

WinGeom

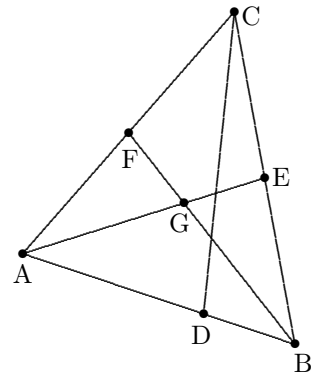
Anleitung

Man startet WinGeom mit einem Klick auf das Icon. Unter **Fenster/2-dim** (oder mit $F2$) erzeugt man sich eine Zeichenfläche; die anderen Menüeinträge werden hier nicht erläutert. Alle weiteren Erläuterungen beziehen sich auf das Menü des Fensters 2-dim. Angaben in **Fettschrift** weisen auf Einträge oder Schaltflächen hin, die mit der linken Maustaste angeklickt werden müssen, Angaben in *Schrägschrift* werden mit der Tastatur umgesetzt, z.B. *Eingabe*, *Escape* oder *Strg-W*. Text in normalen Anführungszeichen soll *genau so* eingetippt werden.

Grundlagen

1. Die linke und die rechte Maustaste haben unterschiedliche Funktionen, je nach dem, was im Menü **Maus** eingestellt ist. Der wichtigste Zeichenmodus ist **Strecken**. Stelle ihn durch Anklicken ein und *rechtsklicke* dann an drei verschiedenen Stellen im Fenster. Dadurch erscheinen drei Punkte mit den Namen A, B und C. Positioniere die Maus über A, drücke mit links und halte gedrückt, ziehe die Linie bis B und gib die Taste wieder frei. Jetzt ist die Strecke \overline{AB} zu sehen (wenn nicht, dann war der Zeiger nicht nahe genug bei B). Zeichne noch die Strecken \overline{AC} und \overline{BC} .

2. Erzeuge durch Rechtsklick auf der Strecke \overline{AB} einen weiteren Punkt namens D. Das Programm nimmt automatisch den nächsten noch freien Buchstaben des Alphabets. Der Rechtsklick ist *eine* Möglichkeit, einen Punkt auf der Strecke zu erzeugen. Eine weitere findet sich unter **Punkt/auf Strecke**. Gib „BC,AC“ bei »bezogen auf Strecke« ein, belasse den »Anteil« bei $1/2$ (also der Streckenmitte) und klicke auf **Setzen**. Dadurch erscheinen die Mittelpunkte E und F auf den entsprechenden Strecken. Schließe dieses Fenster durch *Escape* oder **Schließen**.



Zeichne mit Linksklicks die Strecken \overline{CD} , \overline{AE} und \overline{BF} , genau wie im ersten Schritt. Halte den Zeiger über dem Schnittpunkt von \overline{AE} und \overline{BF} und klicke rechts. Der Schnittpunkt sollte jetzt den Namen G tragen. In der Zeichnung hier befinden sich die Namen *neben* den Punkten und nicht *auf* ihnen; das soll jetzt nicht weiter stören, es wird später darauf eingegangen.

3. Versetze mit **Maus/Zugmodus** die Maustasten in einen anderen Modus. Zeige auf B (Punkt, nicht Name), klicke links (das ändert übrigens die Farbe von B), halte gedrückt und bewege die Maus ein wenig hin und her. Der Punkt B bewegt sich mit, während alle übrigen Punkte ihre Positionen beibehalten oder entsprechend anpassen. Vor allem bleiben E und F stets die Mittelpunkte ihrer Seiten und auch D behält sein Teilverhältnis bei. Alles ändert sich bei der Mausbewegung mit, bis man wieder loslässt. Man *zieht* also B gewissermaßen umher. Auch A oder C können entsprechend gezogen werden. Wenn man dagegen E oder F ziehen will, bewegt sich das Dreieck starr mit. Warum wohl? Bei D hat man wiederum Erfolg, allerdings lässt sich D nur entlang der Strecke \overline{AB} ziehen. Übrigens befindet sich der Schnittpunkt G von \overline{AE} und \overline{BF} im Allgemeinen *nicht* auch auf \overline{CD} .

4. Öffne mit **Messen** ein neues Fenster. Der Cursor blinkt bereits in der Eingabezeile. Schreibe „AD/AB“ (das Programm unterscheidet übrigens nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung) und drücke *Eingabe*. Jetzt wird sowohl im Messfenster als auch im Zeichenfenster das Verhältnis mit

aktuellem Wert angezeigt. Das wurde deshalb so eingerichtet, weil das Messfenster geschlossen werden muss, bevor man weiter zeichnen kann (drücke einfach *Escape*). Ziehe dann wieder D entlang \overline{AB} . Im Zeichenfenster kann die genaue Position jetzt abgelesen werden. Welcher Wert ergibt sich, wenn \overline{CD} über G liegt? Konnte man das erwarten?

