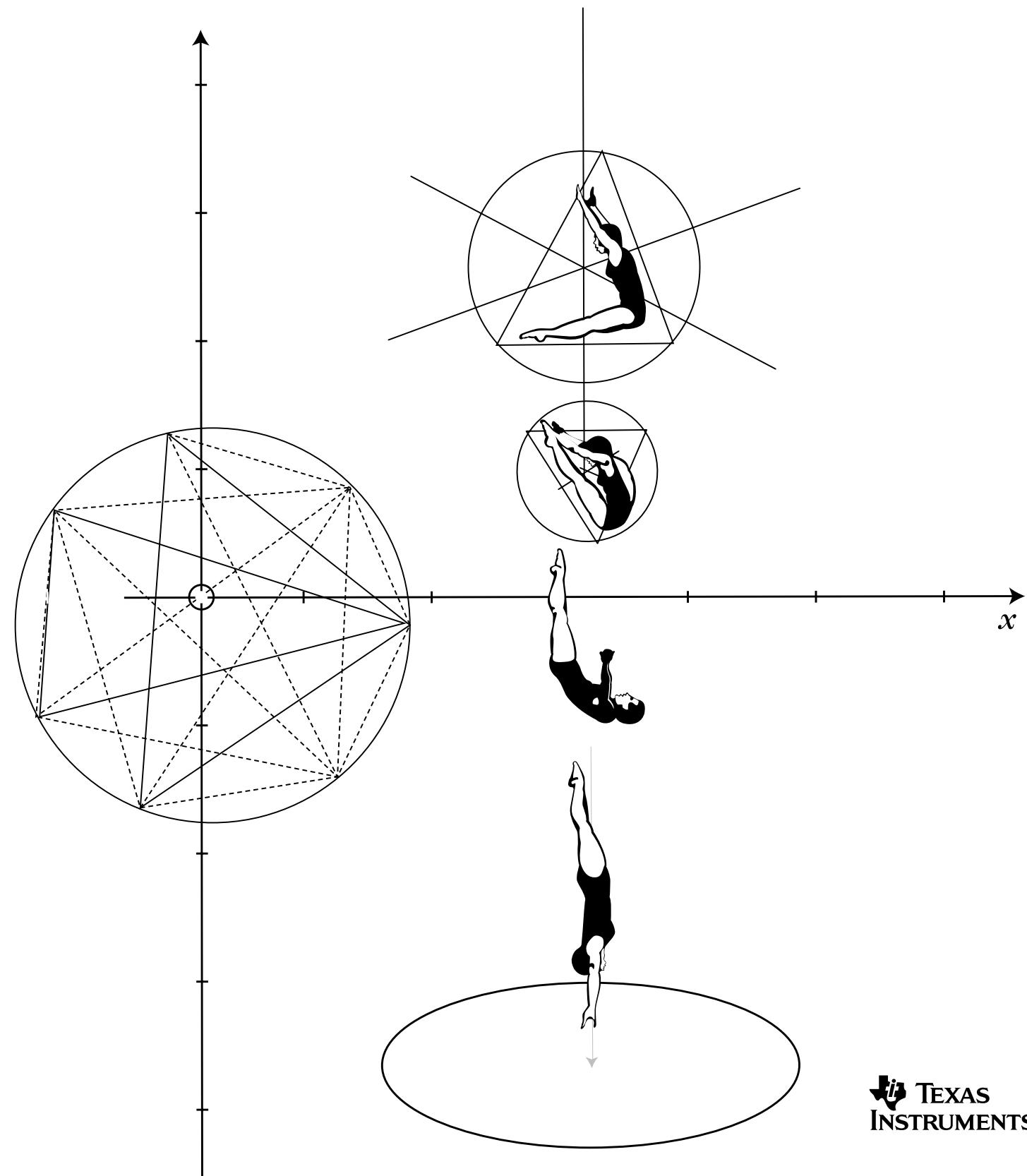


C A B R I

GEOMETRY II



**TEXAS
INSTRUMENTS**

CABRI

GEOMETRY® II

**Einführung in
Cabri-Geometry II
für Macintosh®,
Windows® und MS-DOS®**



Dive into Geometry

 TEXAS
INSTRUMENTS

Wichtig

Texas Instruments übernimmt keine Gewährleistung, weder ausdrücklich noch stillschweigend, einschließlich, aber nicht beschränkt auf implizierte Gewährleistungen bezüglich der handelüblichen Brauchbarkeit und Geeignetheit für einen speziellen Zweck, was sich auch auf die Programme und Handbücher bezieht, die ohne eine weitere Form der Gewährleistung zur Verfügung gestellt werden.

In keinem Fall haftet Texas Instruments für spezielle begleitende oder zufällige Beschädigungen in Verbindung mit dem Kauf oder der Verwendung dieser Materialien. Die einzige und exklusive Haftung von Texas Instruments übersteigt unabhängig von deren Art nicht den Kaufpreis des Geräts. Darüber hinaus übernimmt Texas Instruments keine Haftung gegenüber Ansprüchen Dritter.

Erlaubnis zu kopieren

Texas Instruments gestattet Lehrern hiermit, die in diesem Werk enthaltenen Seiten mit einem Copyright-Vermerk von Texas Instruments in für den Unterricht benötigten Mengen zu kopieren oder zu reproduzieren. Diese Seiten sind für die Reproduktion und Verwendung im Unterricht gedacht, solange jede Kopie den Copyright-Vermerk trägt. Diese Kopien dürfen nicht verkauft werden, und jede Weiterverbreitung ist ausdrücklich untersagt. Sofern nicht wie oben oder gesetzlich ausdrücklich erlaubt bedarf die Reproduktion dieses Werks oder Teilen dieses Werks oder die Überführung in eine andere Form, sei es auf elektronischem oder mechanischem Weg, einschließlich der Einspeisung in Informationssysteme, der vorherigen schriftlichen Genehmigung von Texas Instruments. Richten Sie diesbezügliche Anfragen an Texas Instruments Incorporated, 7800 Banner Drive, Dallas, TX, 75251, M/S 3918, z.H. Manager, Business Services.

Informationen über Produkte und Dienstleistungen von TI

Wenn Sie mehr über das Produkt- und Serviceangebot von TI wissen möchten, senden Sie uns eine E-Mail oder besuchen Sie uns im World Wide Web.

E-Mail-Adresse: ti-cares@ti.com
Internet-Adresse: <http://www.ti.com/calc>

Cabri Geometry II ist ein Warenzeichen der Universität Joseph Fourier.
MS-DOS ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation.
Windows ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation.
Postscript ist ein eingetragenes Warenzeichen der Adobe Systems Corporation.

© 1997, 1999 by Texas Instruments Incorporated. Alle Rechte vorbehalten.

Über Cabri II

Mit Cabri Geometry II können Sie geometrische Objekte interaktiv konstruieren und untersuchen. Es wurde ursprünglich als Cabri Geometry II von Jean-Marie Laborde und Franck Bellemain am Institut d'Informatique et Mathématiques Appliquées de Grenoble (IMAG) entwickelt, einem Forschungslaboratorium der Université Joseph Fourier im französischen Grenoble, in Zusammenarbeit mit dem Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) und Texas.

Texas Instruments, der Herausgeber von Cabri Geometry II in den USA und Kanada, freut sich, computergestützte Geometrie auch für den Unterricht verfügbar zu machen. Die geometrische Grundlage dieser einfach zu bedienenden Software fördert das Experimentieren und die Hypothesenbildung—angefangen von einfachen Grundformen bis hin zu fortgeschrittener projektiver und hyperbolischer Geometrie.

Die Entwickler

Jean-Marie Laborde ist der Gründer und Forschungsdirektor des Laboratoire de Structures Discrètes et de Didactique (LSD2), einem Forschungslabor innerhalb des IMAG. Er absolvierte 1969 das Mathematikstudium an der Pariser École Normale Supérieure. Im Jahr 1977 erwarb er an der Universität von Grenoble den Ph.D. (Thèse d'État) in Informatik. Jean-Marie begann seine Arbeit am Cabri II Projekt im Jahre 1981 als eine Umgebung für Graphentheorie. Seitdem liegen seine Forschungsschwerpunkte in der Untersuchung der verschiedenen Klassen von Graphen, speziell der Hyperwürfel.

Franck Bellemain erwarb den Ph.D. in Mathematik an der Université Joseph Fourier im Jahr 1992. Seit 1996 arbeitet er am Cabri II Projekt mit und ist verantwortlich für die Erstellung mehrerer Versionen der Software für Macintosh, PC-kompatible und japanische Computer. In seinem Forschungsschwerpunkt und seiner Dissertation befaßt er sich mit dem Einsatz technischer Hilfsmittel im Unterricht.

Cabri II Funktionen

- Umfassen analytische, Abbildungs- und Euklidische Geometrie.
- Ermöglichen das intuitive Konstruieren von Punkten, Geraden, Dreiecken, Polygonen, Kreisen und anderen grundlegenden Objekten.
- Ermöglichen das Verschieben, Strecken und Drehen geometrischer Objekte um geometrische Mittelpunkte oder frei definierte Punkte sowie Geradenspiegelung, Punktspiegelung und Kreisspiegelung.
- Einfache Konstruktion von Ellipsen, Hyperbeln und anderen Kegelschnitten.
- Umfassen fortgeschrittene Konzepte der projektiven und hyperbolischen Geometrie.
- Ermöglichen das Einfügen von Anmerkungen und Bemaßungen für Figuren (mit automatischer Aktualisierung)
- Verwenden sowohl Kartesische als auch Polarkoordinaten.
- Erlauben die Anzeige der Gleichungen von geometrischen Objekten, einschließlich Geraden, Kreisen, Ellipsen und Koordinaten von Punkten.
- Ermöglichen die Aufzeichnung häufig wiederkehrender Konstruktionen als Makros.
- Bieten Lehrern die Möglichkeit, die Werkzeug-Menüs auf die Aktivitäten und Kenntnisse der Schüler abzustimmen.
- Enthalten eine Prüfung der geometrischen Eigenschaften zum Testen von Hypothesen auf der Basis der fünf Postulate des Euklid.
- Sorgen durch die Möglichkeit des "Versteckens" von Objekten für einen übersichtlichen Bildschirm.
- Erleichtern die Unterscheidung von Objekten durch Farb- und Linienpaletten, die den üblichen Malprogrammen nachempfunden sind.
- Ermöglichen die kontinuierliche Berechnung von Ortskurven.
- Verdeutlichen die dynamischen Eigenschaften von Figuren durch Animation.
- Ermöglichen das Speichern von Zeichnungen und Makros auf Diskette.
- Öffnet die mit TI-92 erstellten geometrischen Konstruktionen.
- Bieten einen Arbeitsbereich von rund einem Quadratmeter ermöglichen das Drucken der Zeichenfläche im Format A4 (21.59 x 27.94 cm).

Optimale Nutzung der Startanleitung

Info über die Startanleitung

Die Startanleitung ist eine mit praktischen Übungen versehene Einführung in Cabri Geometry II. Allerdings umfaßt sie weder alle Eigenschaften von Cabri II, noch zeigt sie alle Wege der Konstruktion spezieller Objekte auf. Die Startanleitung enthält die folgenden Abschnitte:

Erste Schritte

Dieser Abschnitt beinhaltet die Systemanforderungen und Installationsanleitungen für Cabri Geometry II und kurze Beschreibungen der Tools von Cabri Geometry II.

Überprüfen der Systemanforderungen: Beschreibt die Anforderungen an Windows-, DOS- und Macintoshsysteme 6

Installieren von Cabri Geometry II: Erklärt die Installationsart von Cabri Geometry II 6

Starten von Cabri Geometry II: Erklärt das Starten von Cabri Geometry II 7

Desktop von Cabri Geometry II: Beschreibt kurz den Bildschirm und die Toolleiste von Cabri Geometry II 8

Übersichtsblatt. Zeigt die Liste der Tools jeder Toolleiste von Cabri Geometry II an. 9

Grundfunktionen

Dieser Abschnitt enthält schrittweise Übungen zum Aneignen praktischer Erfahrung in bezug auf einige grundlegende Konstruktionseigenschaften geometrischer Objekte bei Cabri Geometry II. Um Cabri Geometry II schnell zu begreifen, sind die folgenden vier Übungen durchzuführen.

Modellieren: Handshakes. Mit Hilfe von Kreis-, Punkt- und Liniensegmenten ist ein reales Problem für die Mustererkennung zu modellieren 11

Untersuchen: Transformationen in der Koordinatenebene. Ein Dreieck wird konstruiert, und Reflexion, Rotation und Dilatation um X- und Y-Achse werden untersucht 18

Untersuchen: Einflußvermögen eines Punktes (Steiner). Ein euklidischer Punkt wird konstruiert und dann bewegt, um die verschiedenen Einflüsse zu berechnen; die Werte werden in einer Tabelle zusammengestellt 25

Konstruieren eines Makros: Pentagramm. Um einige wichtige Eigenschaften von Makros darzustellen, wird ein Pentagramm durch Zeichnen von Fünfecken erstellt. 32

Menüoptionen und Toolleistenbefehle

Menüoptionen. Enthält eine Übersicht und kurze Beschreibung der Menüoptionen 38

Toolleistenbefehle: Enthält eine Übersicht der Tools auf jeder Toolleiste und eine kurze Beschreibung der Funktionsweise aller Tools 40

Hinweis: Die meisten Darstellungen in diesem Handbuch sind der Macintoshversion von Cabri Geometry II entnommen, einige sind jedoch auch aus den Windows- und DOS-Versionen. Wegen des begrenzten Raumes konnten nicht alle Darstellungen jeder Version übernommen werden. Aus diesem Grund können einige Darstellungen in diesem Handbuch geringfügig vom Computerbild abweichen.

Erste Schritte

Überprüfen der Systemanforderungen

Macintosh	DOS
<ul style="list-style-type: none">• Macintosh Classic oder höhere Version.• System 6.0 oder höhere Version.• 1 MB verfügbarer RAM-Speicher beim Macintosh Classic (entsprechend mehr bei Farb- bzw. größeren Monitoren.)• 1,2 MB freier Festplattenspeicher für Programm- und Demonstrationsdateien.	<ul style="list-style-type: none">• DOS-kompatible Computer (PCs), 386 oder höher und mit MS-DOS 3.3 oder höher.• EGA-, VGA-, SVGA-Farbgrafikkarte und Farbmonitor.• 3 MB (mindestens) freier Arbeitsspeicher (RAM).• 2,5 MB freier Festplattenspeicher für Programm- und Demonstrationsdateien.• Maus oder ein äquivalentes Steuergerät.
Windows 3.1	Windows 95
<ul style="list-style-type: none">• 386 PC oder höher ist erforderlich; 486DX ist empfehlenswert.• PC muß im 386-Enhanced-Modus arbeiten und ein virtueller Speicher eingerichtet sein.• VGA-, SVGA-Grafikkarte und Farbmonitor.• 6 MB (mindestens) Arbeitsspeicher (RAM).• 7 MB freier Festplattenspeicher für Programm-, Demonstrationsdateien und Systemerweiterung.• Maus oder ein äquivalentes Steuergerät.	<ul style="list-style-type: none">• 386 PC oder höher; 486DX wird empfohlen.• VGA-, SVGA-Grafikkarte und Farbmonitor.• 6 MB (mindestens) Arbeitsspeicher (RAM).• 2 MB freier Festplattenspeicher für Programm- und Demonstrationsdateien.• Maus oder ein äquivalentes Steuergerät.

