

EINSATZ DES DYNAMISCHEN GEOMETRIEPROGRAMMS *WinCAG* IN DEN VORLESUNGEN ZUR DG FÜR ARCHITEKTEN

Claus Pütz, Institut für Geometrie und Praktische Mathematik, RWTH Aachen

Die Aufgabe der Darstellenden Geometrie (DG) ist die Schulung des räumlichen Vorstellungsvermögens und die Ausprägung eines präzisen logischen Raumdenkens. Zu Studienbeginn lässt sich diese Kompetenz didaktisch optimal durch manuelles Zeichnen fördern; der parallele Einsatz des dynamischen Geometrieprogramms *WinCAG* in der Vorlesung unterstützt das visuelle Verständnis der wesentlichen Aspekte und Zusammenhänge verschiedener Phänomene: Durch die Veränderung von Parametern können Zeichnungen bewegt und Konstruktionen in verschiedenen Lagen gezeigt werden. Der abstrakten Zweitafelprojektion kann mit einem gesonderten Modul von *WinCAG* stets die anschaulichere orthogonale Axonometrie gegenübergestellt werden. Die Programmbedienung lässt sich so vorbereiten, dass der Dozent sich in der Veranstaltung auf inhaltliche Aspekte konzentrieren kann.

1 Die Aufgabe der Darstellenden Geometrie

Die Aufgabe der Darstellenden Geometrie (DG) ist die Schulung des räumlichen Vorstellungsvermögens und die Ausprägung eines präzisen logischen Raumdenkens. Vermittelt werden auf eine mentale Raumbeherrschung ausgerichtete Denkstrukturen und Vorgehensweisen. Da das deutsche Schulsystem räumliches Denken nur unzureichend fördert, sind große Anstrengungen nötig, eine Studierfähigkeit der Schulabgänger für ingenieurwissenschaftliche Fächer zu erreichen. Zu Studienbeginn lässt sich diese Kompetenz didaktisch optimal durch die Abstraktionen der DG und durch manuelles Zeichnen fördern. Die Darstellende Geometrie ist ein ideales Trainingsprogramm für räumliches Denken.

Der Erwerb des sicheren Umgangs mit den Grundtechniken des Zeichnens ist ein Nebeneffekt der DG. Der Verzicht auf den Einsatz digitaler Medien gerade im Geometrieunterricht wird allerdings von Studierenden leicht als mangelnde Kompetenz auf Seiten des Lehrenden missverstanden; der den geometrischen Unterricht unterstützende Einsatz von Powerpoint, *WinCAG* und anderen CAD-Programmen sowie der CAD-Vorkurs [6] wirken dem entgegen. Zentrales Ziel der DG bleibt das Erkennen des geometrischen Kerns räumlicher Aufgabenstellungen und das Entwickeln von effektiven Lösungsstrategien.

2 Die Rahmenbedingungen für die DG in Aachen

Mit der Betreuung der verbliebenen Veranstaltungen zur DG für angehende Architekten, Gewerbelehrer, Maschinentechniker und Markscheider hat die Mathematischen Fakultät einen Architekten beauftragt.

Zur Vermittlung der DG steht in Aachen mit jeweils zwei Wochenstunden (1 V + 1 Ü) in den ersten beiden Semestern ein extrem geringes Lehrdeputat zur Verfügung. Um trotz dieser vorgegebenen ungünstigen Rahmenbedingungen für den Studiengang Architektur einen qualifizierten Beitrag liefern zu können, den die Studierenden auch annehmen, wird ein ausdifferenziertes und vielseitiges Lehrkonzept angeboten [4].

3 Der Einsatz verschiedener Methoden in der Vorlesung

An der Vorlesung zur DG nehmen 250 Studierende teil. Vorlesungen sind leider diejenigen Veranstaltungen, die von Studierenden als erstes gemieden werden, wenn sie unter Zeitdruck geraten. Die Vorlesung muss also so gestaltet werden, dass den angehenden Architekten ihr Nutzen klar erkennbar bleibt.