5. Das Programm benennt neue Punkte nicht nur, es schreibt den Buchstaben auch direkt über dem Punkt. Messungen werden links oben im Zeichenfenster positioniert. Man kann dieses Verhalten ändern. Versetze erst durch **Maus/Text** die Maus in einen anderen Modus. Zeige auf den Buchstaben A und klicke rechts. Im neu erscheinenden Fenster kann der Name geändert werden; schreibe P in das Feld und bestätige mit *Eingabe*. Jetzt heißt der Punkt P. Ändere genauso B in Q. Allerdings ist jetzt das Verhältnis AD/AB »nicht definiert«, wie man der Anzeige entnehmen kann. Öffne durch **Messen** das Messfenster, wähle AD/AB aus und klicke auf **Löschen**. Schreibe PD/PQ in das Feld, drücke *Eingabe* und dann *Escape*.

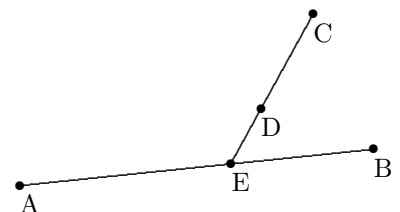
Es lassen sich auch die Positionen der Buchstaben verändern. Linksklicke einen Buchstaben, halte gedrückt, verschiebe den Zeiger ein wenig und gib die Taste wieder frei. Dadurch bewegt sich nur der Buchstabe, nicht der Punkt selbst. Man kann sehen, dass der Punkt eine eigene Markierung hat, üblicherweise ein kleiner Kreis oder Fleck, der nur eventuell unter dem Buchstaben verborgen ist. Mit **Bearbeiten/Namen/neben Punkten** oder *Strg-Pos 1* werden alle Buchstaben etwas neben die Punkte versetzt, was allerdings nur selten zu einem gänzlich zufriedenstellenden Ergebnis führt. Mit **Bearbeiten/Namen/auf Punkten** oder *Pos 1* werden alle Buchstaben wieder zentriert. Außerdem kann man unter **Bearbeiten/Namen/Schriftart** jeden gewünschten Zeichensatz einstellen.

6. Mit der Maus im Textmodus kann man mit Rechtsklicks neuen Text ins Zeichenfenster einfügen oder bestehenden Text bearbeiten. Die linke Taste wird benutzt, um solchen Text zu verschieben. Zum Beispiel kann man die Messung PD/PQ näher an die Strecke \overline{PQ} ziehen. Mit **Extras/Messungen/Rücksetzen** versetzt man alle Messungen wieder an ihre ursprüngliche Position.

7. Klicke **Datei/Neu** an, um mit einer leeren Zeichenfläche wieder neu zu beginnen. Klicke **Nein** bei der Frage, ob die Änderungen gespeichert werden sollen.

8. Versetze die Maus wieder in den Modus **Maus/Strecken**, erzeuge mit Rechtsklicks vier neue Punkte und mit der linken Maustaste die Strecken \overline{AB} und \overline{CD} . Versetze die Maus in den **Maus/Zugmodus** und ziehe Punkte so, dass sich die Strecken schneiden. Die folgende Variante der Schnittpunkterzeugung ist auch manchmal recht nützlich: Gib unter **Punkt/Schnittpunkt/von Geraden** in den Feldern „AB“ bzw. „CD“ ein und bestätige mit *Eingabe* oder **Setzen**. Hierdurch erscheint der neue Punkt E. Schließe das Fenster mit *Escape*.

9. Stelle sicher, dass **Extras/Fortsetzen** nicht aktiviert ist; klicke den Eintrag ggf. einfach an, dann verschwindet der Haken. Ziehe nun B so, dass sich die Strecken nicht mehr schneiden (Punkt E verschwindet). Aktiviere jetzt **Extras/Fortsetzen** durch Anklicken. Hierdurch wird die Strecke CD so weit fortgesetzt, bis wieder ein Schnittpunkt entsteht, ganz unabhängig davon, wohin die Punkte gezogen werden.



10. Klicke **Bearbeiten/Rückgängig** oder drücke *Strg-Z*. Dies nimmt den zuletzt ausgeführten Konstruktionsschritt wieder zurück, daher ist der Schnittpunkt E jetzt wieder verschwunden. Unter **Extras/Listen/Beschreibung** findet sich übrigens eine nummerierte Folge der einzelnen Schritte. Wenn man weiter zeichnet, während das Fenster geöffnet ist, werden die neuen Schritte allerdings nicht aufgenommen. Um auch sie zu sehen, muss man das Fenster schließen und erneut öffnen.

Einfache Kontruktionen

11. Starte mit **Datei/Neu** ein weiteres Mal von vorne und klicke dann **Punkt/Koordinaten**, um Punkte auf eine exakte Weise einzugeben. Schreibe bei »x =« den Wert „3“, bei »y =« den Wert „1“ hin und bestätige mit *Eingabe* (oder klicke auf **Setzen**). Der Punkt A(3; 1) ist erschienen. Erzeuge auch B(5; 2) und C(6; -5) und schließe das Eingabefenster. Klicke **Ansicht/Achsen/Achsen** oder drücke *Strg-A*, um die Koordinatenachsen ein- oder auszublenden.