Installieren von Cabri Geometry II

Macintosh	DOS
<ol style="list-style-type: none">1. Erstellen Sie einen mit Cabri II bezeichneten Ordner auf der Festplatte.2. Legen Sie die Diskette mit Cabri Geometry II-Macintosh in das Diskettenlaufwerk ein.3. Doppelklicken Sie auf Installieren auf der Diskette, und folgen Sie dann den Bildschirmanweisungen.	<ol style="list-style-type: none">1. Legen Sie die Diskette mit Cabri Geometry II-DOS in das Diskettenlaufwerk ein.2. Geben Sie an der DOS-Eingabeaufforderung A:\INSTALL oder B:\INSTALL ein, und folgen Sie dann den Bildschirmanweisungen.
Windows 3.1	Windows 95
<ol style="list-style-type: none">1. Legen Sie die Cabri Geometry II-Windows-Diskette Nr.1 in das Diskettenlaufwerk ein.2. Klicken Sie im Programmanager auf RUN, geben Sie A:\SETUP ein, und folgen Sie dann den Bildschirmanweisungen.	<ol style="list-style-type: none">1. Legen Sie die Cabri Geometry II-Windows-Diskette Nr.1 in das Diskettenlaufwerk ein.2. Klicken Sie auf START/RUN, und geben Sie A:\SETUP ein, und folgen Sie dann den Bildschirmanweisungen.

Installierung von Cabri Géomètre II in einem Netzwerk

Wenn Sie die Netzwerk Lizenz für Cabri Géomètre II erworben haben, sind Sie dazu berechtigt, die Software in Ihrem Netzwerk anzuwenden. Wählen Sie zur Installierung von Cabri Géomètre II ein für Ihr Netzwerk geeignetes Verfahren. Schlagen Sie nötigenfalls in Ihrer Bedienungsanleitung für Macintosh, Windows oder DOS bzw. in der Dokumentation zu Ihrem Netzwerk nach.

Macintosh und DOS

1. Installieren Sie Cabri Géomètre II gemäß den Anweisungen auf voriger Seite auf dem Netzwerkserver.
2. Führen Sie das Programm für die erste Verwendung auf dem Server aus, und geben Sie die erforderlichen Daten ein.

Installierung von Cabri Géomètre II in einem Netzwerk (Fortsetzung)

Macintosh und DOS

3. Um Cabri Géomètre II auf den einzelnen Netzwerk-Clients auszuführen, wechseln Sie zu dem Verzeichnis auf dem Netzwerkserver, in welchem die Anwendung Cabri Géomètre II installiert wurde. Macintosh-Anwender müssen lediglich auf das Symbol Cabri II doppelklicken, DOS-Anwender können zum Starten des Programms Cabri2.exe ausführen.
-

Durch die weiter unten beschriebene Vorgehensweise für Windows-Anwender kann Cabri Géomètre II unter Verwendung der auf dem Netzwerkserver installierten Anwendungssoftware auf mehreren Client-Rechnern ausgeführt werden. Jeder Client-Rechner ist mit den für die Ausführung von Cabri Géomètre II erforderlichen Systemdateien und einem Programmsymbol ausgestattet, das mit der Anwendungsdatei auf dem Netzwerkserver verknüpft ist.

Windows 3.1 und Windows 95

1. Installieren Sie Cabri Géomètre II gemäß den Anweisungen auf der vorigen Seite auf dem Netzwerkserver. Im Dialogfeld **Zielverzeichnis wählen** müssen Sie ein Verzeichnis wählen, auf welches von jedem Client-Rechner des Netzwerks zugegriffen werden kann.
 2. Kopieren Sie die Dateien **setup.exe** und **setup.w02** kurzzeitig von den Installationsdisketten in das Verzeichnis, in welchem Sie in Schritt 1 Cabri Géomètre II installiert haben.
 3. Greifen Sie von jedem Netzwerk-Client auf das Verzeichnis des Netzwerkservers zu, das die Datei **setup.exe** enthält, und doppelklicken Sie auf diese Datei, um das Setup-Programm zu starten.
 4. Klicken Sie im Dialogfeld **Zielverzeichnis wählen** auf die Schaltfläche **Durchsuchen**, und wählen Sie das in Schritt 1 verwendete Verzeichnis. Kontrollieren Sie, ob das gewünschte Verzeichnis am oberen Fensterrand angezeigt wird. Falls erforderlich, können Sie den Pfad bearbeiten. Klicken Sie dann auf **OK**. Ignorieren Sie die Meldung, die besagt, daß das Verzeichnis bereits vorhanden ist.
 5. Deaktivieren Sie im Dialogfeld **Komponenten wählen** die ersten drei Komponenten. Bei Windows 3.1x entscheidet das Installationsprogramm, ob die vierte Komponente erforderlich ist.
 6. Nachdem Cabri Géomètre II auf allen Client-Rechnern installiert wurde, sollten die beiden Dateien, die Sie in Schritt 2 kurzzeitig auf den Netzwerkserver kopiert hatten, wieder gelöscht werden.
-

Starten von Cabri Geometry II

Macintosh

Auf einem Macintosh kann man das Programm auf vier verschiedene Arten starten:

- Verwenden Sie **Öffnen in Finder**.
 - Doppelklicken Sie auf das **Cabri II**-Symbol.
 - Doppelklicken Sie auf eine Konstruktions-, Toolkonfigurations- oder Makrodatei in Cabri Geometry II.
 - Klicken Sie eine Konstruktionsdatei an, und ziehen Sie diese auf das **Cabri II**-Symbol (nur Benutzer des Systems 7).
-

DOS

Geben Sie **CABRI** ein, und betätigen Sie die Eingabetaste vom DOS-Ordner aus, in dem sich die Cabri Geometry II-Dateien befinden.

(*Wahlweise*) Fügen Sie den Cabri-Ordner zum DOS-Pfad hinzu, um Cabri Geometry II von jedem Ordner aus öffnen zu können.

Windows

Doppelklicken Sie auf das **Cabri II**-Symbol.

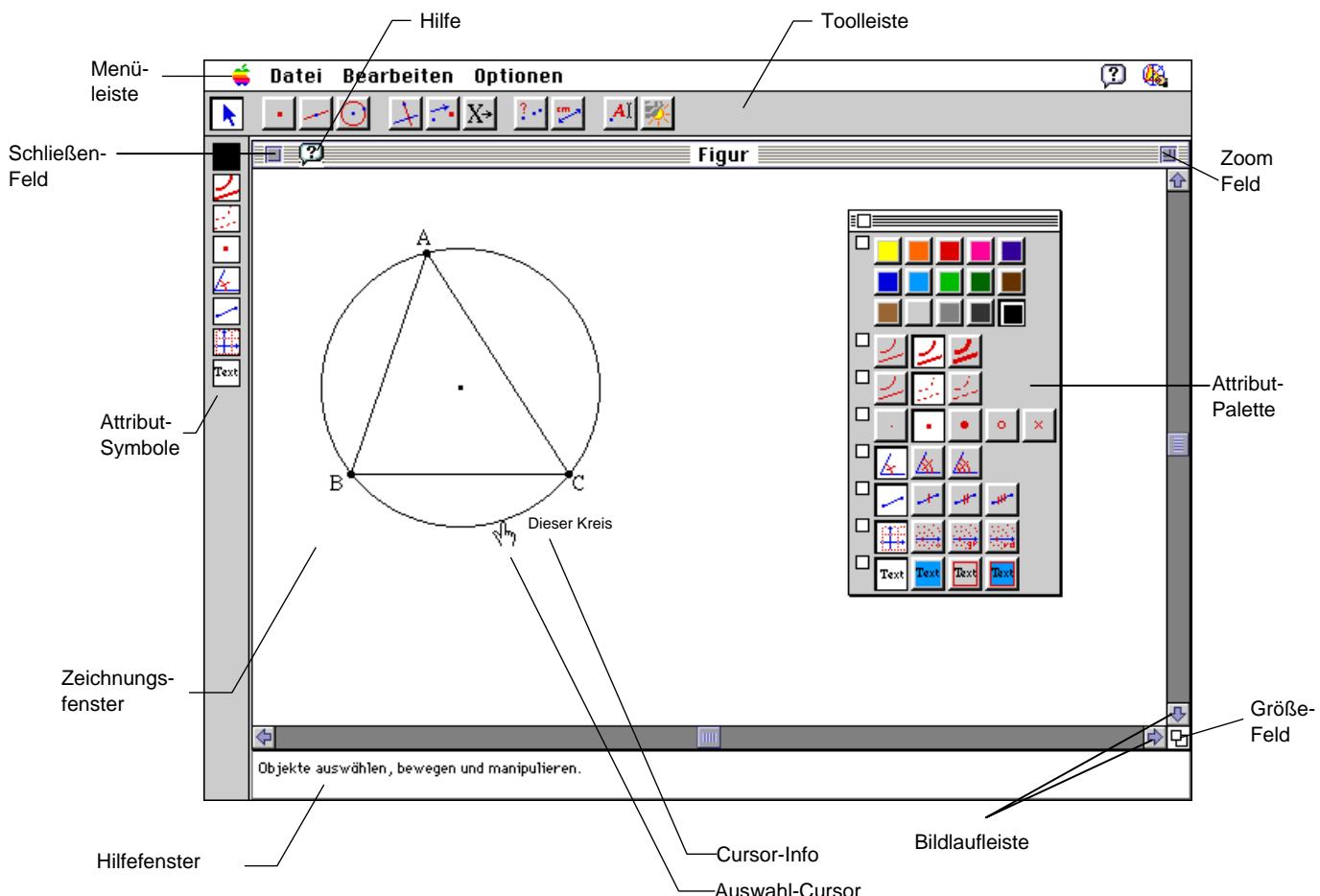


Info über die Cabri Geometry II Tools

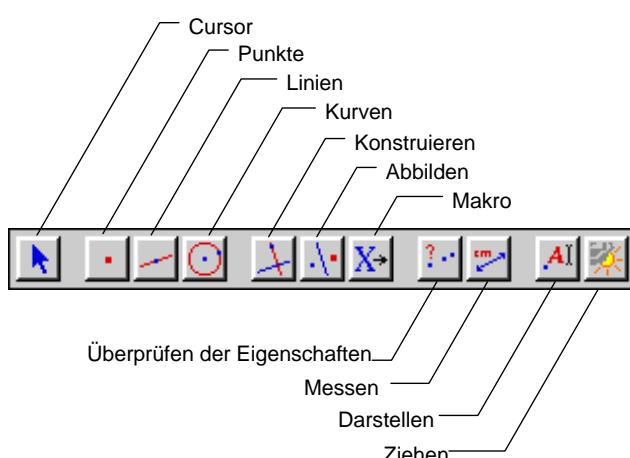
In Cabri Geometry II wird jeweils nur ein Konstruktionstool verwendet. Die Tools werden als Schaltflächengruppen auf der Toolleiste über dem Bildschirm angezeigt. Die Schaltflächen, oft auch als "Toolboxen" bezeichnet, werden im Text von links nach rechts aufgeführt.

Cabri Geometry II-Bildschirm

Die nachstehende Abbildung zeigt die Macintosh-Version. Die Windows- und DOS Systeme sind bis auf geringfügige Änderungen identisch.



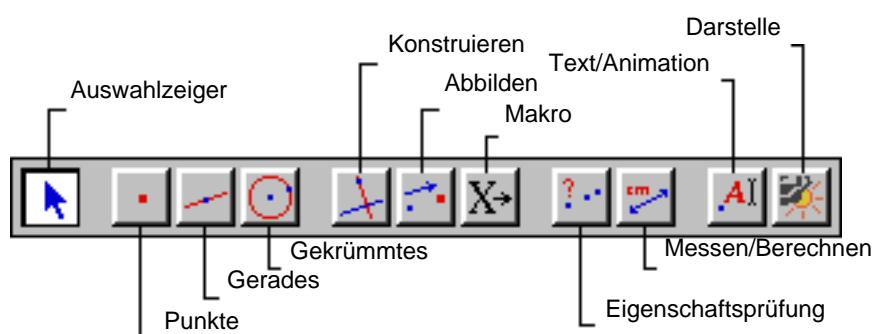
Cabri Geometry II-Toolleiste



Kurzübersicht, Werkzeugleisten-Symbole

KURZREFERENZ: CABRI GEOMETRY II

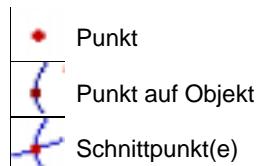
WERKZEUGLEISTE VON CABRI II



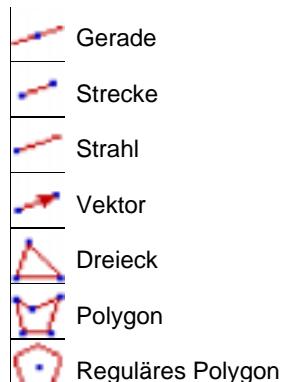
AUSWAHLZEIGER



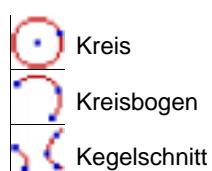
PUNKTE



GERADES



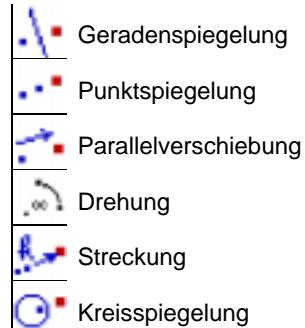
GEKRÜMMTES



KONSTRUIEREN



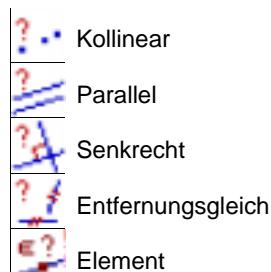
ABBILDEN



MAKRO



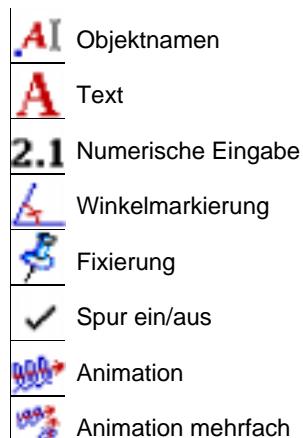
EIGENSCHAFTSPRÜFUNG



MESSEN/BERECHNEN



TEXT/ANIMATION



DARSTELLEN

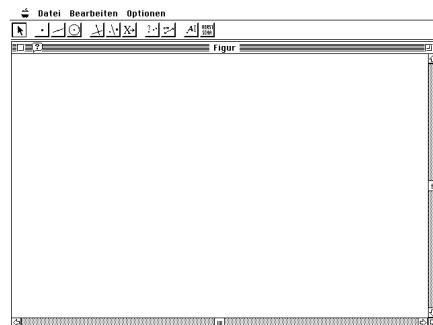


Ein erstes Beispiel: Das Varignon-Viereck

Problem: Dieses erstes Beispiel zeigt, wie man ein Viereck konstruiert und wie diesem Viereck das Viereck der Seitenmittelpunkte zugeordnet wird. Einem Satz von Varignon zufolge ist das neue Viereck ein Parallelogramm.

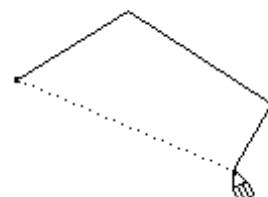
Vorbereitung.

1. Starten Sie Cabri Geometry II. Blenden Sie den Startbildschirm aus, indem Sie auf eine beliebige Stelle des Fensters klicken. Das Zeichenfenster wird eingeblendet.

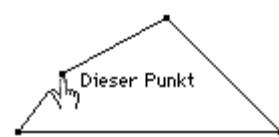


Konstruktion eines “beliebigen” Vierecks.

2. Im Werkzeugsbalken wählen Sie die dritte Box links (Box **Gerades**) und aktivieren Sie das Werkzeug **Polygon**. Die Ikone dieses Werkzeugs erscheint dann im Menübalken; sie wird invertiert, um zu zeigen, daß das Werkzeug aktiv ist (der Mausknopf ist “gedrückt”).
 3. Der Zeiger verändert sich zum Konstruktionsstift. Verwenden Sie ihn, um die vier Ecken des Vierecks zu erzeugen, indem Sie der Reihe nach auf irgendwelche vier Stellen klicken.



4. Bringen Sie den Stift in die Nähe des ersten Punkts. Eine Meldung erscheint und schlägt vor, diesen ersten Punkt zum nächsten Eckpunkt des Polygons zu machen. Klicken Sie dann auf den Punkt, was die Konstruktion des Polygons beendet.



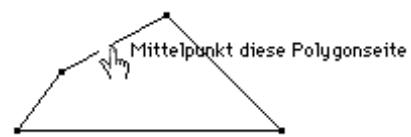
Konstruktion der Seitenmitten.

