

Hilfe für GeoGebra 2.5

Markus Hohenwarter, www.geogebra.at

4. Mai 2005

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Was ist GeoGebra?	5
2 Beispiele	6
2.1 Dreieck mit Winkeln	6
2.2 Geradengleichung $y = k x + d$	6
2.3 Schwerpunkt dreier Punkte A, B, C	7
2.4 Strecke AB im Verhältnis 7 : 3 teilen	8
2.5 Lineares Gleichungssystem in zwei Variablen	8
2.6 Tangente an eine Funktion in x	8
2.7 Kurvendiskussion	9
2.8 Integralrechnung	9
3 Geometrische Eingabe	11
3.1 Allgemeines	11
3.1.1 Kontextmenü	11
3.1.2 Anzeigen und Ausblenden	11
3.1.3 Spur	12
3.1.4 Vergrößern / Verkleinern	12
3.1.5 Achsenskalierung	12
3.1.6 Konstruktionsprotokoll	12
3.1.7 Umdefinieren	12
3.2 Modi	13
3.2.1 Allgemeine Modi	13
3.2.2 Punkt	14
3.2.3 Vektor	15
3.2.4 Strecke	15
3.2.5 Strahl	15
3.2.6 Vieleck	16
3.2.7 Gerade	16
3.2.8 Kegelschnitt	17
3.2.9 Bogen und Sektor	18

3.2.10	Zahl und Winkel	18
3.2.11	Ortslinie	19
3.2.12	Geometrische Abbildungen	19
3.2.13	Texte	20
3.2.14	Bilder	21
3.2.15	Eigenschaften von Bildern	21
4	Algebraische Eingabe	23
4.1	Allgemeines	23
4.1.1	Werte ändern	23
4.1.2	Animation	23
4.2	Direkte Eingabe	24
4.2.1	Zahlen und Winkel	24
4.2.2	Punkte und Vektoren	25
4.2.3	Gerade	25
4.2.4	Kegelschnitt	25
4.2.5	Funktion von x	26
4.2.6	Arithmetische Operationen	26
4.3	Befehle	27
4.3.1	Allgemeine Befehle	28
4.3.2	Zahl	28
4.3.3	Winkel	29
4.3.4	Punkt	30
4.3.5	Vektor	32
4.3.6	Strecke	32
4.3.7	Strahl	33
4.3.8	Vieleck	33
4.3.9	Gerade	33
4.3.10	Kegelschnitt	35
4.3.11	Funktion	36
4.3.12	Bogen und Sektor	36
4.3.13	Bild	37
4.3.14	Ortslinie	37
4.3.15	Geometrische Abbildungen	38
5	Drucken und Export	40
5.1	Drucken	40
5.1.1	Zeichenblatt	40
5.1.2	Konstruktionsprotokoll	40
5.2	Zeichenblatt als Bild exportieren	40
5.3	Zeichenblatt in Zwischenablage	41
5.4	Konstruktionsprotokoll als Webseite	41
5.5	Dynamisches Arbeitsblatt als Webseite	42

6	Einstellungen	43
6.1	Punktfang	43
6.2	Winkleinheit	43
6.3	Kommastellen	43
6.4	Punkt Darstellung	43
6.5	Grafik	43
6.6	Schriftgröße	44
6.7	Sprache	44
6.8	Zeichenblatt	44
	Index	45

Kapitel 1

Was ist GeoGebra?

GeoGebra ist eine Mathematiksoftware, die Geometrie, Algebra und Analysis verbindet. Sie wird von Markus Hohenwarter an der Universität Salzburg für den Einsatz im Unterricht an Schulen entwickelt.

Einerseits ist GeoGebra ein dynamisches Geometriepaket. Es können Konstruktionen mit Punkten, Vektoren, Strecken, Geraden, Kegelschnitten sowie Funktionen erstellt und danach dynamisch verändert werden.

Andererseits ist auch die direkte Eingabe von Gleichungen und Koordinaten möglich. GeoGebra erlaubt so auch das Rechnen mit Zahlen, Vektoren und Punkten, liefert Ableitungen und Integrale von Funktionen und bietet Befehle wie Nullstelle oder Extremum.

GeoGebra zeichnet die doppelte Sichtweise der Objekte aus: ein Ausdruck im Algebrafenster entspricht einem Objekt im Geometriefenster und umgekehrt.

Kapitel 2

Beispiele

Um einen kleinen Eindruck zu vermitteln, was man mit GeoGebra machen kann, werden hier einige Anwendungsbeispiele vorgestellt.

2.1 Dreieck mit Winkeln

- Wählen Sie dazu in der Symbolleiste zunächst den Modus *Neuer Punkt* (siehe 3.2) in der Symbolleiste und klicken Sie auf drei beliebige Stellen am Zeichenblatt. Damit erzeugen Sie die Eckpunkte A, B und C des Dreiecks.
- Wählen Sie jetzt den Modus *Vieleck* und klicken nacheinander auf die Punkte A, B, C und nochmals A, um das Dreieck P zu erstellen. Im Algebrafenster wird die Fläche des Dreiecks angezeigt.
- Die Winkel des Dreiecks erhalten Sie, indem Sie den Modus *Winkel* wählen und auf das Dreieck klicken.

Im Bewegen Modus können Sie nun die Eckpunkte verschieben. Wenn Sie das Algebrafenster und die Koordinatenachsen nicht benötigen, können Sie diese jederzeit im Menü *Ansicht* ausblenden.

2.2 Geradengleichung $y = k x + d$

Untersuchen wir die Bedeutung der Koeffizienten k und d in der Gleichung $y = kx + d$, indem wir verschiedene Werte für k und d einsetzen. Dazu geben Sie folgende Zeilen in die Eingabzeile am unteren Bildschirmrand ein (nach jeder Zeile ist die Eingabetaste zu drücken).

$$k = 1$$

$$d = 2$$

$$y = k x + d$$

Nun können Sie nachträglich k und d durch Eingabe im Algebrafenster (rechte Maustaste, Bearbeiten) oder in der Eingabezeile ändern:

```
k = 2
k = -3
d = 0
d = -1
```

Noch eleganter können Sie k und d mit Hilfe der Pfeiltasten (Animation, 4.1.2) oder über Schieberegler (rechter Mausklick auf k oder d , Objekt anzeigen; siehe 3.2.10) verändern.

In ähnlicher Art und Weise können Sie natürlich auch Kreis- oder Kegelschnittgleichungen ($x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$, $b^2x^2 + a^2y^2 = a^2b^2$, $(x - m)^2 + (y - n)^2 = r^2$) untersuchen.

2.3 Schwerpunkt dreier Punkte A, B, C

Wir konstruieren zunächst den Schwerpunkt als Schnittpunkt zweier Schwerlinien. Dazu geben wir folgende Zeilen in die Eingabezeile am unteren Bildschirmrand ein (nach jeder Zeile ist die Eingabetaste zu drücken). Sie können diese Konstruktion natürlich auch mit der Maus mit Hilfe der Modi (siehe 3.2) in der Symbolleiste erstellen.

```
A = (-2, 1)
B = (5, 0)
C = (0, 5)
M_a = Mittelpunkt[B, C]
M_b = Mittelpunkt[A, C]
sa = Gerade[A, M_a]
sb = Gerade[B, M_b]
S = Schneide[sa, sb]
```

Alternativ berechnen wir den Schwerpunkt direkt als

```
S_1 = (A + B + C) / 3
```

Vergleichen Sie nun die beiden Ergebnisse S und S_1 , indem Sie im Modus *Beziehung* nacheinander auf S und S_1 im Algebrafenster klicken.

Überprüfen Sie, ob $S = S_1$ auch für andere Lagen von A, B, C gilt. Dazu wählen Sie mit der Maus den Modus *Bewegen* (ganz links in der Symbolleiste) und verändern jeweils einen der Punkte durch Klicken und Ziehen.

2.4 Strecke AB im Verhältnis 7 : 3 teilen

Da man in GeoGebra mit Vektoren rechnen kann, ist dies sehr leicht zu bewerkstelligen.

$$\begin{aligned} A &= (-2, 1) \\ B &= (3, 3) \\ T &= A + 7/10 (B - A) \end{aligned}$$

Ein weitere Möglichkeit wäre etwa

$$\begin{aligned} A &= (-2, 1) \\ B &= (3, 3) \\ v &= \text{Vektor}[A, B] \\ T &= A + 7/10 v \end{aligned}$$

In einem nächsten Schritt könnten Sie eine Zahl t einführen (etwa als Schieberegler, 3.2.10) und den Punkt T in $T = A + t v$ umdefinieren (siehe 3.1.7). Bei Veränderung von t wandert T auf einer Geraden.

Diese Gerade können Sie sogar über ihre Parameterdarstellung (siehe 4.2.3) eingeben:

$$g: X = T + s v$$

2.5 Lineares Gleichungssystem in zwei Variablen

Zwei lineare Gleichungen in x und y kann man als Geradengleichungen interpretieren. Die algebraische Lösung dieses Gleichungssystems ist der geometrische Schnittpunkt dieser beiden Geraden.

$$\begin{aligned} g &: 3x + 4y = 12 \\ h &: y = 2x - 8 \\ S &= \text{Schneide}[g, h] \end{aligned}$$

Sie können sowohl die Gleichungen ändern (rechter Mausklick, Bearbeiten) als auch die Geraden verschieben oder drehen (*Bewegen*, 3.2.1; *Drehen*, 3.2.1)

2.6 Tangente an eine Funktion in x

GeoGebra bietet einen Befehl für die Tangente an eine Funktion $f(x)$ an der Stelle $x=a$.

$$\begin{aligned} a &= 3 \\ f(x) &= 2 \sin(x) \\ t &= \text{Tangente}[a, f] \end{aligned}$$

Durch Animation von a (siehe 4.1.2) wandert die Tangente t entlang des Graphen von f . Eine andere Möglichkeit ohne den vordefinierten Befehl wäre etwa

```
a = 3
f(x) = 2 sin(x)
T = (a, f(a))
t : X = T + s (1, f'(a))
```

Hier erhalten wir zusätzlich den Punkt T auf dem Graphen von f . Die Tangente t wird in Parameterdarstellung angegeben. Sie können die Tangente in einem Punkt auf der Funktion übrigens auch geometrisch erzeugen:

- Wählen Sie dazu in der Symbolleiste den Modus *Neuer Punkt* (siehe 3.2) und klicken an einer beliebigen Stelle auf den Funktionsgraphen von f .
- Wählen Sie nun den Modus *Tangenten* und klicken nacheinander auf die Funktion f und auf den eben erzeugten Punkt auf der Funktion. Dadurch wird die Tangente erstellt.