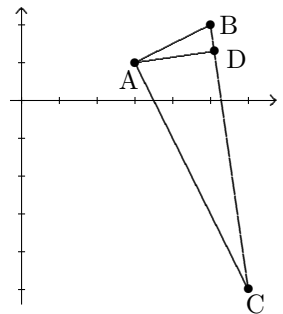
12. Die Maus befindet sich vermutlich noch im **Zugmodus**. Man kann dummerweise keinen der erzeugten Punkte ziehen, ohne das ganze Zeichenblatt zu bewegen. Das liegt daran, dass die Punkte mit exakten Koordinatenwerten angegeben wurden. Versetze die Maus jetzt in den Modus **Strecken** und zeichne das Dreieck ABC fertig.

13. Öffne das Fenster **Messen**. Schreibe „<ABC“ in die Eingabezeile und drücke *Eingabe*. Der Winkelbetrag ($\approx 72^\circ$) wird angezeigt. Wenn das Gradzeichen seltsam aussieht, ändert man am besten den Zeichensatz unter **Extras/Schriftarten/Messungen** auf *MS LineDraw* (wenn vorhanden). Das Kleiner-Zeichen steht für einen Winkel. „<B“ allein genügt allerdings nicht, denn das Programm benötigt auch die Angabe der Schenkel des Winkels.

Gibt man „ABC“ ein, wird der Flächeninhalt des Dreiecks angezeigt. Gibt man „AB+BC+CA“ oder „[per](ABC)“ ein, berechnet das Programm den Umfang des Dreiecks. In der Anzeige des Messfenster ist jetzt der Umfang farbig ausgewählt; durch Linksklick hebt man die Auswahl auf. Linksklicke dann die Winkelmessung. Mit **Verbergen** und **Zeigen** kann man die Anzeige im Zeichenfenster verschwinden und wieder erscheinen lassen. Schließe das Messfenster durch *Escape*.

14. Wenn man den Messungen auch gerne ansehen möchte, um welchen *Typus* von Wert es sich handelt, also *Länge*, *Fläche* oder *Winkel*, sollte man **Extras/Messungen/Typus anzeigen** aktivieren. Man muss allerdings das Zeichenfenster aktualisieren, bevor die Änderung sichtbar wird.

15. Wähle **Linie/Senkrechte/Höhe**, tippe „BC“ bei »senkrecht zu« ein und „A“ bei »vom Punkt«. Dadurch wird die Strecke \overline{AD} als Höhe des Dreiecks durch A auf BC konstruiert, d.h. dass $\sphericalangle ADB$ und $\sphericalangle ADC$ rechte Winkel sind. Schließe das Fenster mit *Escape*.



16. Öffne wieder das **Messen**-Fenster. Tippe „D“ ein und bestätige mit *Eingabe*. Jetzt werden die Koordinaten (5, 1; 1, 3) des Punktes angezeigt (in englischer Notation). Prüfe durch Eingabe des Winkels, dass $\sphericalangle ADB$ wirklich 90° beträgt, und schließe das Messfenster mit *Escape* wieder. Unter **Extras/Listen/Linien** findet sich eine Aufzählung aller Punktombinationen, die auf einer Geraden liegen (z.B. AC oder CDB), samt der zugehörigen Geradengleichung, falls die Koordinatenachsen eingeschaltet waren. Entferne das Fenster durch **Schließen** wieder.

17. Wer die Mausfunktionen gerne im Blick haben möchte, sollte unter **Maus/Modusleiste** das gleichnamige Fenster öffnen. Die derzeitige Belegung der Maustasten ist angezeigt und kann leicht geändert werden. Zudem ist die Modusleiste beliebig positionierbar. Versetze die Maus in den **Zugmodus**. Wie man schon weiß, bewegt der Versuch, einzelne Punkte zu ziehen, einfach nur das ganze Zeichenblatt hin und her. Verschiebe jetzt auf diese Weise einzelne Punkte über den Fensterrand hinaus, dass sie nicht mehr sichtbar sind (wenn das Fenster nicht bildschirmgroß ist, kann so auch das ganze Dreieck verschwinden). Mit den *Pfeiltasten* kann man übrigens den Bildausschnitt ebenfalls verschieben. Ein Klick auf **Ansicht/Fenster anpassen** oder *Strg-W* zentriert die Ansicht wieder so, dass alle gezeichneten Teile sichtbar sind. Auch die Messungen werden wieder zurechtgerückt.