In der DG-Vorlesung werden die geometrischen Grundlagen unter spezieller Berücksichtigung der Belange der Architekten [3] ausführlich gelegt und - wo sinnvoll - Herleitungen vorgeführt. Einzelne Aspekte werden dabei herausgegriffen und in Grundaufgaben aufgegliedert.

Es wurden Arbeitsblätter entwickelt, auf denen die Studierenden die Abbildungen durch Mitzeichnen farblich abgesetzt ergänzen. So können in der Vorlesung möglichst viele Inhalte vermittelt und trotz des straffen Vorlesungstempos hohe Lerneffekte erzielt werden. Die Arbeitsblätter beinhalten neben den zu ergänzenden Zeichnungen (Grundriss und Aufriss sowie veranschaulichende Axonometrie) einführende und erläuternde Texte, Konstruktionsbeschreibungen sowie gezeichnete und fotografierte Architekturbeispiele [5].

Durch das Konzept des Mitzeichnens auf den vorbereiteten Blättern sind die Studierenden "gezwungen", die Vorlesung zu besuchen, da das Unterrichtsmaterial ohne diese Ergänzungen unverständlich bleibt. Durch das Mitzeichnen während der Vorlesung wird ferner die Aufmerksamkeit der Studierenden gebunden.



Abbildung 1: Vorzeichnen und Mitzeichnen sowie *WinCAG* in der Vorlesung

Die Methode der farblichen Differenzierung wird wo immer möglich dazu eingesetzt, wiederkehrende Konstruktionselemente deutlich herauszuarbeiten. So können in komplexen Konstruktionszeichnungen die Konstruktionselemente leichter identifiziert und in den Arbeitsblättern entsprechende Erläuterungen des geometrischen Hintergrundes aufgefunden werden.

Eine noch gründlichere Darstellung der geometrischen Phänomene wird erreicht, wenn die

bearbeiteten Zeichnungen dynamisch verändert und diese Modifikationen mittels Beamer im Hörsaal projiziert werden. Hierzu wird das Programm *WinCAG* eingesetzt, das die Visualisierung komplexer Zusammenhänge erlaubt. Dieses leistungsfähige Werkzeug wurde von Karl-Heinz Brakhage entwickelt [1].

Um die Motivation der Studierenden aufrecht zu erhalten, werden mit Hilfe des Beamers stets Beispiele aus der praktischen Architektur präsentiert, die den Sinn der jeweiligen Fragestellung illustrieren.

4 Der Einsatz von *WinCAG*

Das eigenhändige Zeichnen wird in der Vorlesung durch den Einsatz des dynamischen Geometrieprogramms *WinCAG* [2] begleitet. Die Programmbedienung lässt sich so vorbereiten, dass der Dozent sich in der Veranstaltung auf inhaltliche Aspekte konzentrieren kann. Die geeigneten Modifikationen werden vorher ausgewählt und im Hörsaal durch Mausklicks hintereinander ausgeführt. *WinCAG* unterstützt das Verständnis der wesentlichen Aspekte und Zusammenhänge verschiedener Konstruktionen visuell. Durch die Veränderung von Parametern können Zeichnungen bewegt und Konstruktionen in verschiedenen Lagen gezeigt werden.

4.1 Schrittweise Entwicklung einer Zeichnung

Mit *WinCAG* ist es möglich, den zeitlichen Ablauf von Konstruktionen zu zeigen. Verschiedene Konstruktionen aus den Arbeitsblättern können so Schritt für Schritt nachvollzogen werden.