Wählen Sie jetzt den *Bewegen* Modus und ziehen Sie den Punkt auf der Funktion mit der Maus. Dabei wandert auch die Tangente dynamisch mit.

2.7 Kurvendiskussion

Mit GeoGebra können Sie Polynomfunktionen auf Nullstellen, Extrema und Wendepunkte untersuchen.

```
f(x) = x^3 - 3 x^2 + 1
N = Nullstelle[f]
E = Extremum[f]
W = Wendepunkt[f]
```

Im *Bewegen* Modus können Sie die Funktion f mit der Maus verschieben. Interessant sind in diesem Zusammenhang natürlich auch die ersten beiden Ableitungen.

```
Ableitung[f]
Ableitung[f, 2]
```

2.8 Integralrechnung

Zum Einstieg in die Integralrechnung bietet GeoGebra die Möglichkeit die Unter- und Obersumme einer Funktion als Rechtecke darzustellen.

```
f(x) = x^2/4 + 2
a = 0
b = 2
n = 5
U = Untersumme[f, a, b, n]
O = Obersumme[f, a, b, n]
```

Durch Animation von a , b oder n (Animation, 4.1.2; Schieberegler, 3.2.10) können Sie den Einfluss dieser Parameter dynamisch sichtbar machen. Als Schrittweite für n sollten Sie dabei 1 einstellen (rechter Mausklick auf n und *Eigenschaften*).

Das bestimmte Integral lässt sich wie folgt darstellen:

```
Integral[f, a, b]
```

Die Stammfunktion F erhalten Sie mit:

```
F = Integral[f]
```

Kapitel 3

Geometrische Eingabe

Hier wird erklärt, wie in GeoGebra mit der Maus Eingaben gemacht werden.

3.1 Allgemeines

Im Geometriefenster (rechts) werden Punkte, Vektoren, Strecken, Polygone, Funktionen, Geraden und Kegelschnitte grafisch dargestellt. Beim Bewegen der Maus über ein Objekt wird eine Beschreibung angezeigt. Das Geometriefenster nennen wir bisweilen auch *Zeichenblatt*.

Damit GeoGebra weiß, wie es auf Eingaben mit der Maus reagieren soll, gibt es verschiedene Modi (neuer Punkt, schneiden, Kreis durch drei Punkte, ...), die unter 3.2 im Einzelnen erklärt werden.

Ein Doppelklick auf ein Objekt im Algebra Fenster öffnet seine Bearbeitungszeile.

3.1.1 Kontextmenü

Nach Klicken mit der rechten Maustaste auf ein Objekt erscheint ein Kontextmenü, in dem die Darstellungsart (Polar-, cartesische Koordinaten; implizite, explizite Gleichung, ...) gewählt werden kann. Hier sind auch Befehle wie Umbenennen, Bearbeiten oder Löschen zu finden.

Wählt man den Menüpunkt Eigenschaften, so erscheint ein Dialogfenster, in dem Farbe, Größe, Linienstärke, Linienart, Füllung, Schrittweite, usw. verändert werden können.

3.1.2 Anzeigen und Ausblenden

Geometrische Objekte können wahlweise angezeigt (gezeichnet) werden oder nicht. Dies kann über den Modus *Objekt anzeigen/ausblenden* (3.2.1) oder das Kontextmenü (3.1.1) verändert werden. Das Symbol links neben einem Objekt im Algebrafenster zeigt den aktuellen Zustand an.

3.1.3 Spur

Ein geometrisches Objekt (z.B. ein Punkt) kann eine Spur am Bildschirm hinterlassen, wenn es bewegt wird. Diese Spur können Sie im Kontextmenü (3.1.1) ein- und ausschalten.

Um alle Spuren wieder zu löschen, wählen Sie im Menü *Ansicht* den Punkt *Ansichten auffrischen*.

3.1.4 Vergrößern / Verkleinern

Nach Klicken mit der rechten Maustaste auf das Zeichenblatt erscheint ein Kontextmenü, in dem Sie die Ansicht vergrößern (zoom in) oder verkleinern (zoom out) können. Siehe auch die Modi *Vergrößern* (3.2.1) bzw. *Verkleinern* (3.2.1).

Zoom Fenster: ziehen Sie mit der rechten Maustaste ein Rechteck auf, um einen Bildausschnitt zu vergrößern.

3.1.5 Achsenskalierung

Nach Klicken mit der rechten Maustaste auf das Zeichenblatt erscheint ein Kontextmenü, in dem Sie das Verhältnis der Skalierung von x-Achse zu y-Achse verändern können.

3.1.6 Konstruktionsprotokoll

Das interaktive Konstruktionsprotokoll (Menü *Ansicht*) ist eine Tabelle mit den einzelnen Konstruktionsschritten. Damit kann eine Konstruktion Schritt für Schritt wiederholt werden. Es ist sogar möglich, Konstruktionsschritte nachträglich einzufügen und ihre Reihenfolge zu verändern. Details zur Bedienung des Konstruktionsprotokolls finden Sie im *Hilfe* Menü des Konstruktionsprotokolls.

3.1.7 Umdefinieren

Ein Objekt kann über sein Kontextmenü (3.1.1) *umdefiniert* werden. Damit können Sie im Nachhinein Ihre Konstruktion ganz grundsätzlich verändern. Sie gelangen übrigens auch in den *Umdefinieren* Dialog, wenn Sie auf ein abhängiges Objekt doppelklicken.

Um beispielsweise den freien Punkt A nachträglich auf die Gerade g zu setzen, wählen Sie für den Punkt A *umdefinieren* und geben Punkt [g] ein. Umgekehrt können Sie den Punkt A wieder von der Gerade g lösen, indem Sie *umdefinieren* wählen und freie Koordinaten (3, 2) angeben.

Ein anderes Beispiel ist die Umwandlung einer Geraden g durch die beiden Punkte A und B in eine Strecke: wählen Sie für g *umdefinieren* und geben Sie *Strecke[A, B]* ein.

Das Umdefinieren von Objekten stellt eine sehr vielseitige Möglichkeit dar, Konstruktionen nachträglich zu verändern. Beachten Sie, dass sich dadurch auch die Reihenfolge der Konstruktionsschritte im Konstruktionsprotokoll (3.1.6) verändern kann.

3.2 Modi

Die im folgenden beschriebenen Modi können über die Symbolleiste aktiviert werden. Durch Klicken auf den kleinen Pfeil rechts neben einem Symbol wird ein Menü mit weiteren Modi angezeigt.

Ein Objekt *markieren* bedeutet im Folgenden *mit der Maus anklicken*. In allen Konstruktions-Modi werden neue Punkte übrigens automatisch durch Klicken auf das Zeichenblatt erzeugt und gleichzeitig markiert.

3.2.1 Allgemeine Modi

Bewegen

Durch Klicken und Ziehen werden freie Objekte verschoben.

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

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

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

Drehen um Punkt

Legen Sie zunächst den Drehpunkt fest, indem Sie auf einen Punkt klicken. Danach können Sie durch Klicken und Ziehen freie Objekte um diesen Punkt drehen.

Beziehung

Nach Markieren zweier Objekte a und b gibt ein Informationsfenster Auskunft über die Beziehung von a und b (4.3.1).

Verschiebe Zeichenblatt

Klicken auf eine beliebige Stelle des Zeichenblattes und anschließendes Ziehen verändert die Lage des Koordinatenursprungs.

Sie können das Zeichenblatt auch verschieben indem Sie es bei gedrückter Strg-Taste mit der Maus an einer beliebigen Stelle ziehen.

Vergrößern

Klicken auf eine beliebige Stelle des Zeichenblattes vergrößert die Ansicht (zoom in). Siehe auch 3.1.4.

Verkleinern

Klicken auf eine beliebige Stelle des Zeichenblattes verkleinert die Ansicht (zoom out). Siehe auch 3.1.4.

Objekt anzeigen / ausblenden

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

Beschriftung anzeigen / ausblenden

Klicken auf ein Objekt zeigt seine Beschriftung an oder blendet sie aus.

Format übertragen

Mit diesem Modus können sie Eigenschaften wie Farbe, Größe, Linienart, usw. von einem Objekt auf mehrere andere übertragen.

Wählen Sie zunächst jenes Objekt, dessen Eigenschaften Sie auf andere übertragen möchten. Klicken Sie danach auf alle anderen Objekte, die diese Eigenschaften übernehmen sollen.

Objekt löschen

Klicken Sie auf ein Objekt, um es zu löschen.

3.2.2 Punkt**Neuer Punkt**

Klicken auf das Zeichenblatt erzeugt einen neuen Punkt. Die Koordinaten des Punktes werden erst beim Loslassen der Maustaste festgelegt.

Durch Klicken auf eine Strecke, eine Gerade oder einen Kegelschnitt wird ein Punkt auf diesem Objekt erzeugt. Durch Klicken auf einen Schnittpunkt zweier Objekte wird dieser Schnittpunkt erzeugt.