Knick im Blatt

18. Starte mit **Datei/Neu** ein weiteres Mal von vorne. Falls die Koordinatenachsen noch sichtbar sind, verstecke sie mit *Strg-A*. Klicke **Objekt/Vieleck/Parallelogramm** an, gib der ersten »Seite« die Länge 12, dem »Winkel« den Betrag 90° und der zweiten »Seite« die Länge 4. Nach *Eingabe* oder einem Klick auf **OK** sieht man das Rechteck ABCD. Es ist dreimal so breit wie hoch, vielleicht passt es daher nicht gut ins Fenster. Man kann aber das Zeichenfenster wie jedes andere auch vergrößern. Versetze die Maus in den Modus **Strecken** und rechtsklicke über \overline{AB} , um den Punkt E zu erzeugen. E sollte näher an B als an C liegen. Zeichne dann mit links die Strecke \overline{CE} .

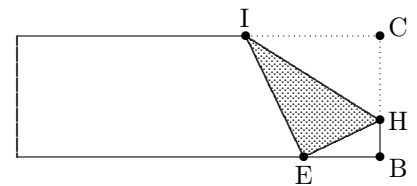
19. Klicke **Linie/Senkrechte/Mittelsenkrechte**, tippe „CE“ in die Eingabezeile ein und bestätige mit *Eingabe*. Die Mittelsenkrechte FG verläuft durch den neu erzeugten Mittelpunkt F der Seite \overline{CE} , außerdem müsste sie auch die Seiten \overline{BC} und \overline{CD} schneiden. Benenne mit Rechtsklick diese Schnittpunkte als H (auf \overline{BC}) und I (auf \overline{CD}). Zeichne dann mit links noch die Strecken \overline{EH} und \overline{EI} .

20. Es wird Zeit, ein bisschen aufzuräumen. Die Punkte F und G werden nicht mehr benötigt. Klicke also **Bearbeiten/Löschen/Punkte**, tippe „FG“ ein und bestätige mit *Eingabe*. Klicke **Bearbeiten/Löschen/Linien**, tippe „CE,CH,CI“ ein und bestätige wieder mit *Eingabe*. Die Gerade HI soll noch zur Strecke werden, klicke dazu **Linie/Verlängerung** an, tippe „HI,IH“ ein und bestätige ein drittes Mal. Hierdurch werden die Strahlen HI und IH abgestellt. Übrigens kann man genauso Strahlen hinzufügen.

21. Richte mit der linken Maustaste die Strecken \overline{DI} , \overline{CI} , \overline{CH} und \overline{BH} ein. Dieser sonderbar anmutende Wunsch wird gleich erklärt. Klicke **Bearbeiten/Hervorheben/Linien** an, schreibe „CH,CI“ in die Eingabezeile, klicke **Stil** so lange an, bis »Punkt« erscheint, und anschließend auf **Anwenden**. Der Punkt I hatte unabhängig von der Strecke \overline{CD} werden sollen (deshalb musste man die Strecken löschen und abschnittsweise neu zeichnen), weshalb sich die gepunktete Linie nicht auch auf DI ausgedehnt hat. Schließe das Attributsfenster mit einem Klick auf das Kreuz rechts oben.

Klicke **Bearbeiten/Hervorheben/Flächen färben** an, wähle als »Füllfarbe« im gleichnamigen Fenster Rot aus, klicke auf »Vieleck« (ist normalerweise schon ausgewählt), schreibe in die Zeile rechts daneben „EHI“ und klicke auf **Füllen**. Schließe dieses Fenster und zentriere das Bild mit *Strg-W* so, was etwa wie die Zeichnung unten aussehen sollte.

22. Diese Konstruktion soll so aussehen, als ob bei einem rechteckigen Blatt Papier die eine Ecke C auf die passende Stelle E auf der unteren Seite geknickt worden wäre. Die gepunkteten Strecken deuten die frühere Lage des Blattes an, durch die rote Farbe soll die Unterseite gekennzeichnet sein.



23. Für das Folgende sollte **Extras/Fortsetzen** aktiviert sein. Späteshalber kann man im **Zugmodus** mit der linken Taste den Punkt E ein bisschen hin und her bewegen, um zu sehen, dass die Konstruktion *wirklich* ein solcher Knick sein könnte. Bewege die Maus aber langsam! Wer Lust hat, denkt darüber nach, warum das eigentlich so ist. Wenn E zu nahe an B rückt oder zu weit entfernt wird, bricht die Zeichnung zusammen, denn H muss auf \overline{BC} und I auf \overline{CD} bleiben.

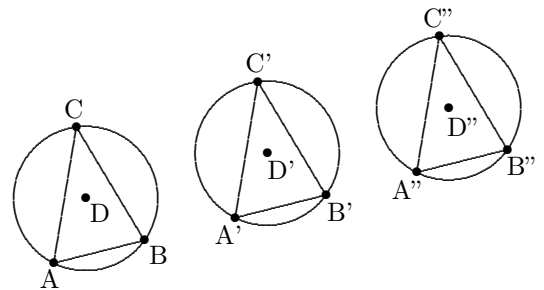
24. Öffne das **Messen**-Fenster, gib nacheinander die Winkel „ $\angle BHE$ “ und „ $2\angle HIC$ “ ein und schließt das Fenster mit *Escape*. Bewege E wieder ein bisschen. Offensichtlich haben die Winkelbeträge immer den selben Wert, ganz unabhängig davon, wo sich E gerade befindet. Mit ein bisschen Überlegen kommt man darauf, warum das so ist!