5. Im Werkzeugsbalken wählen Sie die fünfte Box von links (Box **Konstruktionen**) und aktivieren Sie das Werkzeug **Mittelpunkt**.

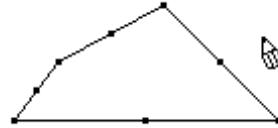


Ein erstes Beispiel: Das Varignon-Viereck (Fortsetzung)

6. Neben dem Zeiger erscheint eine Meldung, wenn sich dieser einer der Polygonseiten nähert. Klicken Sie dann auf diese Seite, um sie auszuwählen und konstruieren Sie den Mittelpunkt dieser Seite.

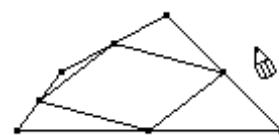


7. Konstruieren Sie auf die gleiche Weise die Mittelpunkte der drei anderen Seiten.



Konstruktion des Varignon-Vierecks.

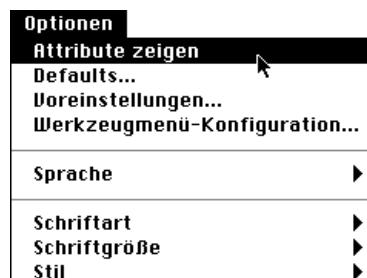
8. Im Werkzeugbalken wählen Sie wiederum die dritte Box links (Box **Gerades**) und aktivieren Sie das Werkzeug **Polygon**. Sie bemerken, daß die Ikone dieses zuletzt benutzten Werkzeugs an erster Stelle in der Werkzeugbox verfügbar geblieben ist.



9. Mittels dieses Werkzeugs klicken Sie reihum auf die vier eben konstruierten Mittelpunkte. Ein neues Viereck ist auf diese Art konstruiert worden.



10. Klicken Sie auf die erste Werkzeugbox des Werkzeugsbalkens. Mit diesem Auswahlzeiger klicken Sie auf das eben konstruierte Polygon. Es wird ausgewählt, erscheint gestrichelt und blinkt.



11. Im Menü **Optionen** der Menüleiste wählen Sie die Option **Attribute zeigen**.

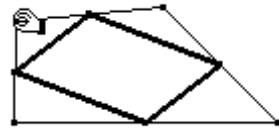
12. Indem Sie auf den zweiten Knopf des Attributbalkens (links) drücken, ohne ihn loszulassen (oder auf den ersten, wenn man in Schwarz-Weiß ohne Graustufen arbeitet), wählen Sie die mittlere Liniendicke. Das Polygon wird fett gezeichnet.



13. Verlassen Sie die Option **Polygon**, indem Sie auf irgendeine Stelle innerhalb des Zeichenfensters klicken, an der sich keine Objekte befinden.

Variationen der Figur.

14. Verschieben Sie eine Ecke des ursprünglichen Polygons, indem Sie auf diese klicken und die Maustaste gedrückt halten. Der Zeiger hat sich in die ziehende Hand verändert. Das Varignon-Viereck scheint ein Parallelogramm zu bleiben, wie sich auch die Lage des gewählten Punktes verändern mag.
- 15 Wiederholen Sie das mit einer anderen Ecke, um diese angestellte Vermutung zu verstärken.



Bestätigung der Vermutung durch Cabri Geometry II.

16. Im Werkzeugsbalken wählen Sie die achte Werkzeugbox links (Box **Eigenschaftsprüfung**) und aktivieren Sie das Werkzeug **Parallel**.

17. Bringen Sie den Zeiger in die Nähe eines der Seiten des Varignon-Vierecks. Wenn eine Meldung erscheint, klicken Sie auf diese erste Seite, um sie auszuwählen.



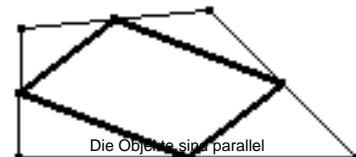
18. Bringen Sie den Zeiger in die Nähe der gegenüberliegenden Seite. Die Meldung erscheint wieder. Klicken Sie auf diese zweite Seite, um sie auszuwählen.



19. Ein gestricheltes Rechteck erscheint neben dem Zeiger. Ohne auf die Maustaste zu drücken, bringen Sie die Maus auf eine leere Stelle des Zeichenblatts und klicken Sie, um die Lage des Rechtecks zu fixieren. Das Ergebnis der Prüfung erscheint: Gemäß Cabri Geometry II sind die gegenüberliegenden Seiten parallel.



20. Wiederholen Sie das mit den zwei anderen gegenüberliegenden Seiten des Varignon-Vierecks.



Sind Sie davon überzeugt, daß das Varignon-Viereck ein Parallelogramm ist? Natürlich wissen Sie damit noch nicht, warum das Varignon-Viereck parallele Gegenseiten hat.

Um die Figur zu löschen, wählen Sie z.B. im Menü **Bearbeiten** den Befehl **Alles auswählen** und drücken dann die Löschtaste.

Ein Beispiel mit Animation: Fußpunktkurven

Problem: Ziel des zweiten ausgeführten Beispiels ist, eine Figur zu konstruieren und dann die Option Animation zu verwenden, um automatisch schöne Kurven, die sogenannten Fußpunktkurven, zu erhalten.

Vorbereitung.

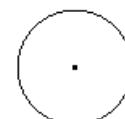
1. Wie bekannt.

Konstruktion des Kreises.

2. Wählen Sie die Werkzeugbox **Gekrümmtes** und aktivieren Sie das Werkzeug **Kreis**.

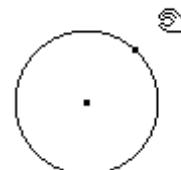
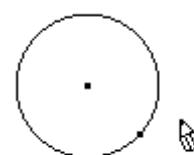


3. Beim Verschieben des Zeigers auf dem Zeichenblatt bestimmen Sie die Stelle des Kreismittelpunkts. Klicken Sie, um diese Stelle zu bestätigen. Der Kreismittelpunkt wird erzeugt.
4. Wenn Sie die Maus bewegen, können Sie einen Kreis beobachten, dessen Mittelpunkt der eben bezeichnete Punkt ist. Verschieben Sie den Zeiger, um einen Kreis zu bekommen, der Ihnen groß genug erscheint, ohne jedoch zu nah an den Rand des aktiven Fensters zu kommen. Klicken Sie bei der gewünschten Größe; der Kreis wird hergestellt.



Konstruktion eines Punkts auf dem Kreis

5. Wählen Sie die zweite Werkzeugbox links (Box **Punkte**) und aktivieren Sie das Werkzeug **Punkt** oder das Werkzeug **Punkt auf Objekt**. Wenn Sie mit dem Zeiger in die Nähe des Kreises kommen, erhalten Sie im Fall der Option **Punkt auf Objekt** die Meldung "Auf diesem Kreis" und der Zeiger verwandelt sich in die zeigende Hand. Klicken Sie dann an dieser Stelle, um den Punkt auf dem Kreis zu erzeugen.
6. Der neu hergestellte Punkt ist ein abhängiger Punkt. Er kann sich nicht vom Kreis entfernen. Sie können sich davon überzeugen, indem Sie das Werkzeug **Zeiger** in der Werkzeugbox **Zeiger** aktivieren. Wenn Sie dann in die Nähe des hergestellten Punkts kommen, verwandelt sich der Zeiger in eine Hand, die mit dem Zeigefinger auf etwas zeigt. Beim Drücken der Maustaste wählen Sie den Punkt und verschieben Sie die Maus, ohne dabei die Maustaste loszulassen. Der Punkt versucht, sich nach den Bewegungen der Maus zu bewegen, ohne dabei den Kreis verlassen zu können.
7. Wenn Sie auf gleiche Weise in die Nähe des Kreismittelpunkts kommen, wird klar, daß dieser Punkt ein *freier* Punkt ist. Er kann sich überall auf dem Zeichenblatt bewegen. Sie beobachten wohl, daß der Kreis sich dementsprechend bewegt und seinem Mittelpunkt folgt. Der Kreis ist ein Objekt, das vom Mittelpunkt abhängt.

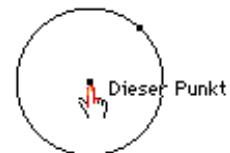


Konstruktion der Tangente

Wir werden die allgemein bekannte geometrische Eigenschaft benutzen: die Tangente durch einen Punkt des Kreises ist *die Gerade, die durch den Punkt geht und zum entsprechenden Radius senkrecht steht.*

Zuerst wird ein Radius konstruiert.

8. Aktivieren Sie das Werkzeug **Strecke** in der Werkzeugbox **Gerades**. Bezeichnen Sie den Kreismittelpunkt, indem Sie die Maus in dessen Nähe verschieben. Klicken Sie auf diesen Punkt, wenn er als solcher erkannt worden ist (Meldung "Dieser Punkt"). Wählen Sie auf die gleiche Weise den beim Schritt 5 hergestellten Punkt. So wird der Radius konstruiert.
9. Um ihre Arbeit zu überprüfen, folgen Sie den Angaben der Checkliste 1:

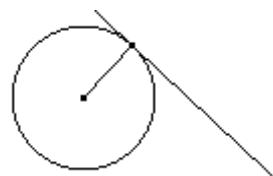


Checkliste 1: Beim erstmaligen Arbeiten mit den Werkzeugen kann es vorkommen, daß der konstruierte Punkt sich nur scheinbar auf einem Kreis befindet, in Wirklichkeit jedoch nur sehr nahe am Kreis erzeugt wurde. Dies können Sie folgendermaßen überprüfen:

- a. Wählen Sie aus der Werkzeugbox Auswahlzeiger (erste Schaltfläche) das Werkzeug **Zeiger**.
 - b. Ziehen Sie den Mittelpunkt des Kreises. Alle Punkte sollten nun zusammen mit dem Kreis verschoben werden.
 - c. Falls sich ein Punkt nicht auf dem Kreis befindet, bewegen Sie den + Cursor auf ihn zu, bis er seine Form in (die Auswahlhand) ändert und wählen dann den Punkt durch Klicken aus. Drücken Sie die Taste ENTER. Wählen Sie das Werkzeug Punkt und erstellen Sie einen neuen Punkt auf dem Kreis.
10. Aktivieren Sie das Werkzeug **Senkrechte** in der Werkzeugbox **Konstruktionen**. Bezeichnen Sie die eben konstruierte Strecke (Meldung: "Senkrecht zu dieser Strecke") und dann den Kreispunkt (Meldung "Durch diesen Punkt").

Die Tangente ist hergestellt (Sie hätten diese Konstruktion auch erreicht, wenn Sie zuerst den Kreispunkt ausgewählt hätten).

Es soll hervorgehoben sei, daß Sie sich bei der Konstruktion der Objekte von den den Zeiger begleitenden Meldungen Schritt für Schritt leiten lassen können.



Ein Beispiel mit Animation: Fußpunktcurven (Fortsetzung)

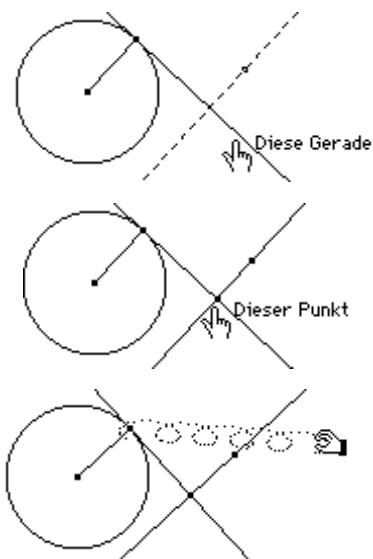
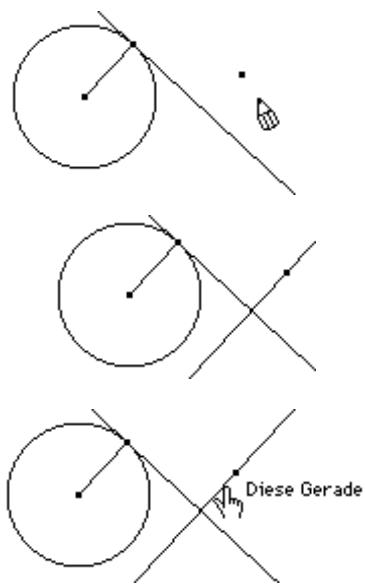
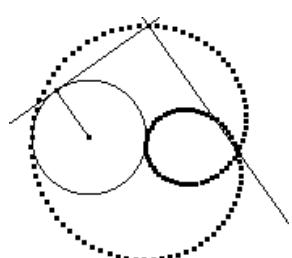
Konstruktion der Fußpunktkurve

11. Aktivieren Sie das Werkzeug **Punkt** (in der Box **Punkte**). Bezeichnen Sie irgendeinen willkürlichen Punkt inner- oder außerhalb des Kreises, indem Sie auf die gewünschte Stelle klicken.
12. Aktivieren Sie das Werkzeug **Senkrechte** (Box **Konstruktionen**). Bezeichnen Sie den eben konstruierten Punkt und dann die Tangente. Die Senkrechte zur Tangente wird auf diese Weise hergestellt.
13. Aktivieren Sie das Werkzeug **Schnittpunkt(e)** (Box **Punkte**). Wählen Sie die Tangente und dann die Senkrechte, die soeben hergestellt worden ist. Der Schnittpunkt der beiden Geraden wird konstruiert. Er ist die senkrechte Projektion des beliebig gewählten Punktes auf die Tangente.
14. Um Ihre Arbeit zu überprüfen, folgen Sie den Angaben wie in Checkliste 2.

Checkliste 2: Prüfen Sie folgendermaßen, ob Sie unbeabsichtigte neue Punkte anstelle der Endpunkte einer Strecke erzeugt haben.

- a. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Auswahlzeiger** (erste Schaltfläche) das Werkzeug **Zeiger**.
- b. Verschieben Sie einen der Endpunkte auf dem Kreis um etwa einen Zentimeter. Der Punkt (zusammen mit seiner Beschriftung) sollte dabei auf dem Kreis bleiben.
- c. Führen Sie diese Prüfung auch für die anderen Punkte durch.

15. Aktivieren Sie das Werkzeug **Spur ein/aus** (Box **Text/Animation**) und bezeichnen Sie den eben konstruierten Punkt. Von jetzt an wird bei Veränderung der gezeichneten Figur die Spur dieses Punkts sichtbar.
16. Um die *Lotfußpunktcurve* zu erhalten, aktivieren Sie das Werkzeug **Zeiger** und wählen Sie den Punkt, der auf dem Kreis konstruiert worden ist. Beim Drücken der Maustaste, ohne sie loszulassen, verschieben Sie den Punkt auf dem Kreis. Der Lotfußpunkt erzeugt gleichzeitig eine Kurve, die sogenannte Ortskurve des Kreises, die auch Pascalsche Schnecke genannt wird.



Ein ähnliches Ergebnis bekommen Sie, wenn Sie das Werkzeug **Animation** benutzen, das in der Box **Text/Animation** zu finden ist. Wählen Sie den Punkt auf dem Kreis aus und spannen Sie die Feder. Beim Loslassen der Feder zeichnet sich die Fußpunktkurve ab.

Die Spur kann gelöscht werden, indem Sie die Option **Zeichnung auffrischen** in der Menüleiste **Bearbeiten** aktivieren.

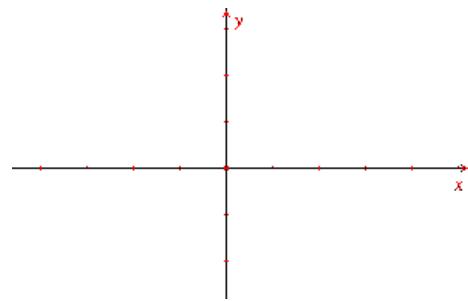
Man erhält die Fußpunktkurve als Ortslinie, wenn man das Werkzeug **Ortslinie** der Box **Konstruktionen** benutzt. Aktivieren Sie das Werkzeug und bezeichnen Sie zuerst den Punkt der Fußpunktkurve und dann den beweglichen Punkt auf dem Kreis. Im Gegensatz zur Spur verändert sich die erhaltene Ortslinie bei Verschiebung des Kreises oder seines Mittelpunktes.