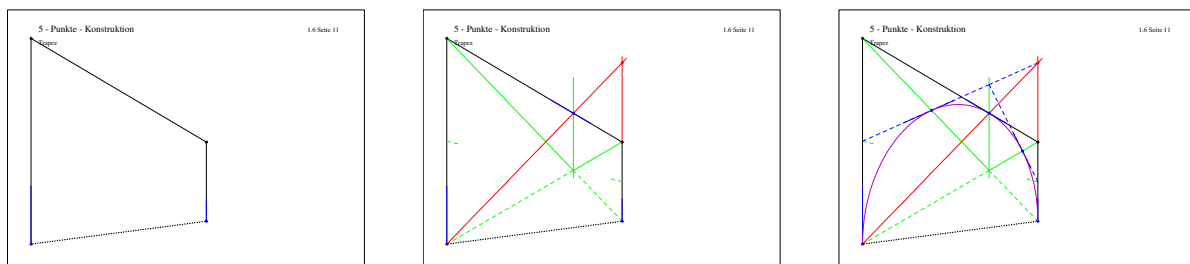


Abbildung 2: Konstruktion von 5 Punkten und Tangenten einer Ellipse

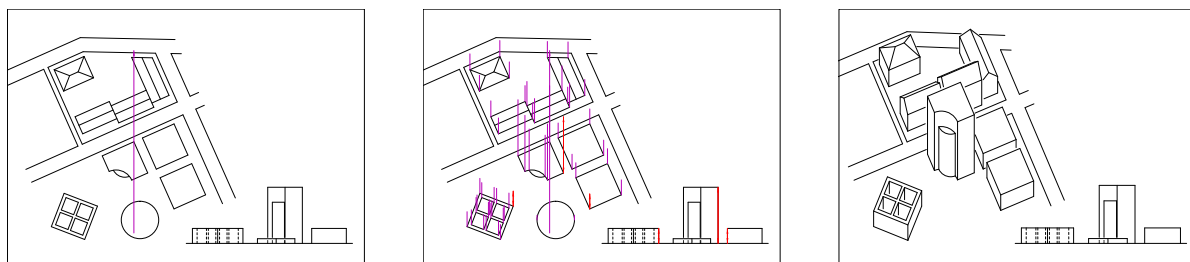


Abbildung 3: Konstruktion einer Grundrissaxonometrie

Gerade das Verständnis komplexer Zeichnungen wird erleichtert, wenn ihre zeitliche Entstehung wiederholt abgerufen werden kann. Das Beispiel zeigt die Entwicklung der ersten Hausübung vom Grundriss zur Grundrissaxonometrie (Thema: Museum Abteiberg in Mönchengladbach, Architekt Hans Hollein).

4.2 Gleichzeitige Visualisierung verschiedener Projektionen

Die Reduktion des Raumes auf die Zeichenebene stellt in ihrer Abstraktion hohe Anforderungen an das räumliche Vorstellungsvermögen gerade von Studienbeginnern. Das Begreifen dieser Abbildungsart wird erleichtert, wenn der Zweitafelprojektion stets die anschaulichere orthogonale Axonometrie gegenübergestellt wird. Mit *WinCAG* können Zeichnungen aller Abbildungsarten gleichzeitig präsentiert und modifiziert werden. In den Beispielen werden der Zweitafelprojektion eine orthogonale Axonometrie, eine Aufrissaxonometrie bzw. eine Frontperspektive und eine Axonometrie gegenübergestellt.

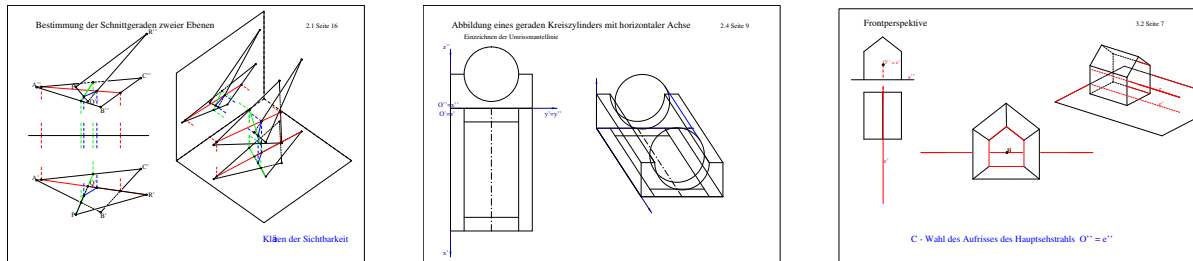


Abbildung 4: Gleichzeitige Visualisierung verschiedener Projektionen

4.3 Veränderung der Parameter der Objekte

Die geometrische Natur von Objekten wird verdeutlicht, wenn deren Parameter interaktiv verändert werden. Im Beispiel wird der Öffnungswinkel eines geraden Kreiskegels zeitgleich im Grundriss, im Aufriss und in einer Axonometrie verändert.