Abbildungen

25. Starte mit **Datei/Neu** ein weiteres Mal von vorne. Eigentlich könnte man auch einfach wieder auf **2-dim** im Hauptfenster klicken, um ein zusätzliches Zeichenfenster zu erzeugen, für diese Anleitung ist das aber nicht nötig. Klicke **Objekt/Zufällig/Dreieck** an. Mit diesem einen Klick hat man sofort drei Punkte zufällig gesetzt und durch Strecken verbunden.

26. Klicke **Kreis/Umkreis** an. Im Fenster, das sich daraufhin öffnet, dürfte in der Eingabezeile als Dreieck bereits „ABC“ stehen, drücke also einfach *Eingabe*. Das Programm konstruiert den Umkreis, der durch alle Ecken des Dreiecks führt. Das Umkreiszentrum heißt D. Damit das Programm Kreise erkennen kann, muss immer das Zentrum und mindestens ein beliebiger Punkt auf dem Umfang angegeben sein. Wollte man D löschen, müsste also auch der Kreis verschwinden. Hier schiebt das Programm einen Riegel vor, damit das nicht versehentlich geschieht, wie man leicht prüfen kann: Tippe unter **Bearbeiten/Löschen/Punkte** den Punkt D und *Eingabe* ein. Der Hinweis verschwindet mit **OK** oder *Eingabe*. Dieser Schutz gilt natürlich auch für den letzten verbleibenden Punkt auf dem Umfang.

27. Klicke **Abbilden/Verschieben** an, schreibe „2“ bei »mit dem Vielfachen« und „AB“ bei »des Vektors«, falls es nicht ohnehin schon dort steht. Die »Punkte« dürfen so bleiben, wie sie sind, denn es sind alle gezeichneten Punkte angeführt, und genau darauf bezieht sich die Konstruktion. Nach *Eingabe* kann man sehen, dass die komplette Figur um das Doppelte des Vektors \overrightarrow{AB} in dessen Richtung verschoben wurde. Das Zeichenblatt enthält jetzt zwei Dreiecke, zwei



Kreise und acht Punkte. Die neuen vier Bildpunkte tragen die selben Namen wie ihre Urbilder, allerdings mit einem Strich. Mit **Abbilden/Wiederholen** oder *F7* wird die gleiche Abbildungsvorschrift auf das zuletzt erzeugte Bild angewendet. Das Zeichenblatt sollte jetzt ungefähr so aussehen wie in der Zeichnung. Wenn man die Attribute der Zeichnung verändert hat, also z.B. gestrichelte oder grüne Linien vorkommen, werden auch diese Attribute mit abgebildet, sofern **Abbilden/Attribute kopieren** aktiviert ist. Das gilt entsprechend auch für die **Färbung**.

28. Mit der Maus im **Zugmodus** kann Punkt C hin und her gezogen werden. Auch alle Abbildungen ändern sich entsprechend. Dabei gibt es einen großen Unterschied, wenn man den Punkt B zieht, weil die Abbildung ja als Vielfaches von \overrightarrow{AB} festgelegt wurde. Probiere ruhig ein bisschen aus. Übrigens kann man keinen Punkt außer A, B, oder C ziehen, ohne das ganze Zeichenblatt zu bewegen. Wieso ist das eigentlich gar nicht so erstaunlich?

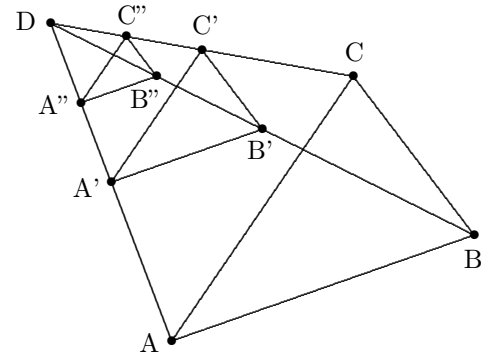
29. Klicke nochmal auf **Abbilden/Verschieben**, tippe wieder „2“ bei »mit dem Vielfachen«, diesmal aber „AC“ bei »des Vektors« ein, belasse die »Punkte«, wie sie sind, und bestätige mit *Eingabe*. Wiederhole die Abbildung mit *F7*. Jetzt sollten neun Dreiecke, neun Kreise und 36 Punkte zu sehen sein (*Strg-W* könnte den Ausschnitt verbessern). Dem Programm gehen die Striche zum Benennen der Bildpunkte aus, weshalb es auf Indizes ausweicht. Mit so vielen Namen auf dem Bildschirm ist manchmal die Zeichnung selbst nicht mehr gut zu sehen, weshalb man mit *Strg-L* oder unter **Bearbeiten/Namen/Buchstaben an/aus** die Bezeichnungen verschwinden (und natürlich auch wieder erscheinen) lassen kann. Stelle die Namen aus und drücke mehrfach hintereinander *Strg-D* bzw. klicke **Bearbeiten/Namen/Punktart** an. Mit diesem Trick lässt sich die Markierung selbst anpassen, je nach Wunsch als Punkt, offener Kreis, Kreuz, als X oder auch durch gar nichts. Erzeuge offene Kreise, klicke **Bearbeiten/Namen/Punktgröße** an, gib eine einstellige Zahl ein und bestätige mit *Eingabe*. Als Standard für die Punktgröße ist 4 vorgesehen, das Programm merkt sich aber davon abweichende Wünsche.