Untersuchung: Abbildungen in der Koordinatenebene

Problem: Was geschieht mit den Koordinatenwerten der Eckpunkte eines Dreiecks, das im rechten oberen Quadranten konstruiert und anschließend auf verschiedene Arten abgebildet wird? Probieren Sie es mit Cabri Geometry II aus.

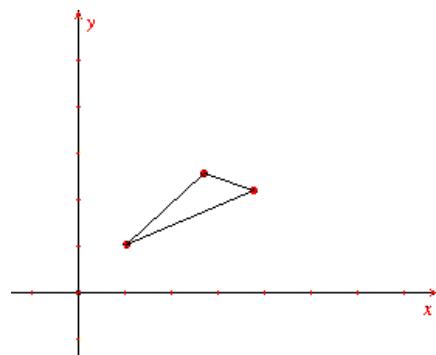
Vorbereitung.

1. Starten Sie die Software (siehe Seite 1-3) falls erforderlich, oder wählen Sie aus dem Menü **Datei** den Befehl **Neu**, falls das Zeichenfenster bereits geöffnet ist. Gegebenenfalls werden Sie aufgefordert, Ihre bisherige Konstruktion zu speichern.



Anzeigen der rechtwinkligen Koordinatenachsen.

2. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Darstellen** (letzte Schaltfläche) das Werkzeug **Achsen zeigen**. Die Achsen werden im Zeichenfenster zentriert angezeigt.



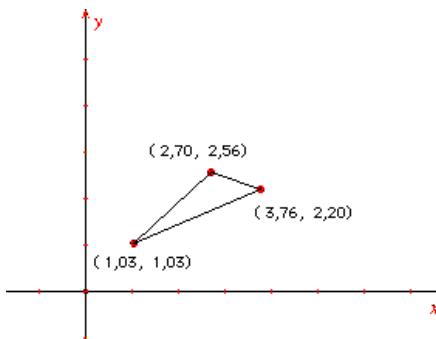
Konstruieren eines Dreiecks.

3. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Gerades** (dritte Schaltfläche) das Werkzeug **Dreieck**. Um ein Dreieck zu konstruieren, plazieren Sie den Cursor auf jeden Eckpunkt und klicken einmal. Die Linien werden bei Definition der Eckpunkte automatisch gezeichnet. Die Form des Dreiecks ist beliebig, es muß sich jedoch im rechten oberen Quadranten befinden.

Anzeigen der Koordinaten für jeden Eckpunkt.

4. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Messen/Berechnen** (neunte Schaltfläche) das Werkzeug **Gleichung u. Koordinaten**.

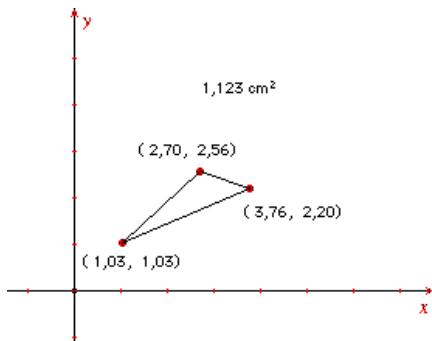
Bewegen Sie den Cursor auf einen Eckpunkt, bis er seine Form zu ändert und die Meldung **Koordinaten dieses Punktes** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal. Die Koordinaten werden neben dem Punkt eingeblendet. Wiederholen Sie dieses Vorgehen für die restlichen beiden Eckpunkte. (Ihre Koordinaten entsprechen wahrscheinlich nicht dem hier abgebildeten Beispiel.)



5. Verschieben Sie die Koordinaten, um sie besser sehen zu können. Wählen Sie hierzu aus der Werkzeugbox **Auswahlzeiger** (erste Schaltfläche) das Werkzeug **Zeiger**. Bewegen Sie den Cursor auf ein Koordinatenpaar, bis die Meldung **Diese Zahl** eingeblendet wird. Ziehen Sie die Koordinaten vom Dreieck weg. Eine kurze Zeitverzögerung gibt Ihnen den Eindruck, daß Sie gegen einen gewissen "Widerstand" ziehen müssen. Anschließend lässt sich das Koordinatenpaar verschieben. Verschieben Sie auch die beiden anderen Koordinaten.

Anzeigen der Dreiecksfläche.

6. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Messen/Berechnen** (neunte Schaltfläche) das Werkzeug **Fläche**. Bewegen Sie den Cursor zum Dreieck, bis die Meldung **Dieses Dreieck** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal. Der Flächeninhalt wird berechnet und angezeigt.
7. Verschieben Sie die Messung mit dem Werkzeug **Zeiger** an eine Position, damit Sie sie beim Verschieben und Ändern des Dreiecks gut beobachten können.

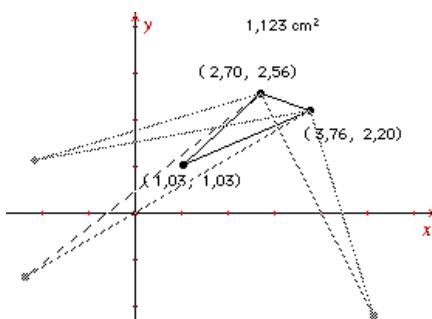


Verschieben und Untersuchen des Dreiecks.

8. Ziehen Sie jetzt einmal mit dem Werkzeug **Zeiger** an einer der Eckpunkte des Dreiecks. Ziehen Sie ihn in jeden der anderen Quadranten.

Was geschieht mit den Koordinatenwerten? Der Fläche?

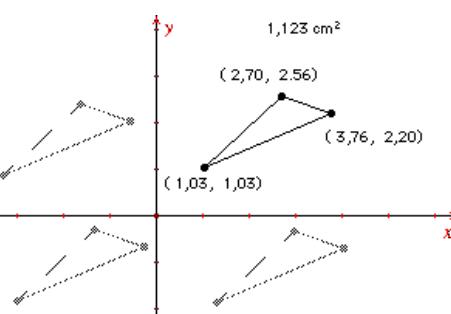
Verschieben Sie den Eckpunkt wieder in den rechten oberen Quadranten.



9. Bewegen Sie den Cursor auf eine Seite des Dreiecks. Da das Dreieck als ein Objekt erstellt wurde, wird die Meldung **Dieses Dreieck** eingeblendet. Ziehen Sie das gesamte Dreieck in die anderen Quadranten.

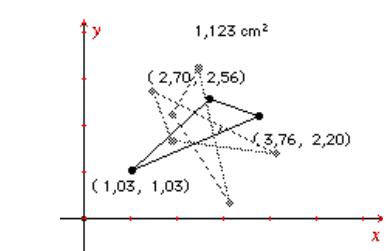
Was geschieht mit den Koordinatenwerten? Der Fläche?

Verschieben Sie das Dreieck wieder in den rechten oberen Quadranten.

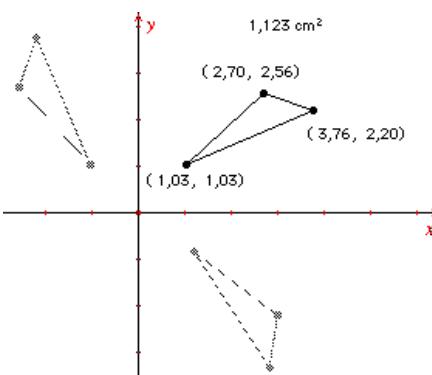


10. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Auswahlzeiger** (erste Schaltfläche) das Werkzeug **Drehen**. Ziehen Sie das Dreieck (nicht einen Eckpunkt) in kreisförmiger Richtung. Das gesamte Dreieck wird um seinen geometrischen Mittelpunkt gedreht.

Was geschieht mit der Fläche?



11. Sie können das Dreieck auch um einen frei definierten Punkt drehen. Bewegen Sie bei aktiviertem Werkzeug **Drehen** den Cursor auf den Koordinaten-Ursprung, bis sich die Cursorform in ändert und die Meldung **Dieser Punkt** eingeblendet wird. Klicken Sie auf den gewählten Punkt. Der Punkt beginnt zu blinken. Bewegen Sie den Cursor zum Dreieck. Wenn die Meldung **Dieses Dreieck** eingeblendet wird, ziehen Sie das Dreieck kreisförmig um den Ursprung.

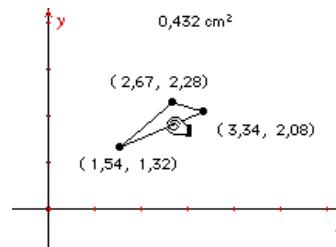


Untersuchung: Abbildungen in der Koordinatenebene (Fortsetzung)

Verschieben und Untersuchen des Dreiecks (Fortsetzung).

12. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Auswahlzeiger** (erste Schaltfläche) das Werkzeug **Strecken**. Ziehen Sie das Dreieck. Falls der Ursprung noch gewählt ist, wird das Dreieck in Richtung des Ursprungs oder von diesem weg gestreckt. Wie ändern sich dadurch Form und Größe des Dreiecks?

Klicken Sie in eine leere Stelle des Zeichenfensters, um die Auswahl des Ursprungs wieder aufzuheben. Strecken Sie das Dreieck jetzt erneut. Was geschieht dieses Mal? (Das Dreieck wird um seinen geometrischen Mittelpunkt gestreckt.)

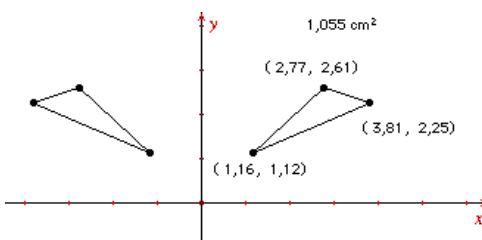


Untersuchen von Spiegelungen und Symmetrie.

13. Ziehen Sie das Dreieck gegebenenfalls wieder in den rechten oberen Quadranten.

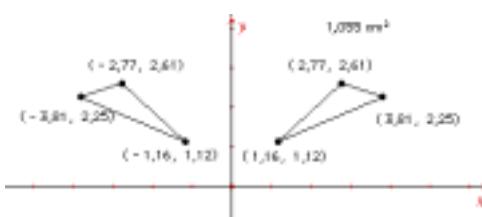
Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Abbildung** (sechste Schaltfläche) das Werkzeug **Geradenspiegelung**.

Um das Dreieck an der Y-Achse zu spiegeln, verschieben Sie den Cursor, bis die Meldung **Dieses Dreieck spiegeln** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal. Plazieren Sie den Cursor auf die Y-Achse, und klicken Sie, wenn die Meldung **an dieser Achse** eingeblendet wird. Das gespiegelte Dreieck erscheint im linken oberen Quadranten.

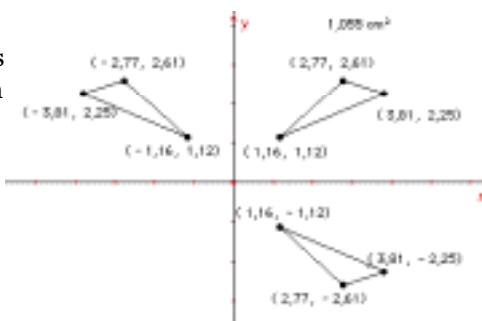


14. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Messen/Berechnen** (neunte Schaltfläche) das Werkzeug **Gleichung u. Koordinaten**, und fügen Sie die Koordinaten zu dem gespiegelten Dreieck hinzu.

15. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Auswahlzeiger** (erste Schaltfläche) das Werkzeug **Zeiger**, und versuchen Sie das neue Dreieck zu verschieben. Was geschieht? Versuchen Sie, das ursprüngliche Dreieck zu verschieben. Was geschieht? (Das gespiegelte Dreieck ist abhängig vom ursprünglichen Dreieck und kann deshalb nicht verschoben werden.)



16. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Abilden** (sechste Schaltfläche) das Werkzeug **Punktspiegelung**. Zeigen Sie auf das Dreieck im rechten oberen Quadranten und klicken Sie, wenn die Meldung **Dieses Dreieck spiegeln** eingeblendet wird. Klicken Sie danach auf den Punkt des Ursprungs, wenn die Meldung **an diesem Objekt** eingeblendet wird. Im rechten unteren Quadranten erscheint ein Dreieck, das zum Ursprung symmetrisch ist.

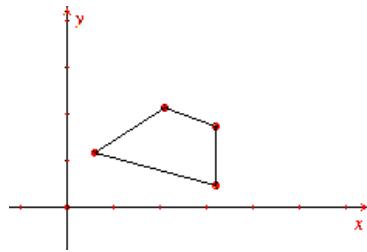


17. Fügen Sie mit dem Werkzeug **Gleichung u. Koordinaten** aus der Werkzeugbox **Messen/Berechnen** (neunte Schaltfläche) die Koordinaten des neu entstandenen Dreiecks ein.

18. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Auswahlzeiger** (erste Schaltfläche) das Werkzeug **Zeiger**, und ziehen Sie das Dreieck vom rechten oberen Quadranten nacheinander in die anderen Quadranten.

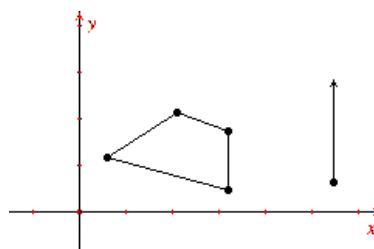
Konstruieren eines Polygons.

19. Öffnen Sie eine neue Zeichnung, indem Sie aus dem Menü **Datei** den Befehl **Neu** wählen.
20. Wählen Sie aus Werkzeugbox **Darstellen** (letzte Schaltfläche) das Werkzeug **Achsen zeigen**, um das Koordinatensystem einzublenden.
21. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Gerades** (dritte Schaltfläche) das Werkzeug **Polygon**. Konstruieren Sie ein vierseitiges Polygon im rechten oberen Quadranten. Plazieren Sie hierzu den Cursor einen gewünschten Eckpunkt, und klicken Sie, um den Eckpunkt zu erstellen. Geben Sie Ihrem Polygon eine beliebige Form. Der letzte Eckpunkt muß wieder mit dem ersten zusammenfallen. Klicken Sie, wenn die Meldung **Dieser Punkt** eingeblendet wird.

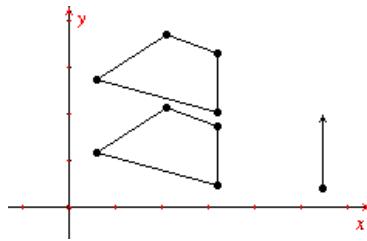


Parallelverschieben des Polygons.

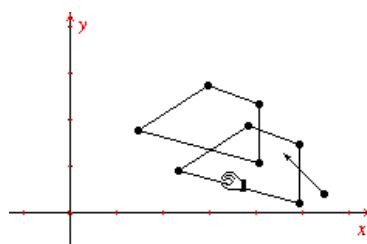
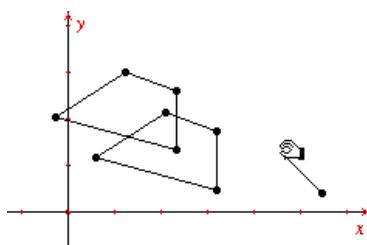
22. Sie können ein Objekt entsprechend einem gewählten Vektor verschieben.
Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Gerades** (dritte Schaltfläche) das Werkzeug **Vektor**. Bewegen Sie den Cursor in den rechten oberen Quadranten und klicken Sie, um den Ausgangspunkt des Vektors zu erstellen. Bewegen Sie Cursor an die gewünschte Position für den Endpunkt des Vektors, und klicken Sie erneut.
23. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Abilden** (sechste Schaltfläche) das Werkzeug **Parallelverschiebung**.
Klicken Sie auf das Polygon, wenn die Meldung **Dieses Vieleck verschieben** eingeblendet wird. Klicken Sie anschließend auf den Vektor, wenn die Meldung **mit diesem Vektor** eingeblendet wird. Eine in Richtung und Entfernung (Größe) der Vektors verschobene Abbildung des Polygons wird angezeigt.



24. Ziehen Sie den Endpunkt des Vektors, wenn die sich die Cursorform in ändert und die Meldung **Diesen Punkt verschieben** eingeblendet wird. Das verschobene Polygon folgt dem Kopf des Vektors.