Schneide zwei Objekte

Die Schnittpunkte zweier Objekte können auf zwei Arten erzeugt werden.

1. Durch Markieren der beiden Objekte: dabei werden nach Möglichkeit *alle* Schnittpunkte der beiden Objekte erzeugt.
2. Durch Klicken auf einen Schnittpunkt der beiden Objekte: dabei wird nur dieser eine Schnittpunkt erzeugt

Beim Schnitt von Strecken, Strahlen oder Bögen kann in den Eigenschaften (3.1.1) des betreffenden Objekts angegeben werden, ob *außerhalb liegende Schnittpunkte erlaubt* sind. Dadurch können auch Schnittpunkte angezeigt werden, die auf der Verlängerung des Objektes liegen. Die Verlängerung einer Strecke oder eines Strahls ist beispielsweise eine Gerade.

Mittelpunkt

Klicken auf . . .

1. zwei Punkte liefert den Mittelpunkt dieser beiden Punkte.
2. eine Strecke liefert den Mittelpunkt dieser Strecke.
3. einen Kegelschnitt liefert den Mittelpunkt dieses Kegelschnitts.

3.2.3 Vektor

Vektor zwischen zwei Punkten

Markieren des Anfangs- und Endpunktes erzeugt den Verbindungsvektor.

Vektor von Punkt aus abtragen

Markieren eines Punktes A und eines Vektors v erzeugt einen Punkt $B = A + v$ und den Verbindungsvektor von A und B.

3.2.4 Strecke

Strecke zwischen zwei Punkten

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

Strecke mit fester Länge von Punkt aus

Klicken Sie auf einen Punkt A, von dem aus Sie die Strecke abtragen möchten. Danach erscheint ein Fenster, in dem Sie die gewünschte Länge a der Strecke angeben.

Als Ergebnis liefert dieser Modus eine Strecke der Länge a und den Endpunkt B dieser Strecke. Der Endpunkt B kann im *Bewegen* Modus um den Anfangspunkt A gedreht werden.

3.2.5 Strahl

Strahl durch zwei Punkte

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

3.2.6 Vieleck

Vieleck

Markieren Sie mindestens drei Punkte und klicken Sie danach nochmals auf den ersten Punkt. Im Algebrafenster wird die Fläche dieses Vielecks angezeigt.

3.2.7 Gerade

Gerade durch zwei Punkte

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

Parallele Gerade

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

Senkrechte Gerade

Markieren einer Gerade g und eines Punktes A erzeugt eine zu g senkrechte Gerade durch den Punkt A. Die Richtung der neuen Gerade entspricht dem Normalvektor (4.3.5) von g.

Streckensymmetrale

Markieren einer Strecke s oder zweier Punkte A und B erzeugt die Streckensymmetrale. Die Richtung der neuen Geraden entspricht dem Normalvektor (4.3.5) der Strecke s bzw. AB.

Winkelsymmetrale

Winkelsymmetralen können auf zwei Arten erzeugt werden.

1. Durch Markieren von drei Punkten A, B, C wird die Winkelsymmetrale des eingeschlossenen Winkels erzeugt. B ist hierbei der Scheitelpunkt.
2. Durch Markieren zweier Geraden werden beide Winkelsymmetralen dieser Geraden erzeugt.

Die Richtungsvektoren aller Winkelsymmetralen haben Länge 1.

Tangenten

Die Tangenten eines Kegelschnitts können auf zwei Arten erzeugt werden:

1. Durch Markieren eines Punktes A und eines Kegelschnitts c . Hier werden alle Tangenten durch A an c erzeugt.
2. Durch Markieren einer Geraden g und eines Kegelschnitts c . Hier werden alle Tangenten an c , die parallel zu g sind, erzeugt.

Durch Markieren eines Punktes A und einer Funktion f wird die Tangente an f in $x=x(A)$ erzeugt.

Polare oder konjugierter Durchmesser

Dieser Modus erzeugt die Polare bzw. die konjugierte Durchmessergerade eines Kegelschnitts:

1. Durch Markieren eines Punktes und eines Kegelschnitts wird die Polare erzeugt.
2. Durch Markieren einer Geraden g bzw. eines Vektors v und eines Kegelschnitts c wird die konjugierte Durchmessergerade von g bzw. v zu c erzeugt.

3.2.8 Kegelschnitt

Kreis mit Mittelpunkt durch Punkt

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

Kreis mit Mittelpunkt und Radius

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

Kreis durch drei Punkte

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

Kegelschnitt durch 5 Punkte

Durch Markieren von fünf Punkten wird ein Kegelschnitt erzeugt, der durch diese Punkte geht. Wenn keine vier der fünf Punkte auf einer Geraden liegen, ist der Kegelschnitt (eindeutig) definiert.

3.2.9 Bogen und Sektor

Der algebraische Wert eines Bogens ist seine Länge, der Wert eines Sektors ist seine Fläche.

Halbkreis

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

Kreisbogen zu Mittelpunkt durch zwei Punkte

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

Kreis Sektor zu Mittelpunkt durch zwei Punkte

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

Umkreisbogen durch drei Punkte

Durch Markieren dreier Punkte wird ein Kreisbogen durch diese Punkte erzeugt.

Umkreis Sektor durch drei Punkte

Durch Markieren dreier Punkte wird ein Kreis Sektor durch diese Punkte erzeugt.

3.2.10 Zahl und Winkel

Abstand

Dieser Modus liefert den Abstand ...

1. zweier Punkte
2. zweier Geraden
3. eines Punktes von einer Geraden

Schieberegler

Klicken Sie auf eine freie Stelle des Zeichenblattes, um dort einen Schieberegler für eine Zahl oder einen Winkel zu erzeugen. Im erscheinenden Dialog können Sie das Intervall [min, max] der Zahl bzw. des Winkels sowie die Breite des Schiebereglers (in Pixel) angeben.

Ein Schieberegler ist in GeoGebra einfach die grafische Darstellung einer freien Zahl bzw. eines freien Winkels. Sie können daher jede freie Zahl bzw. jeden freien Winkel auch nachträglich als Schieberegler auf dem Zeichenblatt sichtbar machen. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf die Zahl bzw. den Winkel im Algebrafenster und wählen Sie *Objekt anzeigen*.

Die Position eines Schiebereglers kann absolut am Bildschirm oder relativ zum Koordinatensystem gewählt werden (siehe Eigenschaften der entsprechenden Zahl bzw. des Winkels, 3.1.1).

Winkel

Dieser Modus erzeugt ...

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

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

Winkel mit fester Größe

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

3.2.11 Ortslinie

Ortslinie

Markieren Sie zunächst einen Punkt P, dessen Ortslinie gezeichnet werden soll. Klicken Sie danach auf einen Punkt Q, von dem P abhängt. Der Punkt Q muss auf einer Linie liegen.

Es entsteht die Ortslinie von P unter Bewegung von Q entlang seiner Linie.

3.2.12 Geometrische Abbildungen

Die folgenden geometrischen Abbildungen funktionieren für Punkte, Geraden, Kegelschnitte, Vielecke und für Bilder.

Spiegle Objekt an Punkt

Markieren Sie zunächst das zu spiegelnde Objekt. Klicken Sie danach auf den Punkt, an dem das Objekt gespiegelt werden soll.

Spiegle Objekt an Gerade

Markieren Sie zunächst das zu spiegelnde Objekt. Klicken Sie danach auf die Gerade, an der das Objekt gespiegelt werden soll.

Drehe Objekt um Punkt

Markieren Sie zunächst das zu drehende Objekt. Wählen Sie anschließend den Punkt, um den das Objekt gedreht werden soll. Danach erscheint ein Fenster, in dem Sie den Drehwinkel angeben können.

Verschiebe Objekt um Vektor

Markieren Sie zunächst das zu verschiebende Objekt. Wählen Sie anschließend den Vektor, um den das Objekt verschoben werden soll.

Strecke Objekt zentrisch von Punkt

Markieren Sie zunächst das zu streckende Objekt. Wählen Sie anschließend den Punkt, von dem aus das Objekt gestreckt werden soll. Danach erscheint ein Fenster, in dem Sie den Streckfaktor angeben können.

3.2.13 Texte

Text

Mit diesem Modus kann ein Text oder eine \LaTeX Formel erstellt werden.

1. Durch Klicken auf eine freie Stelle des Zeichenblattes wird dort ein Text erzeugt.
2. Durch Klicken auf einen Punkt wird ein Text erzeugt, dessen Position relativ zu diesem Punkt ist.

Danach erscheint ein Dialogfeld, in dem Sie den Text eingeben können. Dabei ist es auch möglich, den Wert eines Objekts in den Text einzubauen und so einen dynamischen Text zu erzeugen.

Eingabe	Beschreibung
"Das ist ein Text"	einfacher Text
"Punkt A = " + A	dynamischer Text mit dem Wert eines Punktes A
"a = " + a + "cm"	dynamischer Text mit dem Wert einer Strecke a

Die Position eines Textes kann absolut am Bildschirm oder relativ zum Koordinatensystem gewählt werden (siehe Eigenschaften des Textes, 3.1.1).

L^AT_EX Formeln

Als Text können in GeoGebra auch Formeln geschrieben werden. Dazu setzt man das Häkchen für eine L^AT_EX-Formel im Dialogfeld des Text Modus und schreibt die Formel in L^AT_EX Syntax. Hier werden einige wichtige L^AT_EX Befehle für Formeln vorgestellt. Für weitere Informationen sehen Sie bitte in einer L^AT_EX Dokumentation nach.