Streckungen

30. Starte mit **Datei/Neu** ein weiteres Mal von vorne. Zeichne mit **Objekt/Zufällig/Dreieck** wieder ein beliebiges Dreieck. Versetze die Maus in den Modus **Strecken** und erzeuge mit einem Rechtsklick einen Punkt D ein gutes Stück vom Dreieck entfernt. Öffne mit **Abbilden/Strecken** das Fenster für diese Art der Abbildung. Übrigens öffnet sich auch bei **Abbilden/Drehen** genau das selbe Fenster; das Programm bietet in einem Fenster beide Arten der Abbildung, die man dadurch auch gleich kombinieren kann. Jetzt geht es um eine reine Streckung, also belässt man „0.0“ bei »Winkel«. Tippe „ABC“ bei »Punkte« ein, „D“ bei »Zentrum«, „0.5“ (mit Punkt, nicht Komma) bei »Streckfaktor« und bestätige mit *Eingabe*. Wiederhole die Abbildung mit *F7*.

31. Zeichne mit der linken Maustaste die Strecken \overline{DA} , \overline{DB} und \overline{DC} . Es sieht so aus, als ob A' und A'' auf \overline{DA} liegen. Natürlich weiß man, dass das stimmt, weil ja jede zentrische Streckung diese Eigenschaft hat. Dem Programm aber wurde nicht zugleich mitgeteilt, dass die Punkte auf dieser Strecke liegen. Leider beherrscht es noch nicht einmal einfache Lehrsätze der Geometrie, erkennt also nicht, dass A' und A'' auf \overline{DA} liegen. Das kann man leicht prüfen, indem man **Bearbeiten/Löschen/Linien** anklickt und „AA'“ zu löschen versucht. In der Zeichnung bewegt sich nichts vom Fleck. Die Striche für die Bildpunkte gibt man übrigens mit der Taste rechts neben \ddot{A} ein, die Indizes erhält man mit einem Unterstrich, also z.B. „A_1“.

32. Die Zeichnung sollte ungefähr so aussehen wie die Variante rechts. Versetze die Maus in den **Zugmodus** und ziehe die anfänglichen Punkte (A, B, C und D) beliebig auf dem Zeichenblatt herum. Wie man gut sehen kann, sind die Änderungen an der Figur beim Zug von D deutlich verschieden von denen, die entstehen, wenn man A, B oder C bewegt.



33. Sollte **Abbilden/Namen anpassen** aktiviert sein, deaktiviere es durch Anklicken. Wähle **Abbilden/Verschieben** an, schreibe „ABC“ bei »Punkte«, „1“ bei »mit dem Vielfachen«, „AB“ bei »des Vektors« und bestätige mit *Eingabe*. Das neu erschienene Dreieck dürfte $A_0B_0C_0$ heißen und muss wegen der eben ausgeführten Abbildung an A_0 mit B übereinstimmen. Trotzdem hat das Programm für ein und denselben Punkt jetzt zwei verschiedene Namen benutzt. Es hält die Punkte grundsätzlich auch auseinander, denn die Koordinaten mussten berechnet werden und könnten sich ja in der zwanzigsten Nachkommastelle unterscheiden! In einer solchen Situation könnte man geneigt sein, dem fehlenden Verständnis des Programms auf die Sprünge zu helfen, und das geht so: Klicke **Bearbeiten/Rückgängig** an oder drücke *Strg-Z*, aktiviere wieder **Abbilden/Namen anpassen** und stelle die Rücknahme der Konstruktion durch **Bearbeiten/Wiederholen** oder *Strg-Y* wieder her. Jetzt ist von A_0 nichts mehr zu sehen. Das Programm hat jetzt die Erlaubnis, sehr nahe beieinander liegende Punkte als identisch zu betrachten.