25. Ziehen Sie das ursprüngliche Polygon mit dem Werkzeug **Zeiger** aus der Werkzeugbox **Auswahlzeiger** (erste Schaltfläche) an eine andere Position. Was geschieht mit dem verschobenen Polygon?



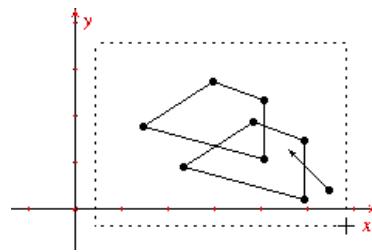
Untersuchung: Abbildungen in der Koordinatenebene (Fortsetzung)

Drehen eines Polygons um einen definierten Winkelwert.

26. Sie können ein Polygon um jeden beliebigen festgelegten Winkel drehen. Dieses Beispiel beginnt mit einem Wert von 30° .

Löschen Sie zunächst die zuvor konstruierten Polygone. Wählen Sie hierzu aus der Werkzeugbox **Auswahlzeiger** (erste Schaltfläche) das Werkzeug **Zeiger**. Drücken Sie in einem leeren Bereich außerhalb der Polygone und des Vektors, und halten Sie die Maustaste gedrückt. Ziehen Sie die Maus über die Zeichnung, bis der Markierungsrahmen alle Objekte einschließt. Lassen Sie die Maustaste wieder los. Alle vom Markierungsrahmen umschlossenen Objekte sind markiert (außer die Achsen, die sich auf diese Weise nicht löschen lassen).

Drücken Sie die **LÖSCHTASTE** auf der Tastatur. Die Objekte werden gelöscht.

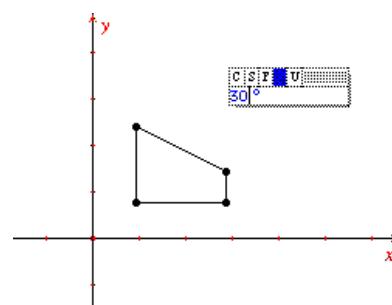
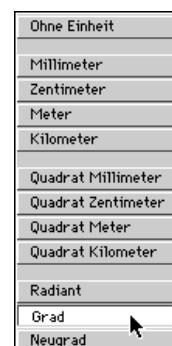
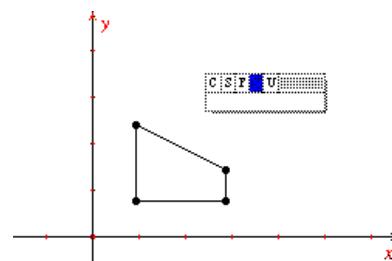


27. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Gerades** (dritte Schaltfläche) das Werkzeug **Polygon**. Konstruieren Sie im oberen rechten Quadranten ein vierseitiges Polygon. Die Form ist beliebig.

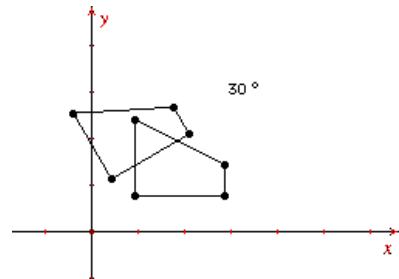
28. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Text/Animation** (zehnte Schaltfläche) das Werkzeug **Numerische Eingabe**. Klicken Sie an die Stelle, an der Sie den numerischen Wert einfügen möchten (an beliebiger Position des Quadranten). Ein Zahlenbearbeitungsfenster wird eingeblendet.

29. Geben Sie im Bearbeitungsfenster den Wert **30** ein. Drücken Sie dann **U** (Macintosh) oder **STRG+U** (Windows, DOS). Ein Popup-Menü, mit einer Liste der verfügbaren Einheiten wird eingeblendet.

Wählen Sie die Einheit **Grad**. Das Gradsymbol ($^\circ$) wird dem Wert 30 angefügt.

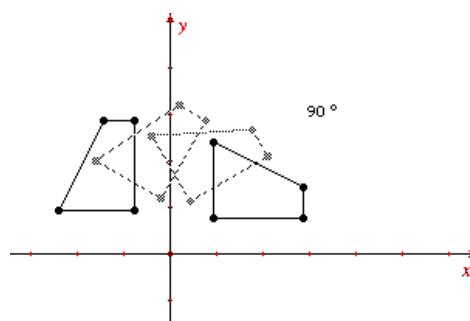


30. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Abilden** (sechste Schaltfläche) das Werkzeug **Drehung**. Bewegen Sie den **Cursor** zum Polygon, bis die Meldung **Dieses Vieleck drehen** eingeblendet wird. Klicken Sie, um das Polygon auszuwählen.
31. Bewegen Sie den **Cursor** zum Ursprungspunkt, bis die Meldung **um diesen Punkt** eingeblendet wird. Klicken Sie, um den Punkt zu wählen. Bewegen Sie jetzt den **Cursor** auf den Wert 30, bis die Meldung **mit diesem Winkel** eingeblendet wird. Klicken Sie, um den Wert auszuwählen. Ein Bild des Polygons wird erstellt, das um 30 Grad um den Ursprungspunkt gedreht ist.



Dynamisches Ändern des Drehwinkels.

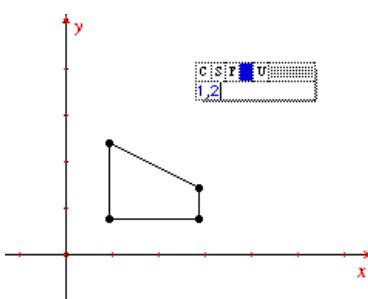
32. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Text/Animation** (zehnte Schaltfläche) das Werkzeug **Numerische Eingabe**. Bewegen Sie den **I Cursor** (Schreibmarke) zum Wert von 30 Grad, bis die Meldung **Diese Zahl** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal, um den Wert auszuwählen. Ein blinkender Cursor erscheint jetzt im Fenster neben der Zahl.
33. Bewegen Sie den blinkenden Cursor durch Drücken auf die linke Cursortaste (**←**) der Tastatur rechts von der Ziffer 3. Drücken Sie dann die obere Cursortaste (**↑**). Sie sehen, daß die erste Ziffer um 1 erhöht wurde. (Das Werkzeug **Numerische Eingabe** ermöglicht die Erhöhung/Erniedrigung der links davon stehenden Ziffer durch Drücken der oberen bzw. unteren Cursortaste.) Drücken Sie mehrmals die obere Cursortaste, bis der Winkel 90 Grad angezeigt wird, und beobachten Sie die Änderungen am gedrehten Polygon. Drücken Sie dann die untere Cursortaste (**↓**). Die Ziffer wird um 1 erniedrigt.



Mit diesem Verfahren können Sie den Drehwinkel dynamisch zu jedem beliebigen Wert ändern. Alternativ dazu können Sie auch den Wert mit der Maus markieren und den neuen Wert über die Tastatur eingeben.

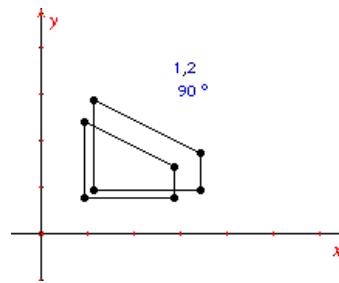
Strecken des Polygons um einen definierten Faktor.

34. Sie können ein Polygon auch um einen beliebigen definierten Faktor strecken. Das Beispiel beginnt mit dem Faktor 1,2.
- Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Text/Animation** (zehnte Schaltfläche) das Werkzeug **Numerische Eingabe**, falls erforderlich. Klicken Sie an die Stelle, an der Sie den numerischen Wert einfügen möchten (an beliebiger Position des Quadranten). Ein Zahlenbearbeitungsfenster wird eingeblendet.
35. Geben Sie im Bearbeitungsfenster den Wert **1,2** ein. Drücken Sie dann **U** (Macintosh) bzw. **STRG+U** (Windows, DOS), um sich die Liste der Einheiten anzeigen zu lassen.
- Wählen Sie die Option **Ohne Einheit**. Dadurch wird dem Wert keine Einheit zugewiesen.



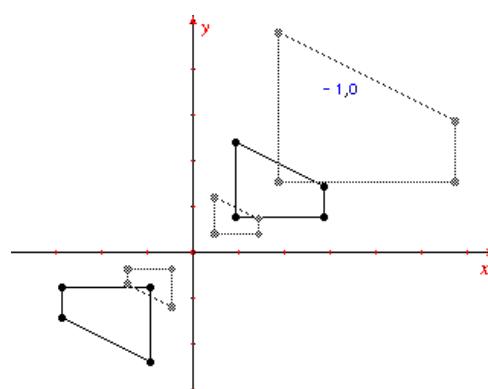
Strecken des Polygons um einen definierten Faktor (Fortsetzung).

36. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Abilden** (sechste Schaltfläche) das Werkzeug **Streckung**. Bewegen Sie den \diamond Cursor zum ursprünglichen Polygon, bis die Meldung **Dieses Polygon strecken** eingeblendet wird. Klicken Sie, um das Polygon auszuwählen.
37. Bewegen Sie den \diamond Cursor zum Ursprungspunkt, bis die Meldung **von diesem Punkt aus** eingeblendet wird. Klicken Sie, um den Punkt zu wählen. Bewegen Sie jetzt den \diamond Cursor zum Wert 1,2, bis die Meldung **mit diesem Faktor** eingeblendet wird. Klicken Sie, um den Wert auszuwählen. Ein Bild des Polygons wird erstellt, das um den Faktor 1,2 im Verhältnis zum Ursprungspunkt gestreckt ist.



Dynamisches Ändern des Streckungsfaktors.

38. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Text/Animation** (zehnte Schaltfläche) das Werkzeug **Numerische Eingabe**. Bewegen Sie den I Cursor (Schreibmarke) zum Wert 1,2, bis die Meldung **Diese Zahl** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal, um den Wert auszuwählen. Ein blinkender Cursor erscheint jetzt im Fenster neben der Zahl.
39. Bewegen Sie den blinkenden Cursor durch Drücken der linken und rechten Cursortasten rechts neben die Ziffer 2. Drücken Sie mehrmals die obere Cursortaste, bis 2,0 angezeigt wird. Drücken Sie dann die untere Cursortaste, bis der Wert -1,0 angezeigt wird.



Mit diesem Verfahren können Sie den Streckungsfaktor dynamisch auf jeden beliebigen Wert ändern. Alternativ dazu können Sie auch den Wert mit der Maus markieren und den neuen Wert über die Tastatur eingeben.

Experimenteren Sie jetzt mit unterschiedlichen numerischen Werten, und vergleichen Sie die Ergebnisse mit den anderen Abbildungsmethoden in Cabri Geometry II.

Untersuchung: Potenz eines Punktes (Steiner)

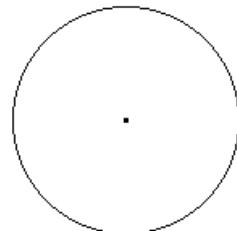
Problem: Ein Satz, der schon im dritten Buch des Euklid als Proposition 35 verzeichnet ist, besagt folgendes: Wenn eine Sekante einen Kreis in A und B und eine zweite Sekante den Kreis in C und D schneidet und sich die Sekanten in S schneiden, dann gilt $AS * BS = CS * DS$. Der Wert des Produktes $AS * BS$ hängt nur von der Entfernung des Punktes S vom Mittelpunkt eines festen Kreises ab; er wird nach einer von dem Schweizer Mathematiker Jakob Steiner (1796-1863) stammenden Bezeichnung "Potenz des Punktes S" genannt.

Vorbereitung.

1. Starten Sie die Software, falls erforderlich, oder wählen Sie aus dem Menü **Datei** den Befehl **Neu**, falls das Zeichenfenster bereits geöffnet ist. Gegebenenfalls werden Sie aufgefordert, Ihre bisherige Konstruktion zu speichern.

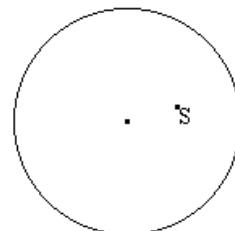
Konstruieren eines Kreises.

2. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Gekrümmtes** (vierte Schaltfläche) das Werkzeug **Kreis**.
Verschieben Sie den Cursor an die gewünschte Position für den Kreismittelpunkt, und klicken Sie einmal, um den Mittelpunkt zu erstellen. Ziehen Sie den jetzt angezeigten Kreisumriß an die gewünschte Position, und klicken Sie erneut, um den Radius festzulegen.



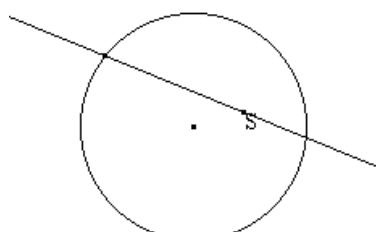
Konstruieren eines Punkts innerhalb des Kreises.

3. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Punkte** (zweite Schaltfläche) das Werkzeug **Punkt**.
Bewegen Sie den Cursor an die gewünschte Position innerhalb des Kreises. Erstellen Sie den Punkt durch Klicken mit der Maustaste. Geben Sie dann auf der Tastatur den Buchstaben **S** ein.

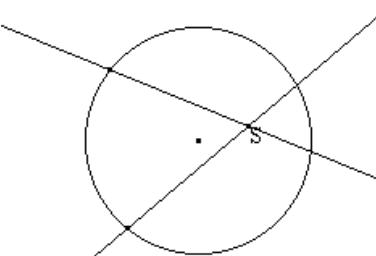


Konstruieren zweier Geraden mit Schnittpunkt in S.

4. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Gerades** (dritte Schaltfläche) das Werkzeug **Gerade**.
Verschieben Sie den Cursor zum Kreis, bis er seine Form in ändert und die Meldung **Auf diesem Kreis** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal. Der Anfangspunkt der Linie wird angezeigt. Bewegen Sie den Cursor zum Punkt **S**, bis die Meldung **Durch diesen Punkt** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal, um die Gerade an den Punkt zu binden und die Geradendefinition abzuschließen.



Konstruieren Sie nach diesem Muster eine weitere Linie, die an den Kreis gebunden ist und die erste Linie **S** schneidet.

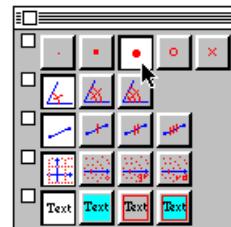


Hinweis: Der Schnittpunkt **S** ist ein *Basisobjekt* und kann daher frei in der Konstruktion verschoben werden. Die beiden an den Kreis gebundenen Punkte sind *unabhängige Punkte*. Unabhängige Punkte können mit ihrem zugehörigen Objekt verschoben werden. Im Gegensatz zu diesen beiden Punktarten können *abhängige Punkte* nicht direkt verschoben werden. Eine ausführliche Beschreibung der Eigenschaften von grundlegenden, unabhängigen und abhängigen Punkten oder Objekten finden Sie in Kapitel 1: "Grundlagen".

Ändern des Aussehens der Konstruktion.

- Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Darstellen** (letzte Schaltfläche) das Werkzeug **Objektdarstellung**. Ein Popup-Menü mit verschiedenen Darstellungsattributen wird eingeblendet. Klicken Sie auf den großen gefüllten Punkt in der oberen Reihe.

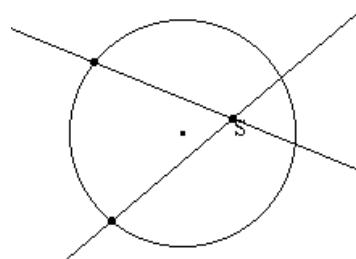
Falls das Popup-Menü Teile Ihrer Konstruktion verdeckt, können Sie es am oberen Balken in eine andere Position ziehen.



- Bewegen Sie den + Cursor zum Punkt **S**, bis er von + zu ⚡ wechselt und die Meldung **Dieser Punkt** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal. Die Darstellungsform wechselt zu einem großen Punkt.

Wiederholen Sie dieses Verfahren für die beiden unabhängigen Punkte.