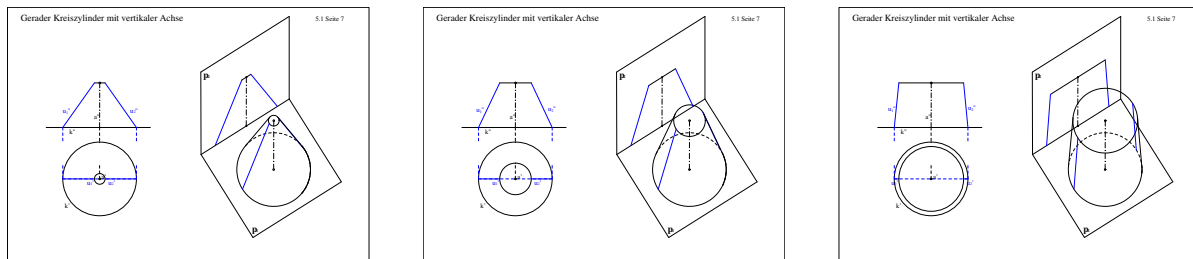


Abbildung 5: Öffnungswinkel eine geraden Kreiskegels

4.4 Veränderung der räumlichen Lage der Objekte

Das Erfassen einer räumlichen Situation aus der Zweitafelprojektion heraus kann ferner erleichtert werden, wenn die räumliche Lage der dargestellten Objekte verändert werden kann. Diese Veränderung kann im Grundriss, im Aufriss und in der Axonometrie gleichzeitig verfolgt werden. Im Beispiel wird eine Ebene um eine Höhenlinie gekippt.

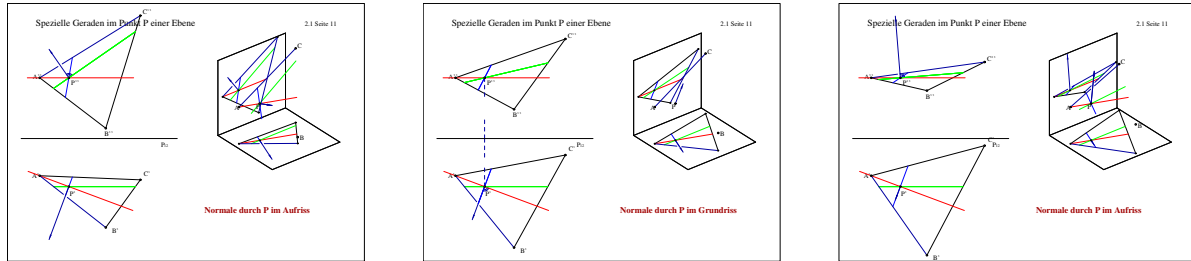


Abbildung 6: Spezielle Geraden einer Ebene in Zweitafelprojektion

4.5 Veränderung der Parameter der Abbildung

Für Architekten ist die Wahl der Blickrichtung bei der Abbildung ihrer Entwürfe von besonderer Bedeutung. Im Beispiel wird mit Hilfe von *WinCAG* die Blickrichtung einer Grundrissaxonometrie dynamisch verändert, wobei der Neigungswinkel von 45° gegen die Grundrissebene unverändert bleibt. Im Grundriss wird die Lage eines entsprechenden Projektionsstrahls angezeigt.