L ^A T _E X Eingabe	Ergebnis
<code>a \cdot b</code>	$a \cdot b$
<code>\frac{a}{b}</code>	$\frac{a}{b}$
<code>\sqrt{x}</code>	\sqrt{x}
<code>\sqrt[n]{x}</code>	$\sqrt[n]{x}$
<code>\vec{v}</code>	\vec{v}
<code>\overline{AB}</code>	\overline{AB}
<code>x^{2}</code>	x^2
<code>a_{1}</code>	a_1
<code>\sin\alpha + \cos\beta</code>	$\sin \alpha + \cos \beta$
<code>\int_a^b x dx</code>	$\int_a^b x dx$
<code>\sum_{i=1}^n i^2</code>	$\sum_{i=1}^n i^2$

3.2.14 Bilder

Bild einfügen

Mit diesem Modus kann ein Bild eingefügt werden.

1. Durch Klicken auf eine freie Stelle des Zeichenblattes wird die linke untere Ecke des Bildes festgelegt.
2. Durch Klicken auf einen Punkt wird dieser Punkt als linke untere Ecke des Bildes festgelegt.

Danach erscheint ein Öffnen-Dialog, in dem Sie die einzufügende Bilddatei auswählen können.

3.2.15 Eigenschaften von Bildern

Position

Die Position eines Bildes kann absolut am Bildschirm oder relativ zum Koordinatensystem gewählt werden (siehe Eigenschaften des Bildes, 3.1.1). Letzteres wird durch die Angabe von bis zu drei Eckpunkten erreicht. Dadurch können Bilder sehr flexibel vergrößert, verkleinert, gedreht und sogar verzerrt werden.

- 1. Eckpunkt: er legt die Position des linken unteren Ecks des Bildes fest.

- 2. Eckpunkt (rechts unten): dieser Eckpunkt kann nur festgelegt werden, wenn auch der 1. Eckpunkt angegeben wurde. Er beeinflusst die Breite des Bildes.
- 4. Eckpunkt (links oben): dieser Eckpunkt kann nur festgelegt werden, wenn auch der 1. Eckpunkt angegeben wurde. Er beeinflusst die Höhe des Bildes.

Um diese Möglichkeit auszuprobieren, erstellen Sie am besten drei freie Punkte A, B und C. Legen Sie zunächst A als 1. und B als 2. Eckpunkt Ihres Bildes fest. Durch Ziehen der Punkte A und B im *Bewegen* Modus erkennen Sie deren Einfluss sehr einfach. Experimentieren Sie nun weiter, indem Sie A als 1. und C als 4. Eckpunkt verwenden. Abschließend setzen Sie alle drei Eckpunkte des Bildes, wodurch Sie es auch verzerren können.

Sie haben gesehen, dass Sie mit Hilfe der Eckpunkte sowohl die Größe als auch die Lage des Bildes festlegen können. Wenn Sie ein Bild an den Punkt A hängen möchten, dass 3 Einheiten breit und 4 Einheiten hoch sein soll, setzen Sie

- 1. Eckpunkt: A
- 2. Eckpunkt: A + (3,0)
- 3. Eckpunkt: A + (0,4)

Wenn Sie nun den Punkt A im *Bewegen* Modus verschieben, wandert das Bild mit dem Punkt mit und behält dabei die gewünschte Größe.

Siehe auch den Befehl *Eckpunkt* (4.3.13).

Hintergrundbild

Sie können ein Bild auch als *Hintergrundbild* verwenden (Eigenschaften des Bildes, 3.1.1). Dadurch wird es hinter das Koordinatensystem gelegt und kann nicht mehr mit der Maus ausgewählt werden.

Um ein Hintergrundbild wieder in den Vordergrund zu holen, wählen Sie den Weg über das Menü *Bearbeiten, Eigenschaften*.

Transparenzeffekt

Sie können ein Bild durchsichtig machen, sodass dahinter liegende Bilder und die Koordinatenachsen sichtbar werden. Dazu können Sie die *Füllung* des Bildes in seinen Eigenschaften von 0% bis 100% einstellen.

Kapitel 4

Algebraische Eingabe

Hier wird erklärt, wie in GeoGebra mit der Tastatur Eingaben gemacht werden.

4.1 Allgemeines

Im Algebrafenster (links) werden die Werte, Koordinaten und Gleichungen von *freien* und *abhängigen* Objekten angezeigt. Freie Objekte hängen von keinen anderen Objekten ab und können direkt verändert werden.

Die Eingabe erfolgt in der Eingabezeile am unteren Bildschirmrand. Wie dies funktioniert ist in 4.2 und 4.3 erklärt.

4.1.1 Werte ändern

Freie Objekte können verändert werden, abhängige Objekte nicht. Um den Wert eines freien Objekts zu verändern, überschreiben Sie diesen einfach durch erneute Eingabe in der Eingabezeile (4.2).

Alternativ können Sie auch im Algebrafenster Änderungen vornehmen, indem Sie im Kontextmenü (3.1.1) Bearbeiten wählen.

4.1.2 Animation

Möchte man eine Zahl oder einen Winkel kontinuierlich verändern, gibt es dazu eine einfache Möglichkeit: Wählen Sie zunächst den Modus Bewegen (3.2.1). Markieren Sie die Zahl bzw. den Winkel im Algebrafenster und drücken anschließend die + oder - Taste.

Durch Gedrückt-Halten dieser Tasten lassen sich Animationen erzeugen. Hat ein Punkt beispielsweise die von einer Zahl k abhängigen Koordinaten $P = (2k, k)$, dann bewegt sich der Punkt bei kontinuierlicher Veränderung von k auf einer Geraden.

Mit Hilfe der Pfeiltasten lassen sich im Bewegen Modus alle freien Objekte verschieben. Die Schrittweite ist dabei unter Eigenschaften im Kontextmenü (3.1.1) veränderbar.

- Strg + Pfeiltaste ... 10 * Schrittweite

- Alt + Pfeiltaste . . . 100 * Schrittweite

Für einen Punkt auf einer Linie können auch die Tasten + und - zur Bewegung entlang der Linie verwendet werden.

4.2 Direkte Eingabe

In GeoGebra können Zahlen, Winkel, Punkte, Vektoren, Geraden und alle Kegelschnitte behandelt werden. Hier wird erklärt, wie diese Objekte beispielsweise durch Koordinaten oder Gleichungen eingegeben werden können.

In Namen von Objekten können Sie auch Indizes verwenden: A_1 bzw. s_{AB} wird eingegeben als A_1 bzw. $s_{\{AB\}}$.

4.2.1 Zahlen und Winkel

Zahlen und Winkel werden mit einem Punkt . als Kommatrennzeichen eingegeben.

$$\text{Zahl } r \mid r = 5.32$$

Winkel werden in Grad ($^\circ$) oder Radiant (rad) angegeben. Für Angaben in Radiant ist die Konstante pi nützlich.

	Grad	Radiant
Winkel alpha	$\text{alpha} = 60^\circ$	$\text{alpha} = \text{pi} / 3$

GeoGebra rechnet intern übrigens immer in Radiant. Das Symbol $^\circ$ steht eigentlich für die multiplikative Konstante $\frac{\pi}{180}$ und rechnet Grad in Radiant um.

Schieberegler und Pfeiltasten

Freie Zahlen und Winkel können am Zeichenblatt als Schieberegler dargestellt werden (siehe 3.2.10). Mit Hilfe der Pfeiltasten können Zahlen und Winkel im Algebrafenster verändert werden (siehe 4.1.2).

Werte einschränken

Freie Zahlen und Winkel können auf ein Intervall $[\text{min}, \text{max}]$ beschränkt werden (Eigenschaften, 3.1.1). Dieses Intervall wird auch für die Darstellung als Schieberegler verwendet (siehe 3.2.10).

Für einen abhängigen Winkel kann angegeben werden, ob er zu einem überstumpfen (erhabenen) Winkel werden darf (Eigenschaften, 3.1.1).

4.2.2 Punkte und Vektoren

Punkte und Vektoren werden in cartesischen oder in Polarkoordinaten (4.2.1) eingegeben. Großbuchstaben kennzeichnen Punkte und Kleinbuchstaben Vektoren.

	cartesische Koordinaten	Polarkoordinaten
Punkt P	$P = (1, 0)$	$P = (1; 0^\circ)$
Vektor v	$v = (0, 5)$	$v = (5; 90^\circ)$

4.2.3 Gerade

Geraden werden als Gleichung in x und y oder in Parameterdarstellung angegeben. In beiden Fällen können zuvor definierte Variablen (Zahlen, Punkte, Vektoren, ...) verwendet werden. Der Name einer Geraden kann am Beginn gefolgt von einem Doppelpunkt angegeben werden.

	Gleichung	Parameterdarstellung
Gerade g	$g : 3x + 4y = 2$	$g : X = (-5, 5) + t (4, -3)$

Seien beispielsweise $k=2$ und $d=-1$ bereits definierte Zahlen. Dann kann eine Gerade auch als $g : y = k x + d$ eingegeben werden.

xAchse und yAchse

Die beiden Achsen sind als Geraden über die Namen `xAchse` und `yAchse` in Befehlen verwendbar. Beispielsweise liefert `Senkrechte[A, xAchse]` die senkrechte Gerade zur x-Achse durch einen Punkt A.

4.2.4 Kegelschnitt

Kegelschnitte werden mittels einer quadratischen Gleichung in x und y angegeben. Dabei können zuvor definierte Variablen (Zahlen, Punkte, Vektoren, ...) verwendet werden. Der Name eines Kegelschnitts kann am Beginn gefolgt von einem Doppelpunkt angegeben werden.

	Gleichung
Ellipse ell	$ell : 9x^2 + 16y^2 = 144$
Hyperbel hyp	$hyp : 9x^2 - 16y^2 = 144$
Parabel par	$par : y^2 = 4x$
Kreis k1	$k1 : x^2 + y^2 = 25$
Kreis k2	$k2 : (x - 5)^2 + (y + 2)^2 = 25$

Seien beispielsweise $a=4$ und $b=3$ bereits definierte Zahlen. Dann kann eine Ellipse mit diesen Halbachsenlängen auch als $ell : b^2x^2 + a^2y^2 = a^2b^2$ eingegeben werden.