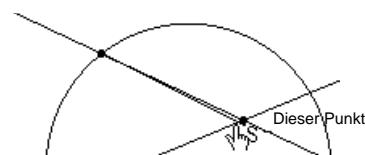
- Blenden Sie das Popup-Menü durch Klicken auf das Schließen-Feld seiner linken oberen Ecke wieder aus.



Konstruieren von Segmenten innerhalb des Kreises.

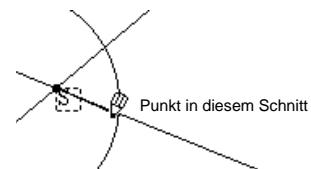
- Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Gerades** (dritte Schaltfläche) das Werkzeug **Strecke**.

Bewegen Sie den ⚡ Cursor zu einem der unabhängigen Punkte auf dem Kreis, bis die Meldung **Dieser Punkt** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal. Der Anfangspunkt des Segments wird angezeigt. Bewegen Sie den ⚡ Cursor zum Punkt **S**, bis die Meldung **Dieser Punkt** eingeblendet wird. Klicken Sie, um die Konstruktion des Segments abzuschließen.



Konstruieren Sie nach diesem Muster eine Strecke auf der anderen Linie.

- Bewegen Sie den ⚡ Cursor zum Punkt **S**, bis die Meldung **Dieser Punkt** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal, um den Anfangspunkt des Segments zu erstellen. Bewegen Sie den ⚡ Cursor zur Schnittstelle von Linie und Punkt, bis die Meldung **Punkt in diesem Schnitt** eingeblendet wird. Klicken Sie, um die Konstruktion des Segments abzuschließen.

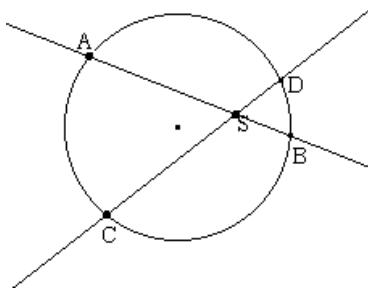


Konstruieren Sie nach diesem Muster eine Strecke auf der anderen Linie.

Benennen der Punkte.

10. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Text/Animation** (zehnte Schaltfläche) das Werkzeug **Objektnamen**.

Bewegen Sie den + Cursor zu einem der großen Punkte auf dem Kreis, bis er seine Form in I (Textcursor) ändert und die Meldung **Dieser Punkt** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal. Ein Bearbeitungsfenster wird neben dem Punkt eingeblendet. Geben Sie die Beschriftung über die Tastatur ein. Bezeichnen Sie den Punkt mit **A**.



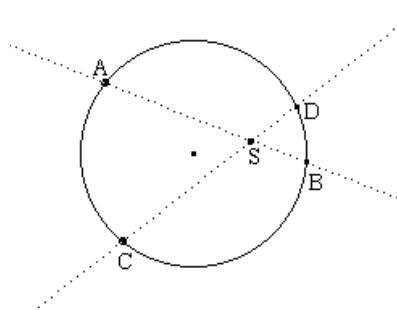
Bewegen Sie den I Cursor zu dem kleinen Punkt auf derselben Linie. Klicken Sie einmal, um das Bearbeitungsfenster zu öffnen. Bezeichnen Sie den Punkt mit **B**.

11. Wiederholen Sie Schritt 10 für die beiden restlichen Punkte auf dem Kreis, und bezeichnen Sie sie mit **C** und **D**.

Ausblenden der Linien.

12. Durch Ausblenden von Objekten können Sie die Lesbarkeit einer Konstruktion erhöhen. Ausblenden der Linien erleichtert auch die Auswertung der schneidenden Kreissehnen in diesem Beispiel.

Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Darstellen** (letzte Schaltfläche) das Werkzeug **Ausblenden/Zeigen**. Beachten Sie, daß die Konstruktion schnell neugezeichnet wird.



13. Bewegen Sie den + Cursor auf eine Linie, bis die Meldung **Diese Gerade** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal. Die Linie wird gepunktet dargestellt. Dasselbe passiert beim Klicken auf die andere Linie. Die gepunktet dargestellten Objekte werden unsichtbar, wenn Sie ein anderes Werkzeug aktivieren.

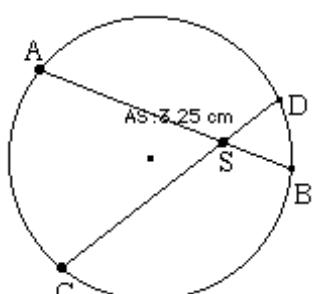
14. Wählen Sie das Werkzeug **Zeiger** (erste Schaltfläche).

Ihre Konstruktion entspricht jetzt dem, was Euklid vor über 2000 Jahren untersucht hat – nur ist Ihre Konstruktion in sich beweglich!

Messen der Streckenlängen.

15. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Messen/Berechnen** das Werkzeug **Entfernung u. Länge**.

Bewegen Sie den ∇ zur Strecke **AS**, bis die Meldung **Länge dieser Strecke** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal, um die Länge des Segments anzuzeigen.



Geben Sie sofort nach der Messung auf der Tastatur **AS:** ein. Die Messung wird jetzt mit einer Beschriftung versehen.

Messen der Streckenlängen. (Fortsetzung)

16. Wiederholen Sie Schritt 15 für die Segmente \overline{BS} , \overline{CS} und \overline{DS} . Verschieben Sie gegebenenfalls die Messungen, so daß sie optimal lesbar sind.

Hinweis: Zum Beschriften von Messungen können Sie auch das Werkzeug **Text** aus der Werkzeugbox **Text/Animation** verwenden. Wählen Sie zuerst das Werkzeug **Text** und danach den Maßtext. Geben Sie im Bearbeitungsfenster den gewünschten Kommentartext ein.

17. Häufig ist es sinnvoll, die Maße an einer Position zusammenzufassen, um alle Werte auf einen Blick zu haben.
Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Auswahlzeiger** das Werkzeug **Zeiger**. Ziehen Sie die Maßtexte an eine freie Position des Zeichenfensters. Die Maßtexte werden erst nach einer kurzen Zeitverzögerung freigegeben.

AS: 3,25 cm
BS: 1,21 cm

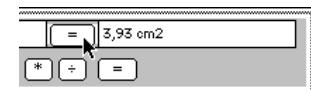
CS: 3,38 cm
DS: 1,16 cm

Berechnen der Potenz von Punkt S.

18. Laut Satz ist $AS \cdot BS = CS \cdot DS$. Prüfen Sie mit dem integrierten Taschenrechner von Cabri II dieses Ergebnis experimentell nach.

Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Messen/Berechnen** (neunte Schaltfläche) das Werkzeug **Berechnen**. Der Taschenrechner wird am unteren Fensterrand eingeblendet.

19. Bewegen Sie den \blacktriangleright Cursor auf die Messung von \overline{AS} , bis die Meldung **Diese Zahl** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal, um die Messung in die Berechnung zu übernehmen. Die Messung wird durch einen Markierungsrahmen hervorgehoben und mit **a** gekennzeichnet.
20. Die Variable **a** wird auch im Bearbeitungsfenster des Taschenrechners angezeigt. Klicken Sie jetzt auf die Multiplikationstaste ($*$). Wählen Sie dann die Messung von \overline{BS} . Klicken Sie abschließend auf die Schaltfläche (=). Das Ergebnis wird im Ergebnisfenster des Taschenrechners angezeigt.



21. Klicken Sie einmal auf das Ergebnisfenster, um das Ergebnis in das Zeichenfenster zu übernehmen. Ein leeres Markierungsfeld wird im Zeichenfenster angezeigt. Ziehen Sie den Markierungsrahmen mit dem \blacktriangleright Cursor (Stift) an eine Position neben den Messungen. Klicken Sie, um das Ergebnis einzufügen. Die Berechnung wird mit **Ergebnis** beschriftet.



22. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Text/Animation** das Werkzeug **Text**. Bewegen Sie den \blacktriangleright Cursor zur Beschriftung **Ergebnis**: bis er zu I (Textcursor) wechselt und die Meldung **Diesen Text bearbeiten** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal, um das Bearbeitungsfenster der Beschriftung und der Messung zu öffnen. Markieren Sie die Beschriftung durch Überstreichen mit dem Textcursor, und geben Sie dann als neue Beschriftung $AS \cdot BS$ ein.



Berechnen der Potenz von Punkt S. (Fortsetzung)

23. Wiederholen Sie die Schritte 18–22 für \overline{CS} und \overline{DS} . Ändern Sie die Beschriftung auf dem Ergebnis in $CS * DS$.

AS:3,25 cm
BS:1,21 cm
AS*BS:3,93 cm²
CS:3,38 cm
DS:1,16 cm
CS*DS:3,93 cm²

Ändern der Konstruktion und Auswerten der Ergebnisse.

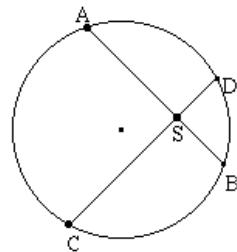
24. Prüfen Sie den Satz experimentell, indem Sie die Konstruktion verändern. Bleibt die Eigenschaft auch erhalten, wenn Sie die Punkte A oder C um den Kreis verschieben, das heißt ist die Aussage wahr? Oder anders formuliert: Bleiben $AS * BS$ und $CS * DS$ konstant?
25. Ziehen Sie den Punkt S an eine neue Position innerhalb des Kreises. Was geschieht mit den Berechnungsergebnissen? Ziehen Sie jetzt den Punkt A und C wie zuvor um den Kreis. Ist die Aussage immer noch wahr?
26. Ziehen Sie den Punkt S an verschiedene Positionen innerhalb des Kreises und beobachten Sie die Berechnung der Potenz des Punkts. Notieren Sie sich alle Beobachtungen in einer Liste, was mühsam ist, oder legen Sie in Cabri Geometry II gleich eine Wertetabelle an.

Anlegen einer Wertetabelle.

27. Konstruieren Sie eine Tabelle von Werten, um Ihre Schlussfolgerungen zu beweisen.
Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Messen/Berechnen** (neunte Schaltfläche) das Werkzeug **Tabellieren**.
Legen Sie zunächst Größe und Position Ihrer Tabelle fest:
Plazieren Sie den Cursor auf eine freie Fläche des Zeichenfensters, drücken Sie die Maustaste, und halten Sie sie gedrückt. Halten Sie die Maustaste gedrückt, und ziehen Sie den Tabellenrahmen auf die gewünschte Größe. Sie können die Größe später jederzeit anpassen, indem Sie die rechte untere Ecke ziehen.
28. Wählen Sie Werte, die Sie tabellieren möchten.
Bewegen Sie den Cursor auf den oberen Rand der Zahl, die Sie mit $AS * BS$ beschriftet hatten, bis die Meldung **Tabelliere diesen Wert** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal, um den Wert in die Tabelle zu übernehmen. Die Beschriftung und der aktuelle Wert werden in der Tabelle angezeigt.

Wiederholen Sie dieses Vorgehen für den Wert mit der Beschriftung $CS * DS$. Falls dieser Wert in der Tabelle nicht angezeigt wird, müssen Sie die Tabelle vergrößern. Ergebnisse werden nur in vollständig sichtbaren Spalten angezeigt. Durch Ziehen der rechten unteren Tabellenecke können Sie die Größe verändern.

AS:2,75 cm
BS:1,43 cm
AS*BS:3,93 cm²
CS:3,28 cm
DS:1,20 cm
CS*DS:3,93 cm²



C	S	F
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

	AS*BS:	CS*DS:
1	3,93	3,93
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Zusammenstellen von Daten zur Unterstützung der Hypothese (im Rahmen einer experimentellen Satzfindung).

29. Sie können weitere Werte aufzeichnen, um die Hypothese, daß stets $AS \cdot BS = CS \cdot DS$ ist, zu unterstützen.

Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Auswahlzeiger** das Werkzeug **Zeiger**. Ziehen Sie die Punkte **A**, **C** und **S**, um die Konstruktion wie gewünscht zu ändern. Drücken Sie dann die TABULATORTASTE, um die zusätzlichen Werte in die definierten Spalten zu übernehmen.

Hinweis: Damit eine neue Datenzeile in der Tabelle angelegt wird, muß sich mindestens ein Wert ändern. In diesem Fall kann der Wert die Länge eines Segments sein, die in die Berechnung aufgenommen wurde, jedoch in der Tabelle nicht sichtbar ist.

30. Ziehen Sie den Punkt **S** auf eine gedachte Linie durch den Mittelpunkt des Kreises. Drücken Sie im Abstand von einem Zentimeter auf die TABULATORTASTE, um eine neue Berechnung der Potenz des Punktes **S** in die Tabelle zu übernehmen.

	AS*BS:	CS*DS:
1	3,93	3,93
2	4,93	4,93
3	5,35	5,35
4	5,44	5,44
5	5,35	5,35
6	5,08	5,08
7	4,92	4,92
8	3,97	3,97
9		
10		

Analysieren der Daten.

31. Sie sehen, daß die Potenz des Punktes **S** mit zunehmender Entfernung vom Mittelpunkt immer kleiner wird, bis die Potenz den Wert Null annimmt. (Dies gilt solange Sie den Punkt **S** innerhalb des Kreises bewegen. Außerhalb des Kreises ist dies genau umgekehrt, obwohl die Invarianz-Eigenschaft weiterhin richtig ist.) Hat sich beim Verschieben des Punktes **S** einer der Werte wiederholt? Wo muß **S** liegen, damit seine Potenz gleich bleibt?

Unter Umständen müssen Sie die Tabelle vergrößern, um alle Werte sehen zu können. Schieben Sie die Tabelle im Zeichenfenster nach oben, damit die unteren Zeilen sichtbar werden.

Ändern der Tabelle. Löschen von Werten aus der Tabelle.

32. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Messen/Berechnen** das Werkzeug **Tabellieren**.
- Zeigen Sie auf die Tabelle, und klicken Sie. Ein Markierungsrahmen wird um die Tabelle angezeigt.
- Klicken Sie auf die erste Spalte einer Zeile. (Dies ist die Spalte mit den fortlaufenden Zeilennummern). Die gesamte Zeile ist grau markiert. Drücken Sie die LÖSCHTASTE, um die Werte dieser Zeile zu löschen. Die übrigen Werte rücken nach oben.
33. Klicken Sie auf die erste Zeile einer Spalte. (Dies ist die Zeile mit den Spaltenüberschriften.) Die gesamte Spalte ist grau markiert. Drücken Sie die LÖSCHTASTE, um die Werte der Spalte zu löschen. Die übrigen Spalten rücken nach links. Löschen Sie nach diesem Verfahren auch die übrigen Spalten.

	AS*BS:	CS*DS:
1	3,93	3,93
2	4,93	4,93
3	5,35	5,35
4	5,44	5,44
5	5,35	5,35
6	5,08	5,08
7	4,92	4,92
8	3,97	3,97
9		
10		

	AS*BS:	CS*DS:
1	3,93	3,93
2	4,93	4,93
3	5,35	5,35
4	5,44	5,44
5	5,35	5,35
6	4,92	4,92
7	3,97	3,97
8		
9		
10		

Animieren der Konstruktion.

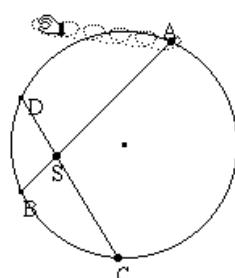
34. Sie können die Konstruktion animieren, um Daten automatisch in die Tabelle aufzunehmen.
- Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Text/Animation** das Werkzeug **Animation**. Bewegen Sie dann den + Cursor auf die Tabelle, bis die Meldung **Diese Tabelle** eingeblendet wird, um die Tabelle auszuwählen. Nach der Auswahl ist die Tabelle durch einen Markierungsrahmen hervorgehoben.

	AS*BS:	CS*DS:
1	3,43	3,43
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

35. Bewegen Sie den Cursor zu Punkt A, bis die Meldung **Dieser Punkt** eingeblendet wird. Drücken Sie die Maustaste und ziehen Sie den Cursor bei gedrückter Maustaste vom Punkt weg. Zwischen Cursor und Punkt erscheint die "Animationsfeder". Lassen Sie die Maustaste los, um die Animation zu starten. (Die "Animationsfeder" deutet die Richtung und relative Geschwindigkeit der Animation an.) Klicken Sie erneut, wenn Sie die Animation anhalten möchten.