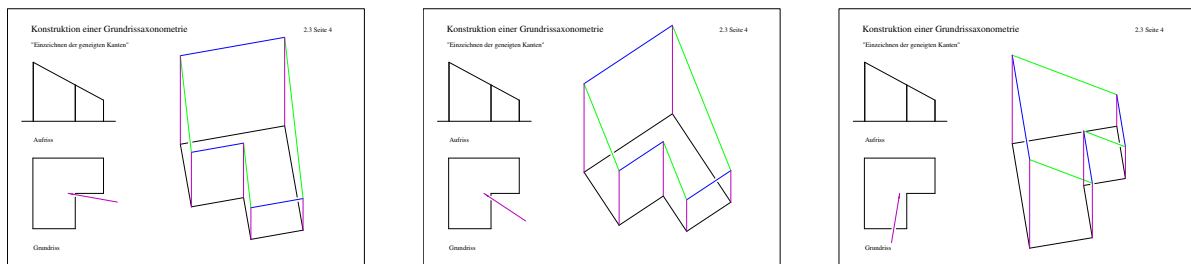


Abbildung 7: Verschiedene Blickrichtungen einer Grundrissaxonometrie

4.6 Visualisierung komplexer Zusammenhänge

Besonders für die Visualisierung komplexer Zusammenhänge ist *WinCAG* ein leistungsfähiges Werkzeug. Im Beispiel werden Schritt für Schritt die Wahlmöglichkeiten für die Bestimmungstücke einer Perspektive (Hauptsehstrahl und Augenpunkt) vorgestellt. Anschließend wird der Einfluss der Lage der Bildebene auf die Bildgröße und die Bedeutung des Öffnungswinkels der Sehpyramide für den Bildausschnitt gezeigt.

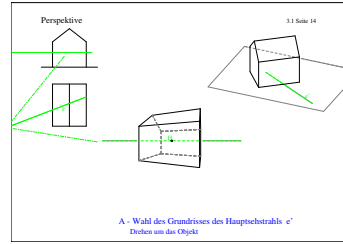
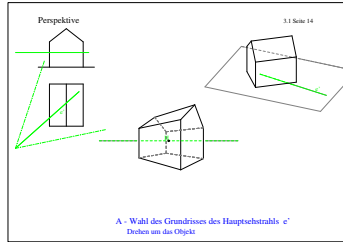
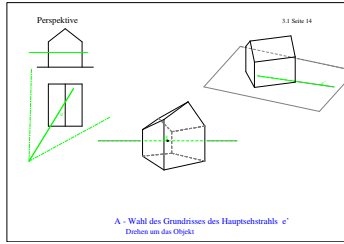


Abbildung 8: Wahl des Hauptsehstrahls im Grundriss

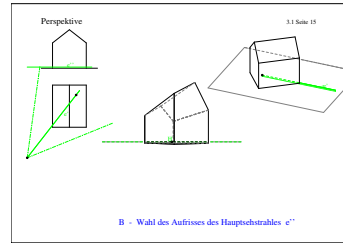
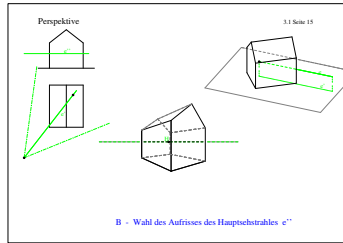
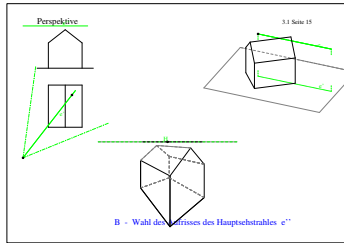


Abbildung 9: Wahl des Hauptsehstrahls im Aufriss

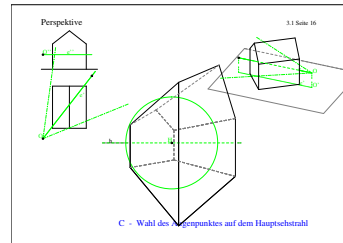
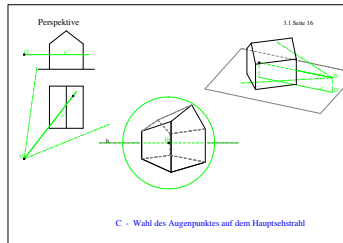
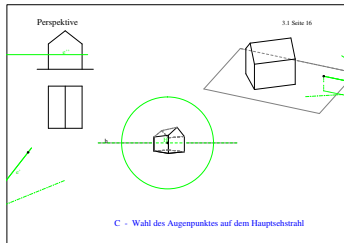