4.2.5 Funktion von x

Bei der Eingabe von Funktionen können Sie definierte Variablen (Zahlen, Punkte, Vektoren, ...) und andere Funktionen verwenden.

	Eingabe
Funktion f	$f(x) = 3x^3 - x^2$
Funktion g	$g(x) = \tan(f(x))$
namenlose Funktion	$\sin(3x) + \tan(x)$

Welche internen Funktionen (sin, cos, tan, usw.) zur Verfügung stehen, erfahren Sie unter *arithmetische Operationen* (4.2.6).

Mit Hilfe von Befehlen erhalten Sie das Integral (4.3.11) und Ableitungen (4.3.11) einer Funktion. Für die Ableitung einer selbst definierten Funktion $f(x)$ können Sie auch direkt $f'(x)$, $f''(x)$, ... verwenden:

$$f(x) = 3x^3 - x^2$$

$$g(x) = \cos(f'(x + 2))$$

Außerdem können Funktionen um einen Vektor verschoben (4.3.15) und eine freie Funktion mit der Maus bewegt werden.

Funktion auf Intervall einschränken

Um eine Funktion auf ein Intervall $[a,b]$ einzuschränken, können Sie den Befehl `Funktion` verwenden (siehe 4.3.11).

4.2.6 Arithmetische Operationen

Bei der Eingabe von Zahlen, Punktkoordinaten oder Gleichungen (4.2) können geklammerte arithmetische Ausdrücke mit Variablen verwendet werden. Dazu sind folgende Operationen verfügbar:

Operation	Eingabe
Addition	+
Subtraktion	-
Multiplikation, Skalarprodukt	* oder Leerzeichen
Division	/
Potenzieren	^ oder ^{2, 3}
Faktorielle	!
Gamma Funktion	gamma()
Klammern	()
x-Koordinate	x()
y-Koordinate	y()

Absolutbetrag	<code>abs()</code>
Signum	<code>sgn()</code>
Wurzel	<code>sqrt()</code>
Exponentialfunktion	<code>exp()</code>
Logarithmus (natürlicher)	<code>log()</code>
Cosinus	<code>cos()</code>
Sinus	<code>sin()</code>
Tangens	<code>tan()</code>
Arcus Cosinus	<code>acos()</code>
Arcus Sinus	<code>asin()</code>
Arcus Tangens	<code>atan()</code>
Cosinus Hyperbolicus	<code>cosh()</code>
Sinus Hyperbolicus	<code>sinh()</code>
Tangens Hyperbolicus	<code>tanh()</code>
Area Cosinus Hyperbolicus	<code>acosh()</code>
Area Sinus Hyperbolicus	<code>asinh()</code>
Area Tangens Hyperbolicus	<code>atanh()</code>
Nächstkleinere ganze Zahl	<code>floor()</code>
Nächstgrößere ganze Zahl	<code>ceil()</code>
Runden	<code>round()</code>

Der Mittelpunkt M zweier Punkte A und B könnte beispielsweise als $M = (A+B) / 2$ eingegeben werden. Die Länge eines Vektors v könnte mittels $l = \text{sqrt}(v*v)$ bestimmt werden.

In GeoGebra kann also nicht nur mit Zahlen, sondern auch mit Punkten und Vektoren gerechnet werden.

4.3 Befehle

Mit Hilfe von Befehlen können neue Objekte erzeugt oder bestehende verändert werden. Zum Beispiel entsteht beim Schneiden der Geraden g und h ein neuer Schnittpunkt:

`Schneide[g, h]` (4.3.4).

Das Ergebnis eines Befehls kann benannt werden, indem man den Namen am Beginn gefolgt von einem `=` angibt. Im Beispiel `S = Schneide[g, h]` bekommt der Schnittpunkt der beiden Geraden also den Namen S .

In Namen von Objekten können Sie auch Indizes verwenden: A_1 bzw. s_{AB} wird eingegeben als `A_1` bzw. `s_AB`.

4.3.1 Allgemeine Befehle

Beziehung

Beziehung[Objekt a, Objekt b] zeigt ein Informationsfenster an, das Auskunft über die Beziehung von a und b gibt.

Mit diesem Befehl kann man beispielsweise herausfinden, ob zwei Objekte gleich sind, ob ein Punkt auf einer Geraden oder einem Kegelschnitt liegt, oder wie das Schnittverhalten einer Geraden und eines Kegelschnitts ist (Sekante, Passante, Tangente, Asymptote, ...).

Lösche

Lösche[Objekt] Löscht ein Objekt und alle davon abhängigen

4.3.2 Zahl

Länge

Länge[Vektor] Länge eines Vektors

Länge[Punkt A] Länge des Ortsvektors von A

Fläche

Fläche[Punkt, ..., Punkt] Fläche des durch die gegebenen Punkte definierten Vielecks

Abstand

Abstand[Punkt A, Punkt B] Abstand der Punkte A und B

Abstand[Punkt A, Gerade g] Normalabstand des Punktes A von der Geraden g

Abstand[Gerade g, Gerade h] Normalabstand der Geraden g und h. Für schneidende Geraden ist dieser Abstand 0. Diese Funktion ist also nur für parallele Geraden interessant.

Steigung

Steigung[Gerade] Steigung einer Geraden. Dieser Befehl zeichnet auch das Steigungsdreieck, welches in seiner Größe veränderbar ist (Eigenschaften, 3.1.1).

Radius

radius[Kreis] Radius eines Kreises

Parameter

Parameter[Parabel] Parameter einer Parabel (Abstand zwischen Leitlinie und Brennpunkt)

Hauptachsenlänge

Hauptachsenlänge[Kegelschnitt] Hauptachsenlänge eines Kegelschnitts

Nebenachsenlänge

Nebenachsenlänge[Kegelschnitt] Nebenachsenlänge eines Kegelschnitts

Exzentrizität

Exzentrizität[Kegelschnitt] Exzentrizität eines Kegelschnitts

Integral

Integral[Funktion f, Zahl a, Zahl b] Bestimmtes Integral von $f(x)$ im Intervall $[a, b]$. Dieser Befehl zeichnet auch die Fläche zwischen Funktionsgraph und x-Achse.

Integral[Funktion f, Funktion g, Zahl a, Zahl b] Bestimmtes Integral von $f(x)-g(x)$ im Intervall $[a, b]$. Dieser Befehl zeichnet auch die Fläche zwischen den beiden Funktionsgraphen von f und g.

Siehe auch: unbestimmtes Integral, 4.3.11.

Untersumme

Untersumme[Funktion f, Zahl a, Zahl b, Zahl n] Untersumme einer Funktion f im Intervall $[a, b]$ mit n Rechtecken. Dieser Befehl zeichnet auch die Rechtecke der Untersumme.

Obersumme

Obersumme[Funktion f, Zahl a, Zahl b, Zahl n] Obersumme einer Funktion f im Intervall $[a, b]$ mit n Rechtecken. Dieser Befehl zeichnet auch die Rechtecke der Obersumme.

4.3.3 Winkel**Winkel**

Winkel[Vektor, Vektor] Winkel zwischen zwei Vektoren (zwischen 0 und 360°)

Winkel[Gerade, Gerade] Winkel zwischen den Richtungsvektoren zweier Geraden (zwischen 0 und 360°)

Winkel[Punkt A, Punkt B, Punkt C] Der von den Strecken BA und BC eingeschlossene Winkel (zwischen 0 und 360°). B ist der Scheitelpunkt.

Winkel[Punkt A, Punkt B, Winkel alpha] Winkel der Größe alpha ausgehend von B mit dem Scheitelpunkt A. Dabei wird auch der Punkt Drehe[B, A, a] erstellt.

Winkel[Kegelschnitt] Verdrehwinkel der Hauptachse (4.3.9) eines Kegelschnitts

Winkel[Vektor v] Winkel zwischen der x-Achse und dem Vektor v

Winkel[Punkt A] Winkel zwischen der x-Achse und dem Ortsvektor des Punktes A

Winkel[Zahl] Winkel zu einer Zahl (Ergebnis immer zwischen 0 und 2pi)

Winkel[Vieleck] Alle Innenwinkel des Vielecks

4.3.4 Punkt

Punkt

Punkt[Gerade] Punkt auf einer Geraden

Punkt[Kegelschnitt] Punkt auf einem Kegelschnitt (z.B. Kreis, Ellipse, Hyperbel)

Punkt[Funktion] Punkt auf einer Funktion

Punkt[Vektor] Punkt auf einem Vektor

Punkt[Punkt P, Vektor v] Punkt $P + v$

Mittelpunkt

Mittelpunkt[Punkt A, Punkt B] Mittelpunkt von A und B

Mittelpunkt[Strecke] Mittelpunkt einer Strecke

Mittelpunkt[Kegelschnitt] Mittelpunkt eines Kegelschnitts (z.B. Kreis, Ellipse, Hyperbel)

Brennpunkt

Brennpunkt[Kegelschnitt] (alle) Brennpunkte eines Kegelschnitts

Scheitel

Scheitel[Kegelschnitt] (alle) Scheitelpunkte eines Kegelschnitts

Schwerpunkt

Schwerpunkt[Vieleck] Schwerpunkt eines Vielecks

Schneide

Schneide[Gerade g, Gerade h] Schnittpunkt der Geraden g und h

Schneide[Gerade g, Kegelschnitt c] Schnittpunkte von g und c (höchstens 2)

Schneide[Gerade g, Kegelschnitt c, Zahl n] n-ter Schnittpunkt von g und c

Schneide[Kegelschnitt c, Kegelschnitt d] alle Schnittpunkte von c und d (höchstens 4)