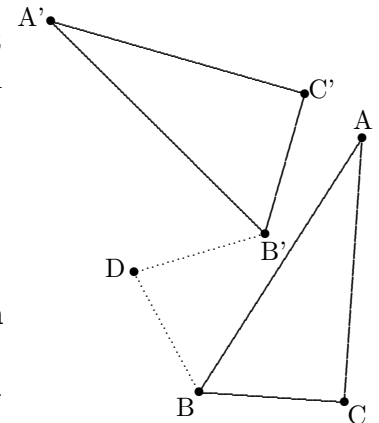
Animierte Drehung

34. Starte mit **Datei/Neu** ein weiteres Mal von vorne. Erzeuge durch Anklicken ein **Objekt/Zufällig/Rechtwinkliges Dreieck** (achte auf rechtwinklig!). Die Winkel unterliegen zwar dem Zufall, jedoch können die Ecken trotzdem nicht unabhängig voneinander gezogen werden. Versuche es — das Dreieck bewegt sich nur völlig starr. Es soll ja auch rechtwinklig bleiben.

35. Versetze die Maus in den Modus **Strecken** und erzeuge irgendwo außerhalb des Dreiecks durch Rechtsklick einen weiteren Punkt D. Klicke **Abbilden/Drehen** an, tippe „ABC“ bei »Punkte«, „D“ bei »Zentrum« und „90#“ bei »Winkel« ein (Eingabe mit Kreuz!). Der »Streckfaktor« bleibt bei „1.0“, weil ja nicht auch gestreckt werden soll. Nach *Eingabe* ist das Dreieck offensichtlich um den Punkt D gedreht worden. Der Drehbetrag hängt vom Parameter # ab. Bevor er im nächsten Abschnitt erläutert wird, schätze erst einmal, wie groß der Winkelbetrag ist.

36. Klicke **Anim/Regler#** an. Im neu erscheinenden Reglerfenster wird der aktuelle Wert der Variable # angezeigt. Die Variablen müssen so seltsame Namen tragen, weil Buchstaben schon für die Punkte vergeben sind. Um den Wert zu ändern, kann man erstens einfach eine andere Zahl, z.B. „0.5“, in die Eingabezeile schreiben und mit *Eingabe* bestätigen. Auch die Figur ändert sich entsprechend der Eingabe, in diesem Fall ist jetzt eine Drehung um 45° um das Zentrum D zu sehen. Das Reglerfenster weist unter der Eingabezeile einen Schieberegler auf, an dessen Seiten kleine Pfeile sind. Klicke einen dieser Pfeile mit links an. Dadurch verschiebt sich der Regler, die Zahl wird angepasst und die Figur dreht sich wieder. Der Schieberegler kann auch gleich selbst mit der linken Maustaste hin und her verschoben werden, wobei man die Taste gedrückt halten muss. Klickt man auf **Autorev**, verschwindet zwar das Reglerfenster, der Schieberegler wird aber im Hintergrund automatisch von Anfang zum Ende und dann wieder zum Anfang usw. gespult. In der Titelzeile des Zeichenfensters stehen Hinweise, wie die Animation verändert werden kann, vor allem, dass man sie mit dem Tastendruck A für Abbruch wieder beendet. Betrachte sie eine Weile und drücke dann A.

37. Klicke **Linie/Strecke** an, tippe „B'DB“ ein und bestätige mit *Eingabe*. Auch die Attribute der gezeichneten Strecken $\overline{B'D}$ und \overline{DB} soll noch verändert werden. Klicke **Bearbeiten/Hervorheben/Linien** an, tippe wieder „B'DB“ ein, klicke den **Stil** durch, bis »Punkte« erscheint, und bestätige mit *Eingabe*. Schließe das Attributfenster durch *Escape*. Die Figur sollte so aussehen wie die Zeichnung rechts.



38. Schalte **Extras/Negative Winkel** und **Extras/Uhrzeigersinn** aus, falls sie aktiviert sein sollten. Öffne durch **Messen** das Messfenster, tippe „#“ ein und bestätige mit *Eingabe*. Tippe dann „90#“ ein und bestätige. Tippe schließlich noch „<B'DB“ ein, bestätige und schließe das Fenster mit *Escape*. Erkläre, wieso die beiden Werte übereinstimmen. Öffne das Regler#-Fenster, ändere den Wert von # und betrachte die Auswirkungen auf dem Zeichenblatt.

39. Aktiviere ggf. **Abbilden/Namen anpassen**. Klicke **Abbilden/Drehen** an, tippe „A'B'C“ bei »Punkte«, „D“ bei »Zentrum«, „90#“ bei »Winkel« ein und bestätige mit *Eingabe*. Das Dreieck A'B'C ist erschienen. Drücke die Taste F7 vier Mal hintereinander. Jetzt müssten insgesamt sieben Dreiecke zu sehen sein, das letzte mit der Bezeichnung $A_3B_3C_3$.

40. Tippe „2/3“ in die Zeile des Regler#-Fensters und bestätige mit *Eingabe*. Erkläre, weshalb jetzt plötzlich nur noch *sechs* Dreiecke zu sehen sind. Wohin ist $A_3B_3C_3$ verschwunden? Kleiner Hinweis: es lohnt sich, auch einmal „0.6“ einzutippen.