Abbildung 10: Wahl des Augenpunktes auf dem Hauptsehstrahl

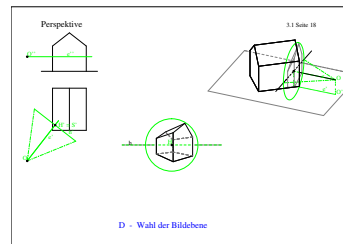
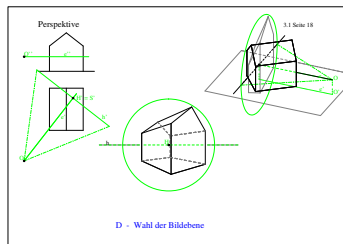
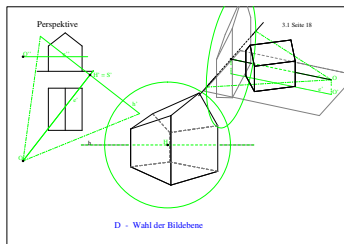


Abbildung 11: Wahl der Bildebene

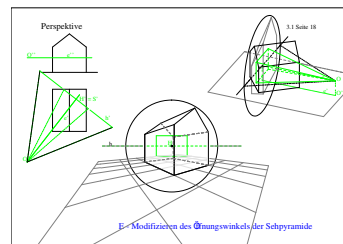
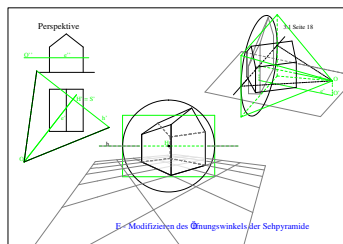
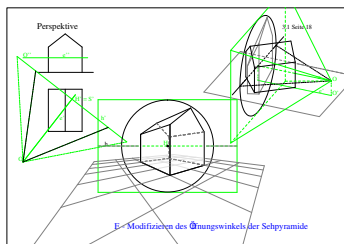


Abbildung 12: Wahl des Öffnungswinkels der Sehpyramide

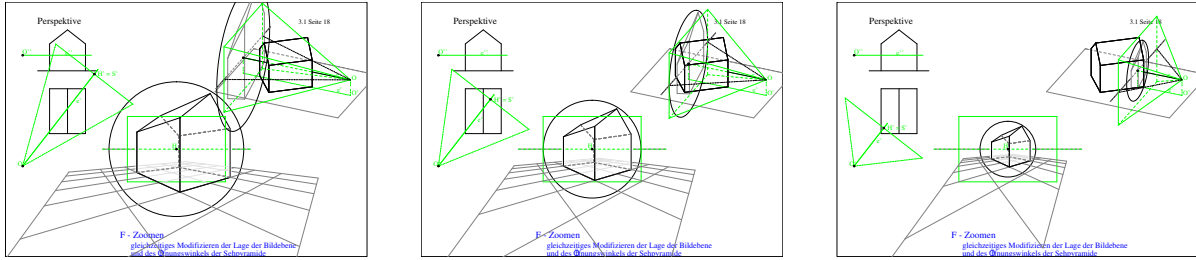


Abbildung 13: Zoomen (Veränderung der Lage der Bildebene und des Öffnungswinkels der Sehpypamide)

Die letzte Demonstration visualisiert eindrucksvoll, dass das umgangssprachliche "Heranzoomen" an ein Objekt der geometrischen Tatsache nicht gerecht wird, dass der Augenpunkt beim Zoomen eben nicht verändert wird.

5 Bedienungsanleitung

Das Programm *WinCAG* steht in der hier vorgestellten Version unter www.dg-ac.de/wincag als gepackte Datei *wincag-D.exe* für Lehrzwecke kostenlos zur Verfügung. Die gepackte Datei enthält das eigentliche Programm *wincag.exe*, die Dateien mit den Zeichnungen und weitere Hinweise. Beim Anklicken von *wincag.exe* öffnet sich das Programmfenster.