Schneide[Kegelschnitt c, Kegelschnitt d, Zahl n] n-ter Schnittpunkt von c und d

Schneide[Polynom f, Polynom g] alle Schnittpunkte von f und g

Schneide[Polynom f, Polynom g, Zahl n] n-ter Schnittpunkt von f und g

Schneide[Polynom f, Gerade g] alle Schnittpunkte von f und g

Schneide[Polynom f, Gerade g, Zahl n] n-ter Schnittpunkt von f und g

Schneide[Funktion f, Funktion g, Punkt A] Schnittpunkt von f und g mit Startpunkt A (für Newton Methode)

Schneide[Funktion f, Gerade g, Punkt A] Schnittpunkt von f und g mit Startpunkt A (für Newton Methode)

Siehe auch: Modus *Schneide zwei Objekte*, 3.2.2

Nullstelle

Nullstelle[Polynom f] alle Nullstellen des Polynoms f als Punkte

Nullstelle[Funktion f, Zahl a] eine Nullstelle der Funktion f mit Startwert a (Newton Methode)

Nullstelle[Funktion f, Zahl a, Zahl b] eine Nullstelle der Funktion f im Intervall [a, b] (regula falsi)

Extremum

Extremum[Polynom f] alle Extrema des Polynoms f als Punkte

Wendepunkt

Wendepunkt[Polynom f] alle Wendepunkte des Polynoms f

4.3.5 Vektor

Vektor

Vektor[Punkt A, Punkt B] Vektor von A nach B

Vektor[Punkt] Ortsvektor eines Punktes

Richtung

Richtung[Gerade] Richtungsvektor einer Geraden. Die Gerade $ax + by = c$ hat den Richtungsvektor $(b, -a)$.

Einheitsvektor

Einheitsvektor[Gerade] Richtungsvektor mit Länge 1 einer Geraden

Einheitsvektor[Vektor] Vektor mit Länge 1 sowie gleicher Richtung und Orientierung wie der angegebene Vektor

Normalvektor

Normalvektor[Gerade] Normalvektor einer Geraden. Die Gerade $ax + by = c$ hat den Normalvektor (a, b) .

Normalvektor[Vektor] Normalvektor eines Vektors. Der Vektor (a, b) hat den Normalvektor $(-b, a)$.

Einheitsnormalvektor

Einheitsnormalvektor[Gerade] Normalvektor mit Länge 1 einer Geraden

Einheitsnormalvektor[Vektor] Normalvektor mit Länge 1 eines Vektors

4.3.6 Strecke

Strecke

Strecke[Punkt A, Punkt B] Strecke zwischen zwei Punkten A und B

Strecke[Punkt A, Zahl a] Strecke der Länge a ausgehen vom Punkt A. Dabei wird auch der Endpunkt der Strecke erzeugt.

4.3.7 Strahl

Strahl

strahl[Punkt A, Punkt B] Strahl (Halbgerade) mit Anfangspunkt A durch B

strahl[Punkt A, Vektor v] Strahl (Halbgerade) mit Anfangspunkt A und Richtung v

4.3.8 Vieleck

Vieleck

vieleck[Punkt A, Punkt B, Punkt C, ...] Vieleck, das die gegebenen Punkte als Eckpunkte hat

4.3.9 Gerade

Gerade

Gerade[Punkt A, Punkt B] Gerade durch zwei Punkte A und B

Gerade[Punkt A, Gerade g] Gerade durch A parallel zu g

Gerade[Punkt A, Vektor v] Gerade durch A mit Richtung v

Senkrechte

senkrechte[Punkt A, Gerade g] Gerade durch A senkrecht zu g

senkrechte[Punkt A, Vektor v] Gerade durch A senkrecht zur Richtung v

Mittelsenkrechte

(Österreichisch: Streckensymmetrale)

Mittelsenkrechte[Punkt A, Punkt B] Mittelsenkrechte zur Strecke AB

Mittelsenkrechte[Strecke s] Mittelsenkrechte zur Strecke s

Streckensymmetrale

(Deutsch: Mittelsenkrechte)

streckensymmetrale[Punkt A, Punkt B] Streckensymmetrale zur Strecke AB

streckensymmetrale[Strecke s] Streckensymmetrale zur Strecke s

Winkelhalbierende

(Österreichisch: Winkelsymmetrale)

Winkelhalbierende[Punkt A, Punkt B, Punkt C] Winkelhalbierende zum Winkel(A, B, C). B ist der Scheitelpunkt des Winkels.

Winkelhalbierende[Gerade g, Gerade h] Beide Winkelhalbierenden zu g und h

Winkelsymmetrale

(Deutsch: Winkelhalbierende)

Winkelsymmetrale[Punkt A, Punkt B, Punkt C] Winkelsymmetrale zum Winkel(A, B, C). B ist der Scheitelpunkt des Winkels.

Winkelsymmetrale[Gerade g, Gerade h] Beide Winkelsymmetralen zu g und h

Tangente

Tangente[Punkt A, Kegelschnitt c] (alle) Tangenten durch A an c

Tangente[Gerade g, Kegelschnitt c] (alle) Tangenten parallel zu g an c

Tangente[Zahl a, Funktion f] Tangente an $f(x)$ in $x=a$

Tangente[Punkt A, Funktion f] Tangente an $f(x)$ in $x=x(A)$

Asymptote

Asymptote[Hyperbel c] beide Asymptoten einer Hyperbel

Leitlinie

Leitlinie[Parabel c] Leitlinie einer Parabel

Achsen

Achsen[Kegelschnitt c] Haupt- und Nebenachse eines Kegelschnitts

Hauptachse

Hauptachse[Kegelschnitt c] Hauptachse eines Kegelschnitts

Nebenachse

Nebenachse[Kegelschnitt c] Nebenachse eines Kegelschnitts

Polare

Polare[Punkt A, Kegelschnitt c] Polare von A bezüglich c

Durchmesser

Durchmesser[Gerade g, Kegelschnitt c] Durchmesser parallel zu g bezüglich c

Durchmesser[Vektor v, Kegelschnitt c] Durchmesser mit Richtung v bezüglich c

4.3.10 Kegelschnitt**Kreis**

Kreis[Punkt M, Zahl r] Kreis mit Mittelpunkt M und Radius r

Kreis[Punkt M, Strecke s] Kreis mit Mittelpunkt M und Radius = Länge[s]

Kreis[Punkt M, Punkt A] Kreis mit Mittelpunkt M durch den Punkt A

Kreis[Punkt A, Punkt B, Punkt C] Kreis durch die drei Punkte A, B, C

Ellipse

Ellipse[Punkt F, Punkt G, Zahl a] Ellipse mit Brennpunkten F, G und Hauptachsenlänge a.
Es muss gelten: $2a > \text{Abstand}[F,G]$

Ellipse[Punkt F, Punkt G, Strecke s] Ellipse mit Brennpunkten F, G und Hauptachsenlänge
Länge[s]

Hyperbel

Hyperbel[Punkt F, Punkt G, Zahl a] Hyperbel mit Brennpunkten F, G und Hauptachsenlänge a. Es muss gelten: $0 < 2a < \text{Abstand}[F,G]$

Hyperbel[Punkt F, Punkt G, Strecke s] Hyperbel mit Brennpunkten F, G und Hauptachsenlänge = Länge[s]

Parabel

Parabel[Punkt F, Gerade g] Parabel mit Brennpunkt F und Leitlinie g

Kegelschnitt

Kegelschnitt[Punkt A, Punkt B, Punkt C, Punkt D, Punkt E] Kegelschnitt durch fünf Punkte (keine vier liegen auf einer Geraden)

4.3.11 Funktion

Ableitung

Ableitung[Funktion f] Ableitung der Funktion f(x)

Ableitung[Funktion f, Zahl n] n-te Ableitung der Funktion f(x)

Integral

Integral[Funktion f] Unbestimmtes Integral der Funktion f(x)

Siehe auch: bestimmtes Integral, 4.3.2.

Polynom

Polynom[Funktion f] liefert die ausmultiplizierte Polynomfunktion zu f.

Beispiel: *Polynom*[(x - 3)²] liefert $x^2 - 6x + 9$

TaylorPolynom

TaylorPolynom[Funktion f, Zahl a, Zahl n] Taylor Polynom der Funktion f um die Stelle x=a der Ordnung n

Funktion

Funktion[Funktion f, Zahl a, Zahl b] liefert eine Funktion, die im Intervall [a, b] gleich f und sonst undefiniert ist.

4.3.12 Bogen und Sektor

Der algebraische Wert eines Bogens ist seine Länge, der Wert eines Sektors ist seine Fläche.

Halbkreis

Halbkreis[Punkt A, Punkt B] Halbkreis über der Strecke AB

Kreisbogen

Kreisbogen[Punkt M, Punkt A, Punkt B] Kreisbogen mit Mittelpunkt M zwischen zwei Punkten A und B. Der Punkt B muss dabei nicht auf dem Kreis liegen.

Umkreisbogen

Umkreisbogen[Punkt, Punkt, Punkt] Kreisbogen durch drei Punkte

Bogen

Bogen[Kegelschnitt c, Punkt A, Punkt B] Kegelschnittbogen zwischen zwei Punkten A und B auf dem Kegelschnitt c (Kreis oder Ellipse)

Bogen[Kegelschnitt c, Zahl t1, Zahl t2] liefert einen Kegelschnittbogen zwischen zwei Parameterwerten t1 und t2, wobei intern folgende Parameterdarstellungen verwendet werden:

- Kreis: $(r \cos(t), r \sin(t))$, wobei r der Radius ist.
- Ellipse: $(a \cos(t), b \sin(t))$, wobei a und b die Längen der Haupt- und Nebenachse sind.

Kreissektor

Kreissektor[Punkt M, Punkt A, Punkt B] Kreissektor mit Mittelpunkt M zwischen zwei Punkten A und B. Der Punkt B muss dabei nicht auf dem Kreis liegen.