Details zu Dreiecken

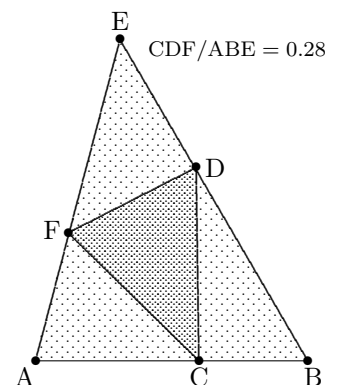
41. Starte mit **Datei/Neu** ein weiteres Mal von vorne. Klicke **Objekt/Strecke** an und bestätige zweimal mit *Eingabe*. Die erschienene Strecke hat die Länge 1. Klicke **Linie/Winkel/Neuer Winkel** an, tippe „AB“ bei »Anfangsstrecke« und „75“ bei »Winkelbetrag« ein und klicke auf **Zeichne**. Das erzeugt den Strahl AC. Jetzt tippe „BA“ bei »Anfangsstrecke« und „-60“ bei »Winkelbetrag« ein und klicke wieder auf **Zeichne**. Das erzeugt den Strahl BD. Negative Eingaben beim Winkelbetrag werden als Drehung *mit* dem Uhrzeigersinn verstanden. Wäre auch ein *positiver* Wert möglich?

42. Der Schnitt der beiden Strahlen könnte außerhalb des sichtbaren Bereichs liegen. Trotzdem kann man den Schnittpunkt durch Anklicken von **Punkt/Schnittpunkt/von Geraden** und Eingabe von „AC“ und „BD“ (nicht „DB“!) erzeugen. Schnittpunkt E ist auch automatisch zu sehen.

43. Die Winkel des Dreiecks umfassen 75° , 60° und 45° . Stelle das Dreieck fertig durch **Bearbeiten/Löschen/Punkte** und Eingabe von „CD“ sowie **Linien/Verlängerung** und „AE, BE“.

44. Tippe „0.6“ in die Zeile des Regler#-Fensters und bestätige mit *Eingabe*. Dann klicke **Punkt/ auf Strecke**, was unzählige Möglichkeiten der Animation und Veränderung bietet. Tippe beispielsweise „AB, BE, EA“ bei »bezogen auf Strecke« ein. Der »Anteil« steht auf „1/2“, das würde also die Mittelpunkte der Strecke erzeugen. Stattdessen tippt man „#“ ein und bestätigt mit **Setzen**. Punkt C liegt jetzt auf \overline{AB} und zwar 60% entlang des Weges, ebenso D auf \overline{BE} und F auf \overline{EA} .

45. Versetze die Maus in den Modus **Strecken** und verbinde mit der linken Taste die Ecken des Dreiecks CDF. Übrigens hat das Programm gleich bei der ersten Gelegenheit die schon gelöschten Namen C und D wiederverwendet. Klicke **Bearbeiten/Hervorheben/Flächen färben** an, tippe „ABE“ bei »Vieleck« ein, wähle im Farbfenster Gelb aus und bestätige mit **Füllen**. Das große Dreieck ist jetzt gelb gefärbt. Tippe jetzt „CDF“ bei »Vieleck« ein, wähle im Farbfenster Rot aus und bestätige mit **Füllen**. Nachfolgende Färbungen sind *verdeckend*, deshalb war das große Dreieck zuerst an der Reihe. Schließe das Fenster wieder. Die Zeichnung müsste ziemlich genau so aussehen, wie rechts zu sehen ist.



46. Öffne das **Messen**-Fenster, erfrage das Verhältnis der Flächeninhalte von „CDF/ABE“ (wie gesagt, auch Kleinschreibung wird akzeptiert) und schließe das Fenster wieder. Im Zeichenfenster ist angezeigt, dass das kleine Dreieck CDF 28% des größeren Dreiecks ABE verdeckt.

47. Vielleicht werden nicht genügend Nachkommastellen angezeigt? Klicke **Bearbeiten/Nachkommastellen** an, gib eine natürliche Zahl unter 19 ein und bestätige mit *Eingabe*. Das neue Zahlenformat wird angezeigt, sobald man das Zeichenfenster aktualisiert, also zum Beispiel einmal über **Ansicht/Zoom/Hinaus** (oder *Bild auf*) und **Ansicht/Zoom/Hinein** (oder *Bild ab*) das Bild kurz verkleinert und vergrößert. Auch eine Änderung des Parameters # genügt schon.

48. Rate, welchen Wert das Verhältnis wohl haben wird, wenn die Ecken auf den Seitenmitten liegen. Stelle dann „0.5“ für den Regler # ein, um die Einschätzung zu überprüfen. Kann es sein, dass das Dreieck CDF genau 50% des Dreiecks ABE überdeckt?

49. Klicke in die Titelzeile des Zeichenfensters, um es zum aktiven Fenster zu machen, beseitige dann durch *Strg-L* die Buchstaben und durch (möglicherweise mehrmaliges Drücken von) *Strg-D* die Markierungen der Punkte. Klicke dann auf **Autorev** im Regler#-Fenster. Denke daran: die Animation lässt sich mit *A* beenden!