Die Werte werden automatisch in der Tabelle aufgezeichnet.

Dieses Problem bietet noch zahlreiche weitere Aspekte, die Sie verfolgen können.



Definition und Anwendung eines Makros: Schachtelung regulärer Fünfecke

Problem: Aus regelmäßigen Figuren, die farbig gestaltet werden können, lassen sich interessante und ästhetisch wirkende Muster zusammensetzen; zum Beispiel aus regulären Polygonen, die ineinandergeschachtelt werden. In diesem Beispiel soll dies für reguläre Fünfecke ausgeführt werden. Dabei lernen wir Makros zu definieren und anzuwenden.

Vorbereitung.

1. Starten Sie die Software, falls erforderlich, oder wählen Sie aus dem Menü **Datei** den Befehl **Neu**, falls das Zeichenfenster bereits geöffnet. Gegebenenfalls werden Sie aufgefordert, Ihre bisherige Konstruktion zu speichern.



Konstruieren einer Strecke.

2. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Gerades** (dritte Schaltfläche) das Werkzeug **Strecke**. Um eine Strecke zu konstruieren, klicken Sie einmal bei jedem Endpunkt.

Tip: Wenn Sie nach dem Einfügen des ersten Endpunkts die UMSCHALTTASTE drücken, können Sie die Steigung der Strecke in 15-Grad-Schritten einstellen.

Teilen der Strecke in acht Abschnitte.

3. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Konstruieren** (fünfte Schaltfläche) das Werkzeug **Mittelpunkt**.



Bewegen Sie den Cursor auf die Strecke, bis er seine Form in ändert und die Meldung **Mittelpunkt von dieser Strecke** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal. Der Mittelpunkt des Segments wird angezeigt. Die Strecke ist in zwei gleichlange Hälften geteilt.

4. Um die Strecke in acht gleichlange Abschnitte zu teilen, müssen Sie sie nochmals halbieren usw.



Nehmen Sie die Teilung mit dem Werkzeug **Mittelpunkt** vor. Bewegen Sie den Cursor zum Mittelpunkt, bis er seine Form zu wechselt und die Meldung **Mitte zwischen diesem Punkt** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal. Bewegen Sie den Cursor zum rechten Endpunkt, bis er seine Form zu ändert und die Meldung **und diesem Punkt** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal. Der Mittelpunkt zwischen den beiden gewählten Punkten wird angezeigt. Damit hat die Strecke eine Viertelteilung.



Teilen Sie das am weitesten rechts befindliche Viertel erneut mit dem Werkzeug **Mittelpunkt**. Jetzt hat die Strecke eine Achtelteilung.

Definieren eines Makros zur Streckenteilung.

Um reguläre Fünfecke regelmäßig ineinander zu schachteln, müssen Sie einen Punkt auf jeder Seite eines regulären Fünfecks finden, der z.B. ein Achtel der Länge dieser Seite beträgt. Dies läßt sich durch die in den obengenannten Schritten gezeigte Streckenteilung lösen.

Makros werden vor allem verwendet, um wiederholende Aufgaben ökonomisch auszuführen. Auch die wiederkehrende Aufgabe der Einbeschreibung eines regulären Polygons läßt sich vorteilhaft von einem Makro ausführen.

Zur Definition eines solchen Makros müssen wir zuerst ein Makro für die Streckenteilung definieren. Um generell ein Makro zu erstellen, müssen Sie zunächst das/die Startobjekt(e) auswählen, anhand derer das/die Zielobjekt(e) definiert wird (warden). Danach wählen Sie das/die Zielobjekt(e) aus. Gegebenenfalls können Sie die Objektattribute so anpassen, wie sie in der endgültigen Konstruktion erscheinen sollen. Als letzten Schritt definieren Sie das Makro, um es in die Werkzeugbox **Makro** aufzunehmen. Damit kann das Makro verwendet werden.

Auswählen der Strecke als Startobjekt.

5. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Makro** (siebte Schaltfläche) das Werkzeug **Startobjekte**. Bewegen Sie den + Cursor auf die Strecke, bis die Meldung **Diese Strecke** eingeblendet wird. Klicken Sie, um die Strecke als Startobjekt auszuwählen. Die Streckenlinie scheint sich zu bewegen oder zu blinken (Markierungsumriß).



Auswahl des Punkts, der ein Achtel der Streckenlänge beträgt, als Zielobjekt.

6. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Makro** das Werkzeug **Zielobjekte**. Bewegen Sie den + Cursor auf den zweiten Punkt von rechts, bis die Meldung **Dieser Punkt** eingeblendet wird. Klicken Sie, um den Punkt als Zielobjekt auszuwählen, der daraufhin blinkt.
7. Jetzt können Sie bereits das Makro definieren. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Makro** das Werkzeug **Makro-name**. Ein Dialogfeld wird eingeblendet, in dem Sie einen Namen für das Makro eingeben können.
8. (Macintosh) Geben Sie mit der Tastatur "Strecke teilen" in das Feld **Name der Konstruktion**: ein. Wie Sie sehen, wechselt der Buchstabe im Feld **Symbol-Schriftart**: zu **S**. Dieser Buchstabe wird als Symbol in der Werkzeugbox **Makro** angezeigt und ermöglicht die Auswahl des Makros **Strecke teilen**.



(Windows und DOS) Überschreiben Sie im Feld **Name der Konstruktion**: den Standardnamen "Neue Konstruktion" mit dem Namen "Strecke teilen". Wenn Sie möchten, können Sie auch ein grafisches Symbol mit dem Ikonen-Editor für das Makro "Strecke teilen" entwerfen, das z.B. eine Strecke mit einem Teilstück zeigt.

Da das neue Makro einen Zwischenschritt in der Erstellung des Fünfecks darstellt, braucht es nicht eigens in einer Datei gespeichert werden. Um es dennoch in einer eigenen Datei zu speichern, aktivieren Sie die Option **Speichern**, so daß die Option mit einem "x." gekennzeichnet ist. Dies ist die einzige Möglichkeit, das Makro in einer separaten Datei zu speichern.

Macintosh



Windows und DOS



Hinweis: Um ein Makro benutzen zu können, braucht es nicht auf Diskette gespeichert zu werden. Als Bestandteil der Konstruktion wird es automatisch in der Konstruktionsdatei mitgespeichert.

9. Klicken Sie auf **OK**, um das Makro zu speichern.
10. Das Makro erscheint jetzt in der Werkzeugbox **Makro** unter dem Namen **Strecke teilen**. Diese Makro erstellt einen Punkt, der eine Strecke im Verhältnis 1 zu 8 teilt.

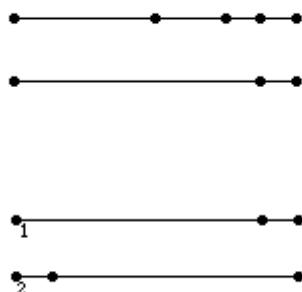
Hinweis: Makros mit einer Strecke als Startobjekt können auch auf die Seite eines Dreiecks, Polygons oder regulären Polygons angewandt werden.



Testen des Makros "Strecke teilen".

11. Zeichnen Sie mit dem Werkzeug **Strecke** aus der Werkzeugbox **Gerades** (dritte Schaltfläche) eine neue Strecke. Wählen Sie dann aus der Werkzeugbox **Makro** (siebte Schaltfläche) das Makro **Strecke teilen**.

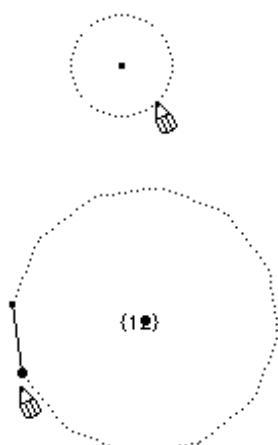
Bewegen Sie den Cursor auf die Strecke, bis die Meldung **Diese Strecke** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal. Das Makro fügt einen Punkt auf der Strecke ein, dessen Entfernung vom zweiten Endpunkt des Segments ein Achtel der Streckenlänge beträgt.



Hinweis: Die Ausführung von Makros erfolgt in der Reihenfolge der ursprünglichen Konstruktion. Konstruieren Sie eine andere Strecke, diesmal von rechts nach links (wenn Sie das Makro von links nach rechts konstruiert haben). Führen Sie dann das Makro **Strecke teilen** aus. Sie sehen, daß das Makro den Punkt jetzt in der Nähe des zweiten Endpunkts einfügt. Dies entspricht der ursprünglichen Definition des Makros.

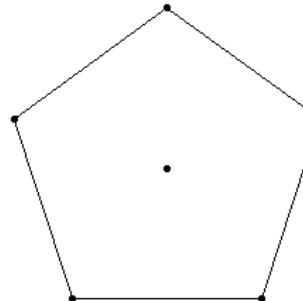
Konstruieren eines regulären Polygons.

12. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Gerades** (dritte Schaltfläche) das Werkzeug **Reguläres Polygon**. Bewegen Sie den Cursor an eine leere Stelle des Zeichenfensters. Klicken Sie, um den Mittelpunkt des regulären Polygons zu erstellen.
13. Bewegen Sie den Cursor vom Mittelpunkt weg. Ein Polygon-Umriss wird eingeblendet. Klicken Sie, um den Radius des regulären Polygons festzulegen. Verwenden Sie einen Radius zwischen 3 und 4 cm. Die Anzahl der Seiten des regulären Polygons wird neben dem Mittelpunkt angezeigt.



14. Bewegen Sie jetzt den Cursor im Uhrzeigersinn. Die Seitenanzahl erhöht sich. Stellen Sie die Seitenzahl fünf ein, und klicken Sie, um die Konstruktion abzuschließen. Ein reguläres Fünfeck wird angezeigt.

Wenn Sie den Cursor im Gegenuhrzeigersinn bewegen, wechselt die Anzahl der Seiten zu Bruchzahlen und das gezeichnete Polygon ist ein Stern-Polygon.

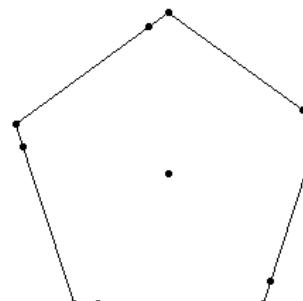


Anwenden des Makros "Strecke teilen".

15. Wählen Sie Ihr Makro **Strecke teilen** aus der Werkzeugbox **Makro** (siebte Schaltfläche).

Bewegen Sie den Cursor auf eine Seite des regulären Polygons, bis die Meldung **Diese Polygonseite** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal, um das Makro auszuführen. Ein Punkt wird auf der Seite des Fünfecks eingefügt.

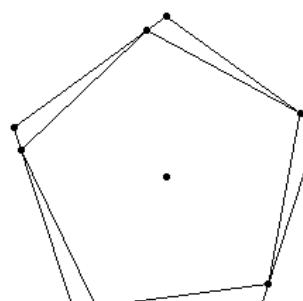
Wiederholen Sie diesen Schritt für alle anderen Seiten des Fünfecks.



Einbeschreiben des regulären Fünfecks.

16. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Gerades** (dritte Schaltfläche) das Werkzeug **Polygon**. Verbinden Sie jetzt mit dem Werkzeug **Polygon** die Punkte, die Sie mit dem Makro **Strecke teilen** erstellt haben. Gehen Sie dabei im Uhrzeigersinn vor. Verbinden Sie nicht die Eckpunkte des regulären Polygons.

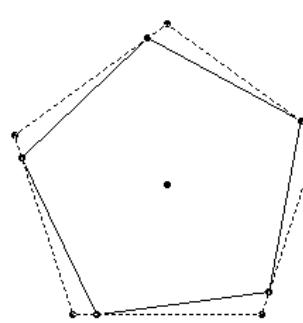
Wählen Sie nacheinander alle Punkte. Wählen Sie anschließend wieder den ersten Punkt, um das Polygon abzuschließen. Damit haben Sie ein einbeschriebenes reguläres Fünfeck konstruiert.



Definieren eines Makros zur Erstellung eines einbeschriebenen regulären Fünfecks.

17. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Makro** das Werkzeug **Start-objekte**. Wählen Sie das äußere reguläre Fünfeck als Start-objekt. Bewegen Sie den Cursor zum äußeren Fünfeck, bis die Meldung **Dieses reguläre Polygon** eingeblendet wird. Klicken Sie einmal. Das Fünfeck wird in einem Markierungsrahmen angezeigt.

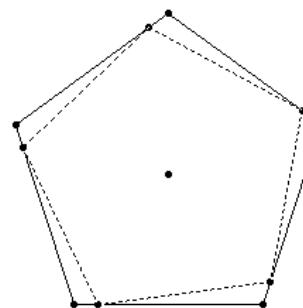
Hinweis: Objekte, die mit Makros erstellt wurden, können zur Erstellung anderer Makros verwendet werden. In unserem Beispiel wurden die vom Makro **Strecke teilen** erstellten Punkte in der Definition des neuen Makros verwendet.



Definition und Anwendung eines Makros: Schachtelung regulärer Fünfecke (Fortsetzung)

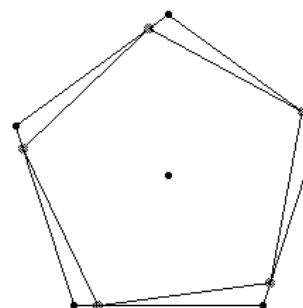
18. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Makro** das Werkzeug **Zielobjekte**. Wählen Sie das innere Fünfeck als Zielobjekt. Damit können Sie das Makro bereits definieren.

Hinweis: Ein Makro erzeugt sein Zielobjekt mit den bei der Definition aktiven Objektattributen. Die Attribute können vor der Auswahl von **Makroname** jederzeit geändert werden.



19. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Darstellen** (letzte Schaltfläche) das Werkzeug **Ausblenden/Zeigen**. Wählen Sie nacheinander alle Eckpunkte des Zielobjekts (also des inneren regulären Fünfecks).

Diese Punkte werden ausgeblendet, wenn das reguläre Fünfeck mit dem Makro erstellt wird.



20. Wählen Sie aus der Werkzeugbox **Makro** das Werkzeug **Makro-Name**. Ein Dialogfeld wird eingeblendet, in dem Sie einen Namen für das Makro eingeben können.

21. Geben Sie mit der Tastatur den Namen "Fünfeck" in das Feld **Name der Konstruktion:** ein.

Aktivieren Sie die Option **Speichern**, so daß die Option mit einem "x" gekennzeichnet ist. Damit wird das Makro zusätzlich zur automatischen Speicherung zusammen mit der Konstruktion auch in einer separaten Datei gespeichert.

Macintosh

*

Windows und DOS



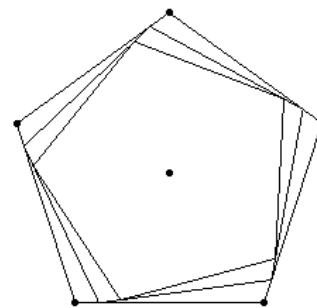
22. Um die zukünftige Verwendung des Makros zu erleichtern, können Sie eine Hilfemeldung und den Namen des ersten Zielobjekts angeben. In diesen Feldern können Sie die Funktionsweise des Makros dokumentieren. Geben Sie die entsprechenden Meldungen ein.

23. Klicken Sie auf **OK**, um das Makro zu speichern. Das Makro erscheint jetzt in der Werkzeugbox **Makro** unter dem Namen **Fünfeck**. Das Makro erzeugt ein beschriebenes reguläres Fünfeck.

Testen des Makros “Fünfeck”.

24. Wählen Sie das Makro **Fünfeck** aus der Werkzeugbox **Makro**. Zeigen Sie auf das innere Fünfeck, bis die Meldung **Dieses Polygon** eingeblendet wird. Klicken Sie, um ein neues einbeschriebenes Fünfeck innerhalb des gewählten Fünfecks zu erstellen.