Umkreissektor

Umkreissektor[Punkt, Punkt, Punkt] Kreissektor durch drei Punkte

Sektor

Sektor[Kegelschnitt c, Punkt A, Punkt B] Kegelschnittsektor zwischen zwei Punkten A und B auf dem Kegelschnitt c (Kreis oder Ellipse)

Sektor[Kegelschnitt c, Zahl t1, Zahl t2] liefert einen Kegelschnittsektor (für Kreis oder Ellipse) zwischen zwei Parameterwerten t1 und t2, wobei intern folgende Parameterdarstellungen verwendet werden:

- Kreis: $(r \cos(t), r \sin(t))$, wobei r der Radius ist.
- Ellipse: $(a \cos(t), b \sin(t))$, wobei a und b die Längen der Haupt- und Nebenachse sind.

4.3.13 Bild**Eckpunkt**

Eckpunkt[Bild, Zahl n] liefert den n-ten Eckpunkt des Bildes ($n = 1, \dots, 4$).

4.3.14 Ortslinie**Ortslinie**

Ortslinie[Punkt P, Punkt Q] liefert die Ortslinie des Punktes P in Abhängigkeit vom Punkt Q. Der Punkt Q muss dabei ein Punkt auf einer Linie sein.

4.3.15 Geometrische Abbildungen

Wenn einer der folgenden Befehle einer Variable zugewiesen wird, wird eine Kopie des bewegten Objekts erstellt. Der Befehl `Spiegle[A, g]` spiegelt den Punkt A an der Geraden g und verändert dabei den Punkt A. Der Aufruf `B = Spiegle[A, g]` erzeugt hingegen einen neuen Punkt B durch Spiegelung von A an der Geraden g. Hier bleibt A unverändert.

Verschiebe

Verschiebe[Punkt A, Vektor v] Verschiebt den Punkt A um den Vektor v

Verschiebe[Gerade g, Vektor v] Verschiebt die Gerade g um den Vektor v

Verschiebe[Kegelschnitt c, Vektor v] Verschiebt den Kegelschnitt c um den Vektor v

Verschiebe[Funktion f, Vektor v] Verschiebt die Funktion f um den Vektor v

Verschiebe[Vieleck P, Vektor v] Verschiebt das Vieleck P um den Vektor v. Dabei werden neue Eckpunkte und Seiten erstellt.

Verschiebe[Bild b, Vektor v] Verschiebt das Bild b um den Vektor v

Verschiebe[Vektor v, Punkt P] Verschiebt den Vektor v zum Punkt P

Drehe

Drehe[Punkt A, Winkel phi] Dreht den Punkt A um den Winkel phi um den Nullpunkt

Drehe[Vektor v, Winkel phi] Dreht den Vektor v um den Winkel phi

Drehe[Gerade g, Winkel phi] Dreht die Gerade g um den Winkel phi um den Nullpunkt

Drehe[Kegelschnitt c, Winkel phi] Dreht den Kegelschnitt c um den Winkel phi um den Nullpunkt

Drehe[Vieleck P, Winkel phi] Dreht das Vieleck P um den Winkel phi um den Nullpunkt. Dabei werden neue Eckpunkte und Seiten erstellt.

Drehe[Bild b, Winkel phi] Dreht das Bild b um den Winkel phi um den Nullpunkt

Drehe[Punkt A, Winkel phi, Punkt B] Dreht den Punkt A um den Winkel phi um den Punkt B

Drehe[Gerade g, Winkel phi, Punkt B] Dreht die Gerade g um den Winkel phi um den Punkt B

Drehe[Kegelschnitt c, Winkel phi, Punkt B] Dreht den Kegelschnitt c um den Winkel phi um den Punkt B

Drehe[Vieleck P, Winkel phi, Punkt B] Dreht das Vieleck P um den Winkel phi um den Punkt B. Dabei werden neue Eckpunkte und Seiten erstellt.

Drehe[Bild b, Winkel phi, Punkt B] Dreht das Bild b um den Winkel phi um den Punkt B

Spiegle

Spiegle[Punkt A, PunktB] Spiegelt den Punkt A am Punkt B

Spiegle[Gerade g, PunktB] Spiegelt die Gerade g am Punkt B

Spiegle[Kegelschnitt c, Punkt B] Spiegelt den Kegelschnitt c am Punkt B

Spiegle[Vieleck P, Punkt B] Spiegelt das Vieleck P am Punkt B. Dabei werden neue Eckpunkte und Seiten erstellt.

Spiegle[Bild b, Punkt B] Spiegelt das Bild b am Punkt B

Spiegle[Punkt A, Gerade h] Spiegelt den Punkt A an der Geraden h

Spiegle[Gerade g, Gerade h] Spiegelt die Gerade g an der Geraden h

Spiegle[Kegelschnitt c, Gerade h] Spiegelt den Kegelschnitt c an der Geraden h

Spiegle[Vieleck P, Gerade h] Spiegelt das Vieleck P an der Geraden h. Dabei werden neue Eckpunkte und Seiten erstellt.

Spiegle[Bild b, Gerade h] Spiegelt das Bild b an der Geraden h

StreckeZentrisch

StreckeZentrisch[Punkt A, Zahl f, Punkt S] Streckt den Punkt A vom Punkt S aus um den Faktor f

StreckeZentrisch[Gerade g, Zahl f, Punkt S] Streckt die Gerade g vom Punkt S aus um den Faktor f

StreckeZentrisch[Kegelschnitt c, Zahl f, Punkt S] Streckt den Kegelschnitt c vom Punkt S aus um den Faktor f

StreckeZentrisch[Vieleck P, Zahl f, Punkt S] Streckt das Vieleck P vom Punkt S aus um den Faktor f

StreckeZentrisch[Bild b, Zahl f, Punkt S] Streckt das Bild b vom Punkt S aus um den Faktor f

Kapitel 5

Drucken und Export

5.1 Drucken

5.1.1 Zeichenblatt

Im Menü *Datei, Druckvorschau* finden Sie den Punkt *Zeichenblatt*. Im erscheinenden Fenster können Sie Ihren Ausdruck beschriften (Titel, Autor, Datum) und den Maßstab der x-Achse in cm angeben.

Drücken Sie nach jeder Änderung die Eingabetaste, dann sehen Sie sofort die Änderung im Vorschaufenster.

5.1.2 Konstruktionsprotokoll

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Druckvorschau des Konstruktionsprotokolls aufzurufen:

- Im Menü *Datei, Export* finden Sie den Punkt *Druckvorschau*.
- Im Menü *Ansicht* öffnen Sie zunächst das *Konstruktionsprotokoll*. Dort finden Sie im Menü *Datei* den Punkt *Druckvorschau*.

Der zweite Weg ist der flexiblere, da Sie hier zunächst noch die Möglichkeit haben, bestimmte Spalten des Konstruktionsprotokolls ein- bzw. auszublenden (siehe Menü *Ansicht* des Konstruktionsprotokolls).

Im Druckvorschau-Fenster können Sie Titel, Autor sowie Datum angeben.

5.2 Zeichenblatt als Bild exportieren

Im Menü *Datei, Export* finden Sie den Punkt *Zeichenblatt als Bild*. Im erscheinenden Fenster können Sie angeben, in welchem Maßstab und mit welcher Auflösung (dpi) das Bild exportiert werden soll. Die wahre Größe des Bildes in cm und Bildschirmpunkten (pixel) ist am unteren Rand des Dialogfensters zu sehen. Unter *Format* haben Sie die Wahl zwischen den folgenden beiden Grafikformaten:

PNG - Portable Network Graphics: Hierbei handelt es sich um ein Raster-Grafikformat. Je höher die Auflösung (dpi), desto höher die Qualität (300dpi reichen für die meisten Zwecke aus). PNG Grafiken sollten nachträglich weder vergrößert noch verkleinert werden, da sich dadurch in der Regel die Qualität verschlechtert.

Die Verwendung von PNG Grafiken empfiehlt sich für den Einsatz auf Webseiten (html) und mit Microsoft Word. Wenn Sie eine PNG Grafik in Word einfügen (Menü *Einfügen, Grafik aus Datei*), achten Sie darauf, dass die Größe des Bildes auf 100% eingestellt ist, da ansonsten der angegebene Maßstab verändert wird.

EPS - Encapsulated Postscript: Hierbei handelt es sich um ein Vektor-Grafikformat. EPS Grafiken können ohne Qualitätsverlust beliebig vergrößert und verkleinert werden. Die Verwendung von EPS Grafiken empfiehlt sich für den Einsatz mit Vektorgrafik-Programmen wie Corel Draw und professionellen Textverarbeitungssystemen wie \LaTeX .

Die Auflösung einer EPS Grafik beträgt übrigens immer 72dpi, wobei dieser Wert nur für die Berechnung der wahren Größe des Bildes in cm verwendet wird und keinen Einfluss auf die Qualität hat.

Hinweis: der Transparenz-Effekt beim Füllen von Vielecken oder Kegelschnitten ist beim EPS Export nicht möglich. Objekte können hier nur zu 100% oder gar nicht gefüllt werden.

5.3 Zeichenblatt in Zwischenablage

Im Menü *Datei, Export* finden Sie den Punkt *Zeichenblatt in Zwischenablage*. Dabei wird ein Screenshot des Zeichenblattes als PNG Grafik in die Zwischenablage kopiert, sodass es in jedem anderen Programm eingefügt werden kann (z.B. in ein Microsoft Word Dokument).

Um Ihre Konstruktion maßstabsgetreu in ein anderes Programm zu übernehmen, verwenden Sie den Menüpunkt *Zeichenblatt als Bild exportieren* und fügen die so erzeugte Bilddatei im neuen Programm ein (in Word: im Menü *Einfügen, Grafik aus Datei*).