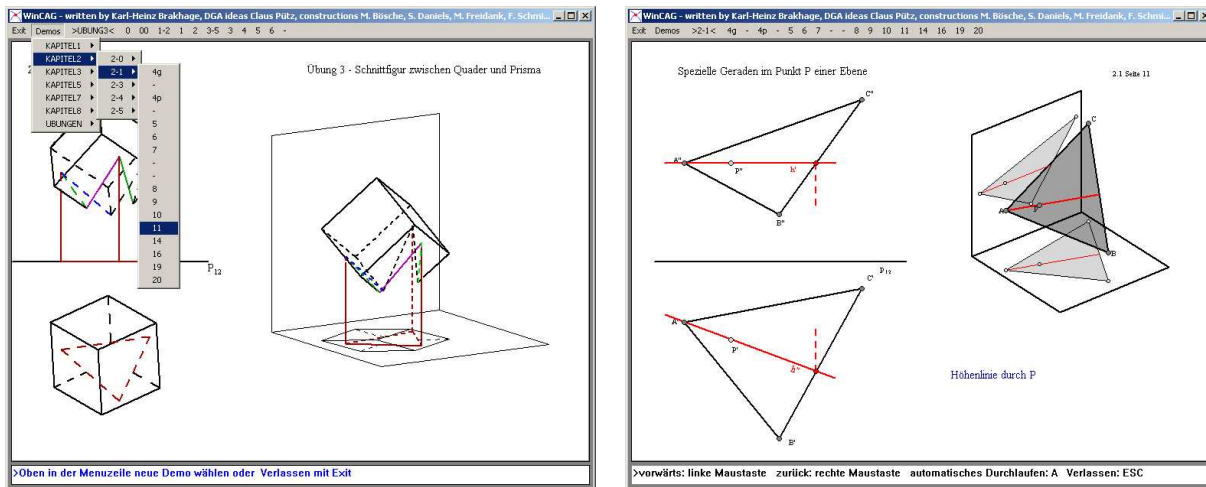


Abbildung 14: Das Programmfenster von *WinCAG*

Über die graue *Menuzeile* stehen Demonstrationen zur Verfügung, die aus verschiedenen Unterverzeichnissen (Kapitel, Unterkapitel) aufzurufen sind. Diese Demonstrationen sind dynamische Zeichnungen aus den Arbeitsblättern zur Darstellenden Geometrie [5]. Zur Übersicht wird eine Auflistung der Demonstrationen als PDF-Datei mitgeliefert. In der *Fußzeile* werden mögliche Aktionen angegeben. Demonstrationen können mit einer Folge von Mausklicks durchlaufen werden, aber auch automatisch ablaufen.

6 Zusammenfassung

Der Einsatz von *WinCAG* in der Vorlesung stellt eine ideale Ergänzung zum Zeichnen von Hand dar. Die in den Arbeitsblättern fertiggestellten Zeichnungen können mit *WinCAG* so verändert werden, dass ihnen innewohnende geometrische Gesetzmäßigkeiten visualisiert werden. Durch dynamische Veränderungen werden Studienanfängern Phänomene augenfällig, die Ihnen durch Texte oder Zeichnungsfolgen nur schwer zu vermitteln sind.

Literatur

- [1] K.H. BRAKHAGE: *Ein menugesteuertes, intelligentes System zur zwei- und dreidimensionalen Computergeometrie*. Dissertation. Fortschrittsberichte. VDI Reihe 20. Nr. 26. 1990. RWTH Aachen. Germany.
- [2] K.H. BRAKHAGE: *WinCAG: Lehr- und Lernsoftware zur(Computer-)Geometrie*. In diesem Tagungsband.
- [3] C. PÜTZ: *Untersuchungen zur Auswahl der Lehrinhalte des Faches Darstellende Geometrie für die Hochschulausbildung zum Architekten*. Dissertation. 1990. RWTH Aachen.
- [4] C. PÜTZ: *Integration der Darstellenden Geometrie in den Studiengang Architektur*. Proceedings zum Symposium Darstellende Geometrie. 111-119. 2000. TU Dresden.
- [5] C. PÜTZ: *Arbeitsblätter zur Darstellenden Geometrie für Architekten*. ISBN 3-8265-6292-5. 2002. Shaker Verlag. Aachen.
- [6] C. PÜTZ, F. SCHMITT: *Einstieg in CAD (3D) als Vorkurs zum ingenieurwissenschaftlichen Studium - Konzept eines didaktisch begründeten Hochschulkurses*. In diesem Tagungsband.

Claus Pütz
Institut für Geometrie und Praktische Mathematik
RWTH Aachen
Templergraben 55
D-52056 Aachen