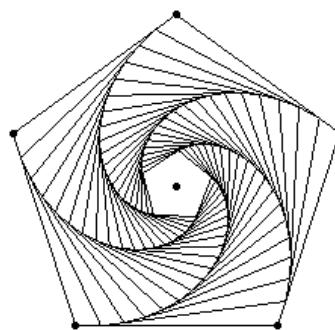
Arbeitet das Makro ordnungsgemäß? Wenn nicht, wiederholen Sie die Definition der Start- und Zielobjekte und die Auswahl der Attribute. Lassen sich die Probleme nicht beheben, liegt der Fehler wahrscheinlich in der ursprünglichen Konstruktion.



Wiederholte Ausführung des Makros “Fünfeck”.

25. Wenden Sie das Makro **Fünfeck** erneut auf die Konstruktion an. Zeigen Sie auf das innere Fünfeck, und klicken Sie, um ein weiteres Fünfeck zu erzeugen. Erstellen Sie weitere Fünfecke, bis Sie ein ähnliches Ergebnis wie in der nebenstehenden Abbildung erzielen.

Hinweis: Wenn die Konstruktion aus sehr vielen Objekten besteht wie hier, können Sie mit der Auswahllupe von Cabri Geometry II das jeweils zuletzt erstellte Objekt auswählen. Wenn der Cursor und die Meldung **Welches Objekt?** werden, können Sie sich eine Liste der verfügbaren Objekte einblenden lassen, indem Sie die Maustaste drücken und gedrückt halten. Zeigen Sie auf das letzte Objekt der Liste, und lassen Sie die Maustaste los, um das zuletzt erstellte Objekt auszuwählen. Wenn Sie sehr viele Objekte einfügen, erhöht sich auch die Antwortzeit Ihres Computers.



Mächtigere Makros.

Es ist auch möglich, mehrere Schritte in einem Makro zusammenzufassen. Erstellen Sie beispielsweise vier einbeschriebene Fünfecke, wählen Sie das ursprüngliche Fünfeck als Startobjekt und die restlichen Fünfecke als Zielobjekte. Das Makro wird dann bei jeder Ausführung vier einbeschriebene Fünfecke erzeugen.

Andere Linienentwürfe.

Versuchen Sie mit dieser Technik auch andere Linienmuster zu entwerfen.

Menübefehle

Datei

STRG+N	Neu	Öffnet eine neue Cabri Geometry II-Zeichnung.
STRG+O	Öffnen...	Öffnet eine als Datei gespeicherte Cabri Geometry II-Zeichnung.
STRG+S	Speichern	Speichert die aktuelle Cabri Geometry II-Zeichnung in der Datei, aus der sie geladen wurde.
	Speichern unter...	Speichert die aktuelle Cabri Geometry II-Zeichnung unter dem angegebenen Dateinamen.
	Wiederherstellen...	Ersetzt die aktuelle Zeichnung durch die zuletzt gespeicherte Version.
STRG+P	Zeichenblatt...	Zeigt die gesamte 1 mal 1 Meter große Zeichenfläche in verkleinerter Ansicht und ermöglicht die Auswahl eines anderen Ausschnitts.
	Seite einrichten... (Macintosh)	Ermöglicht die Festlegung der Papiergröße und Seitenorientierung (Hoch- oder Querformat) sowie weiterer Drucker-Optionen.
	Druckereinrichtung... (Windows, DOS)	Ermöglicht die Auswahl eines Druckers und die Festlegung der Drucker-Optionen.
	Drucken...	Druckt die aktuelle Seite (Macintosh, Windows, und DOS) oder die gesamte Zeichenfläche (nur Macintosh).
STRG+Q	Beenden	Beendet Cabri Geometry II.

Bearbeiten

STRG+Z	Rückgängig/ Wiederherstellen	Macht die letzte Aktion rückgängig oder stellt eine rückgängig gemachte Aktion wieder her.
STRG+X	Ausschneiden	Löschen des gewählten Objekts/der gewählten Objekte und Einfügen in die Zwischenablage.
STRG+C	Kopieren	Kopiert gewählte Objekt(e) aus der Zeichnung in die Zwischenablage.
STRG+V	Einfügen	Fügt den Inhalt der Zwischenablage in die aktuelle Zeichnung ein.
	Löschen	Löscht (entfernt) alle gewählten Objekte.
STRG+A	Alles auswählen	Wählt alle Objekte der Zeichnung aus.
	Konstruktion wiederholen	Spielt eine Konstruktion schrittweise ab.
STRG+F	Zeichnung auffrischen	Aktualisiert das Zeichenfenster; beseitigt übriggebliebene Spur -Objekte.

Optionen

	Attribute zeigen/-ausblenden	Blendet die Werkzeugleiste zur Einstellung der Objektattribute ein oder aus.
	Voreinstellungen...	Legt Voreinstellungen für die Zeichnungskonfiguration fest.
	Werkzeugmenü-Konfiguration...	Ermöglicht das Neuordnen oder Ausblenden von Menü-Elementen.

Hilfe

F1	Hilfe	Blendet eine Beschreibung des gewählten Werkzeugleisten-Symbols im Hilfefenster am unteren Rand des Cabri Geometry II-Bildschirms ein.
	Über Cabri II...	Zeigt Namen der Autoren, Copyright-Vermerke, Software-Version und andere Informationen über Cabri Geometry II an.

Shortcuts

+ oder -	<ul style="list-style-type: none">Erhöhen oder Erniedrigen der Anzeigegenauigkeit in Numerische Eingabe.Erhöhen oder Erniedrigen der Animationsgeschwindigkeit in Animation oder Animation mehrfach.Erhöhen oder Erniedrigen der Anzahl von Objekten zur Interpolation der gewählten Ortskurve.
UMSCHALTTASTE	<ul style="list-style-type: none">Stufung der Steigung von Geraden, Strahlen, Segmenten, Vektoren, Dreiecken, Polygonen oder Achsen in 15-Grad-Schritten.Stufung des Radius in 1-cm-Schritten beim Erstellen von Kreisen.Gleichzeitiges Auswählen mehrerer Objekte.
TABULATORTASTE	<ul style="list-style-type: none">Aufzeichnen neuer Werte in einer Tabelle.Ändern des Formats einer ausgewählten Gleichung.
EINGABETASTE	Starten einer Animation mehrfach .
Maustaste drücken und halten	Anzeigen aller direkt verschiebbaren (Basis- und unabhängigen) Objekte durch Blinken. Der Cursor muß sich auf einer freien Stelle befinden.
STRG und Ziehen des Mauszeigers	Verschieben des Zeichenfensters.
Doppelklicken	Aufrufen des entsprechenden Bearbeitungsfensters für Objektnamen, Kommentartexte, numerische Werten oder Tabellen.
Klicken	Aufrufen des Werkzeugs Zeiger (wenn sich der Cursor auf dem grauen Bereich der Werkzeugleiste befindet).
STRG+U	Blendet eine Liste der verfügbaren Einheiten ein, wenn das Werkzeug Numerische Eingabe gewählt ist.

Werkzeugeleisten-Befehle

Auswahlzeiger

	Auswahlzeiger	Objekte auswählen, bewegen und manipulieren.
	Drehen	Ein Objekt um einem zu wählenden Punkt oder sein geometrisches Zentrum drehen.
	Strecken	Ein Objekt von einem zu wählenden Punkt oder seinem geometrischen Zentrum aus strecken..
	Drehen und Strecken	Ein Objekt gleichzeitig drehen und strecken.

Punkte

	Punkt	Einen Punkt frei oder auf einem Objekt oder im Schnitt von zwei Objekten erzeugen.
	Punkt auf Objekt	Einen Punkt auf einem Objekt erzeugen.
	Schnittpunkt(e)	Einen Punkt im Schnitt zweier Objekte erzeugen.

Gerades

	Gerade	Eine Gerade durch einen Punkt und einer festzulegenden Richtung oder einen zweiten Punkt erzeugen.
	Strecke	Eine Strecke aus ihren Endpunkten erzeugen.
	Strahl	Einen Strahl aus seinem Anfangspunkt und einer Richtung erzeugen.
	Vektor	Einen Vektor aus seinem Anfangs- und Endpunkt erzeugen.
	Dreieck	Ein Dreieck aus seinen Eckpunkten erzeugen.
	Polygon	Ein Polygon erzeugen.(Der letzte Seite schließt zum ersten Eckpunkt.)
	Reguläres Polygon	Ein reguläres konvexes Poygon oder Sternpolygon aus seinem Zentrum und Umkreis erzeugen. Konvexes Polygon: rechts herum. Sternpolygon: links herum.

Gekrümmtes

	Kreis	Einen Kreis aus seinem Mittelpunkt und einem aufzuziehenden Radius oder Radiuspunkt erzeugen.
	Kreisbogen	Einen Kreisbogen aus einem Endpunkt, einem Radiuspunkt und einem zweiten Endpunkt erzeugen.
	Kegelschnitt	Einen Kegelschnitt aus fünf Punkten erzeugen.

Konstruieren

	Senkrechte	Gerade durch einen Punkt senkrecht zu einer Geraden, einer Strecke, einem Strahl, einem Vektor, einer Achse oder einer Polygonseite konstruieren.
	Parallele	Gerade durch einen Punkt parallel zu einer Geraden, einer Strecke, einem Strahl, einem Vektor, einer Achse oder einer Polygonseite konstruieren.
	Mittelpunkt	Punkt in der Mitte einer Strecke, einer Polygonseite oder zwischen zwei Punkten konstruieren.
	Mittelsenkrechte	Senkrechte durch die Mitte einer Strecke, einer Polygonseite oder zwischen zwei Punkten konstruieren.
	Winkelhalbierende	Halbierende eines Winkels aus Schenkel-, Scheitel-, Schenkelpunkt, konstruieren.
	Vektorsumme	Vektorsumme als Resultierende zweier Vektoren von einem auszuwählenden Punkt als Anfangspunkt aus konstruieren.
	Zirkel	Kreis um einen Punkt als Mittelpunkt, mit einer Strecke oder der Entfernung zweier Punkte als Radius konstruieren.
	Maß übertragen	Punkt frei beweglich konstruieren, der zu einem auszuwählenden Punkt die Entfernung hat, die durch eine Messung oder Zahl gegeben ist.
	Ortskurve	Menge von Objekten durch die Bewegung eines Punktes auf einem Objekt automatisch konstruieren.
	Punkt umdefinieren	Punkteigenschaft nach der ausgewählten Möglichkeit verändern.
	Objekt umdefinieren	Definiert einen Punkt, ein Objekt bzw. eine Linie um, die bereits definiert waren.

Abilden

	Geradenspiegelung	Ein Objekt an einer Geraden, einer Strecke, einem Vektor, einer Polygonseite oder einer Achse spiegeln.
	Punktspiegelung	Ein Objekt an einem Punkt spiegeln.
	Parallelverschiebung	Ein Objekt mittels eines Vektors verschieben.
	Drehung	Ein Objekt um einen Punkt mittels eines Winkelmaßes drehen.
	Streckung	Ein Objekt von einem Punkt aus mittels eines als Zahl gegebenen Faktors strecken.
	Kreisspiegelung	Ein Objekt an einem Kreis spiegeln.

Werkzeugleisten-Befehle (Fortsetzung)

Makro

	Startobjekte	Die Startobjekte, von denen aus die Zielobjekte konstruiert werden, auswählen.
	Zielobjekte	Die Zielobjekte auswählen, die durch Konstruktion aus den Startobjekten ergeben.
	Makroname	Die Dialogbox für die Benennung(einschließlich einer Ikone), den Hilfetext und die Sicherung des Makros öffnen.

Eigenschaftsprüfung

	Kollinear	Prüfen, ob drei Punkte auf derselben Geraden liegen.
	Parallel	Prüfen, ob zwei Geraden, Strecken, Strahlen, Vektoren, Achsen oder Polygonseiten parallel sind.
	Senkrecht	Prüfen, ob zwei Geraden, Strecken, Strahlen, Vektoren, Achsen oder Polygonseiten senkrecht sind.
	Entfernungsgleich	Prüfen, ob zwei Punkte zu einem dritten äquidistant sind.
	Element	Prüfen, ob ein Punkt auf einem Objekt liegt.

Messen/Berechnen

	Entfernung u. Länge	Entfernungen, Abstände, Längen oder Umfänge von entsprechenden Objekten messen.
	Fläche	Flächeninhalte von Polygonen, Kreisen und Ellipsen messen.
	Steigung	Steigungen von Geraden, Strecken, Strahlen und Vektoren messen.
	Winkel	Größe von Winkeln (jeweils gegeben durch Schenkel-, Scheitelpunkt und Schenelpunkt) messen.
	Gleichung u. Koordinaten	Koordinaten von Punkten oder die Gleichungen von Geraden, Kreisen und Kegelschnitten angeben.
	Berechnen	Mathematische Ausdrücke erzeugen und ihre Ergebnisse berechnen.
	Tabellieren	Tabellen erzeugen, um Messungen, Ergebnisse von Berechnungen oder Koordinaten zu tabellieren.

Text/Animation

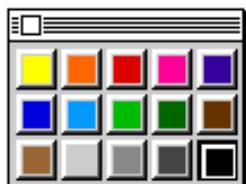
	Objektnamen	Einen Namen für Punkte, Geraden oder Kreise diesen Objekten hinzufügen.
	Text	Einen Text in der Zeichnung plazieren.
	Numerische Eingabe	Einen numerischen Wert erzeugen und bearbeiten nach Genauigkeit, Einheit, Zeichengröße, -format und -art.
	Winkelmarkierung	Einen Winkel mittels eines Winkelbogens markieren. (Ein Winkel ist durch Schenkel-, Scheitel-, und Schenkelpunkt gegeben.)
	Fixierung	Die Lage eines Punktes fixieren.
	Spur ein/ Spur aus	Die Spur eines ausgewählten Objektes erzeugen, wenn sich dieses bewegt. Spur ein- oder ausschalten.
	Animation	Automatisches Bewegen wie Verschieben, Drehen, Vergrößern und Verkleinern eines auszuwählenden Objektes in Gegenrichtung der zu spannenden Feder.
	Animation mehrfach	Animation von mehreren auszuwählenden Objekten. Zum Start der Animation <Return> drücken.

Darstellen

	Ausblenden/Zeigen	Ausblenden von auszuwählenden Objekten. Ausgeblendete Objekte zeigen.
	Objektfarbe	Die Farbe eines Objekts ändern.
	Füllen	Das Innere einer Tabelle, eines Textfeldes, eines Kreises oder eines Dreiecks dunkel färben.
	Liniendicke	Die Liniendicke eines Objekts ändern.
	Linienart	Die Linienart eines Objekts ändern.
	Objektdarstellung	Die Darstellung eines Objekts in der Attributpalette ändern.
	Achsen zeigen Achsen ausblenden	Die Standard-Achsen eines Koordinatensystems zeigen. Die Achsen ausblenden.
	Achsen neu	Die Achsen eines Koordinatensystems mittels dreier Punkte erzeugen. Der erste Punkt legt den Koordinatenursprung fest, der zweite die x-Achse mit ihrer Einheit, der dritte entsprechend die y-Achse.
	Gitter	Ein Gitter (mit Gitterpunktfang) einschalten, das zu dem ausgewählten Koordinatensystem passt.

Werkzeugleisten-Befehle (Fortsetzung)

Farbpalette



Liniendicke

	Feine Linien
	Mittlere Linien
	Starke Linien

Linienart

	Ausgezogene Linie
	Punktierte Linie
	Gestrichelte Linie

Punktarten

.	Klein
•	Mittel
●	Groß
○	Hohl (Nullenkreis)
✗	Kreuz
✚	Kreuz (quer)

Winkelmarkierung

	1 Winkelmarkierung
	2 Winkelmarkierungen
	3 Winkelmarkierungen

Streckenmarkierung

	Keine Markierung
	1 Strich
	2 Striche
	3 Striche

Kartesische und Polar- Koordinaten

	Kartesische Koordinaten
	Polarkoordinaten gemessen in Grad
	Polarkoordinaten gemessen in Gradient
	Polarkoordinaten gemessen in Radian

Textstile

	Normal
	Farbiger Hintergrund
	Umrahmt
	Farbig umrahmt