wesentliche Vorteile, zum ersten ist das Programm frei verfügbar und zum zweiten durch den Einsatz von JAVA plattformunabhängig zu benutzen.

Das Programm wird direkt aus dem Netz auf den Rechner geladen, daher ist eine Installation nicht erforderlich, es kann immer und überall benutzt werden. Eine Festinstallation ist natürlich auch möglich.

Cinderella hingegen steht nicht so ohne weiteres zum freien Download bereit, es wird in verschiedenen Versionen zum Kauf angeboten. Der Leistungsumfang ist der gleiche wie bei GeoNext, die Grundlage ist wieder JAVA und ein Web Browser.

Allerdings bietet Cinderella eine eingebaute Beweisfunktion.

Wir wollen hier ein bisschen näher auf das Programm GeoNext eingehen, da es für die meisten Anwender durch seine freie Verfügbarkeit interessant sein dürfte...

Es bietet eine umfangreiche Palette von Möglichkeiten auf, neben den „normalen Möglichkeiten“ die jeder von uns aus dem Geometrieunterricht kennt, also Punkte, Gerade, Strecke, Kreise und allen Konstruktionen die aus diesen Elementen entstehen, ist in GeoNext auch ein Computeralgebrasystem integriert. Es gehört nicht direkt zum Programm sondern ist durch eine Schnittstelle eingebunden. Das ermöglicht auch komplexere Berechnungen an geometrischen Objekten.

Weiterhin können Ortskurven (Spurlinien genannt) angezeigt werden, dies ist zum Beispiel für die Ellipsenkonstruktion wichtig.

Es lassen sich folgende Anwendungen abzeichnen:

Anwendungsfall:	Erstellen geometrischer Konstruktionen
Akteur:	Schüler, Student
Beschreibung:	Erstellen von Konstruktionen mittels der Grundelemente
Ergebnis:	Schüler kann selbstständig Konstruktionen erstellen und sie auf Ihre Richtigkeit überprüfen

Anwendungsfall:	Kontrolle durch Lehrer
Akteur:	Lehrer
Beschreibung:	Kontrolle von Konstruktionen der Schüler
Ergebnis:	Der Lehrer kann die Richtigkeit von Konstruktionen überprüfen, sofort vor Ort oder später durch Kontrolle von gespeicherten Dateien. Das „Malen“ von Konstruktionen kann damit sofort erkannt werden

Anwendungsfall:	Berechnungen an geometrischen Objekten
Akteur:	Lehrer, Schüler, Student
Beschreibung:	Berechnen von geometrischen Objekten
Ergebnis:	Die Akteure können geometrische Objekte berechnen lassen, es können so Kurvenanstiege usw. berechnet werden. Daher entfällt umständliches Umschalten zwischen Geometriesoftware und Algebrasystem

### Zusammenfassung:

Unsere Software wird folgende Eckpunkte umreißen:

Aus der Recherche wurde ersichtlich, dass eine Geometriesoftware auf JAVA Basis beruhen sollte, da so sichergestellt ist, dass unter Linux, Windows und MAC keine Probleme auftreten.

Da es sich nur um eine kleine Applikation handelt würde ein Applet genügen. Da bereits ein Teil des Codes vorhanden ist müssen wir uns mit den speziellen Gegebenheiten dieses Programms auseinandersetzen, die CAS Schnittstelle muß geändert werden.

Des Weiteren muss der „Zugmodus“ um die Konstruktionen dynamisch zu verändern, aufbereitet werden.

Die Grundelemente der Geometrie werden enthalten sein, eventuell auch einige Grundkonstruktionen, wie z.B. die Mittelsenkrechte.

Alle anderen Elemente wie Integration eines eigenen CAS würden den Rahmen dieses Projektes sprengen und wären auch schon außerhalb der Rahmenbedingungen unserer Aufgabenstellung. Eine Schnittstelle muss aber natürlich vorhanden sein.