5.4 Konstruktionsprotokoll als Webseite

Es gibt zwei Möglichkeiten, das Fenster *Export Konstruktionsprotokoll* aufzurufen:

- Im Menü *Datei, Export* finden Sie den Punkt *Konstruktionsprotokoll als Webseite (html)*.
- Im Menü *Ansicht* öffnen Sie zunächst das *Konstruktionsprotokoll*. Dort finden Sie im Menü *Datei* den Punkt *Export als Webseite*.

Der zweite Weg ist der flexiblere, da Sie hier die Möglichkeit haben, bestimmte Spalten des Konstruktionsprotokolls ein- bzw. auszublenden (siehe Menü *Ansicht* des Konstruktionsprotokolls).

Im Export Fenster können Sie Titel, Autor sowie Datum angeben und auswählen, ob Sie ein Bild des Zeichenblattes und des Algebrafensters zusammen mit Ihrem Konstruktionsprotokoll exportieren möchten. Die exportierte HTML Datei können Sie mit jedem Internet Browser (z.B. Mozilla, Internet Explorer) betrachten und mit vielen Textverarbeitungsprogrammen (z.B. Frontpage, Word) nachträglich bearbeiten.

5.5 Dynamisches Arbeitsblatt als Webseite

Im Menü *Datei, Export* finden Sie den Punkt *Dynamisches Arbeitsblatt als Webseite (html)*.

Im Export Fenster können Sie Titel, Autor sowie Datum und einen Text oberhalb und unterhalb der dynamischen Konstruktion angeben (z.B. für eine Beschreibung der Konstruktion und Arbeitsaufträge). Die Konstruktion selbst kann entweder direkt in die Webseite eingebettet sein oder via Schaltfläche geöffnet werden.

Hinweis: wählen Sie die Werte für die Breite und Höhe einer dynamischen Konstruktion nicht zu groß, damit diese im Internet Browser gut sichtbar ist.

Beim Exportieren werden drei Dateien erstellt:

1. html Datei, z.B. *kreis.html* - diese Datei enthält das eigentliche Arbeitsblatt
2. ggb Datei, z.B. *kreis_worksheet.ggb* - diese Datei enthält Ihre GeoGebra Konstruktion
3. *geogebra.jar* - diese Datei enthält GeoGebra und macht Ihr Arbeitsblatt interaktiv

Alle drei Dateien - also z.B. *kreis.html*, *kreis_worksheet.ggb* und *geogebra.jar* - müssen sich im gleichen Ordner befinden, damit das Arbeitsblatt funktioniert. Sie können aber natürlich alle drei Dateien zusammen in einen beliebigen anderen Ordner kopieren.

Wichtiger Hinweis: Die exportierte HTML Datei - z.B. *kreis.html* - können Sie mit jedem Internet Browser (z.B. Mozilla, Netscape, Internet Explorer) verwenden. Damit die dynamische Konstruktion auch funktioniert, muss auf dem Rechner Java installiert sein. Java erhalten Sie kostenlos unter <http://www.java.com>. Wenn Sie das dynamische Arbeitsblatt in Ihrem Schulnetzwerk verwenden möchten, so bitten Sie Ihren Netzwerkadministrator, Java auf den Rechnern zu installieren.

Den Text des Arbeitsblattes können Sie übrigens in vielen Textverarbeitungsprogrammen (z.B. Frontpage, Word) nachträglich bearbeiten, indem Sie die exportierte HTML Datei öffnen.

Kapitel 6

Einstellungen

Unter dem Menüpunkt *Einstellungen* können einige globale Optionen verändert werden. Um Objekt-Einstellungen zu ändern, verwenden Sie bitte das Kontextmenü (3.1.1).

6.1 Punktfang

Punktfang an Koordinatengitter

6.2 Winkeleinheit

Legt fest, ob Winkel in Grad ($^{\circ}$) oder Radiant (rad) angezeigt werden.

Die Eingabe der Winkel ist jedoch immer auf beide Arten (Grad und Radiant) möglich.

6.3 Kommastellen

Angezeigte Nachkommastellen einstellbar: 0, 1, ..., 5

6.4 Punktdarstellung

Legt die Darstellung von Punkten als kleiner ausgefüllter Kreis oder als kleines Kreuz fest.

6.5 Grafik

Legt die Qualität der Grafikausgabe im Geometriefenster fest.

Auf langsamen Computern kann es passieren, dass die Grafikausgabe im Modus *Bewegen* ruckelt. In diesem Fall kann die Geschwindigkeit der Grafikausgabe durch Umschalten auf *Geringe Qualität* erhöht werden.

6.6 Schriftgröße

Legt die Größe der Schrift in Punkten (pt) fest.

6.7 Sprache

GeoGebra ist mehrsprachig. Hier kann jederzeit die Sprache verändert werden. Dies betrifft sämtliche Eingaben (auch Befehle) und Anzeigen.

6.8 Zeichenblatt

Öffnet den Dialog für die Einstellungen des Zeichenblattes (Achsen, Koordinatengitter, usw.).

Index

- ℒ_{TeX}, 21
- Abbildungen
 - geometrische, 38
- Ableitung
 - Befehl, 36
- Abstand
 - Befehl, 28
 - Modus, 18
- Achsen
 - Befehl, 34
 - xAchse, yAchse, 25
- Achsenkalierung, 12
- Animation, 23
- Anzeigen, 11
- Arbeitsblatt
 - dynamisches, 42
- Arithmetische Operationen, 26
- Asymptote
 - Befehl, 34
- Ausblenden, 11
- Ausmultiplizieren
 - Polynomfunktion, 36
- Bearbeiten, 11
- Befehle, 27
- Beschriftung anzeigen / ausblenden
 - Modus, 14
- Bewegen
 - Modus, 13
- Bewegungen, 38
- Beziehung
 - Befehl, 28
 - Modus, 13
- Bild
 - Eckpunkt, 37
 - exportieren, 40
 - Hintergrundbild, 22
 - in Zwischenablage, 41
 - Position, 21
 - Transparenzeffekt, 22
- Bild einfügen, 21
 - Modus, 21
- Bogen, 36
 - Befehl, 37
- Brennpunkt
 - Befehl, 30
- Darstellung
 - Punkte, 43
- Drehe
 - Befehl, 38
- Drehe Objekt um Punkt
 - Modus, 20
- Drehen um Punkt
 - Modus, 13
- Drucken
 - Konstruktionsprotokoll, 40
 - Zeichenblatt, 40
- Durchmesser
 - Befehl, 35
- durchsichtig
 - Bild, 22
- Dynamisches Arbeitsblatt, 42
- Eckpunkt
 - Befehl, 37
- Eingabezeile, 24

- Einheitsnormalvektor
 - Befehl, 32
- Einheitsvektor
 - Befehl, 32
- einschränken
 - Funktion auf Intervall, 26
 - Zahl, Winkel, 24
- Ellipse
 - Befehl, 35
- Export, 40
- Extremum
 - Befehl, 31
- Exzentrizität
 - Befehl, 29
- Füllen, 11
- Farbe, 11
- Fläche
 - Befehl, 28
 - bestimmtes Integral, 29
 - zwischen zwei Funktionen, 29
- Format übertragen
 - Modus, 14
- Formeln, 21
- Funktion, 26
 - Befehl, 36
 - einschränken auf Intervall, 26
- Gerade, 25
 - Befehl, 33
 - in Strecke umwandeln: umdefinieren, 12
- Gerade durch zwei Punkte
 - Modus, 16
- Größe, 11
- Halbkreis
 - Befehl, 36
 - Modus, 18
- Hauptachse
 - Befehl, 34
- Hauptachsenlänge
 - Befehl, 29
- Hintergrundbild, 22
- Hyperbel
 - Befehl, 35
- Index, 24, 27
- Integral
 - Befehl, 29, 36
 - bestimmtes, 29
 - unbestimmtes, 36
- Kegelschnitt, 25
 - Befehl, 35
- Kegelschnitt durch 5 Punkte
 - Modus, 17
- Kommastellen, 43
- Konstruktionsprotokoll, 12
 - exportieren, 41
- Kontextmenü, 11
- Kreis
 - Befehl, 35
- Kreis durch drei Punkte
 - Modus, 17
- Kreis mit Mittelpunkt durch Punkt
 - Modus, 17
- Kreis mit Mittelpunkt und Radius
 - Modus, 17
- Kreisbogen
 - Befehl, 36
- Kreisbogen zu Mittelpunkt durch zwei Punkte
 - Modus, 18
- Kreissektor
 - Befehl, 37
- Kreissektor zu Mittelpunkt durch zwei Punkte
 - Modus, 18
- Länge
 - Befehl, 28
- Lösche
 - Befehl, 28
- Löschen, 11
- Leitlinie
 - Befehl, 34
- Linienart, 11
- Linienstärke, 11
- Maßstab

- Bild exportieren, 40
- Mittelpunkt
 - Befehl, 30
 - Modus, 15
- Mittelsenkrechte
 - Befehl, 33
- Nebenachse
 - Befehl, 34
- Nebenachsenlänge
 - Befehl, 29
- Neuer Punkt
 - Modus, 14
- Normalvektor
 - Befehl, 32
- Nullstelle
 - Befehl, 31
- Obersumme
 - Befehl, 29
- Objekt anzeigen / ausblenden
 - Modus, 14
- Objekt löschen
 - Modus, 14
- Ortslinie
 - Befehl, 37
 - Modus, 19
- Parabel
 - Befehl, 35
- Parallele Gerade
 - Modus, 16
- Parameter
 - Befehl, 29
- Parameterdarstellung
 - Gerade, 25
- Polare
 - Befehl, 35
- Polare oder konjugierter Durchmesser
 - Modus, 17
- Polygon, *siehe* Vieleck
- Polynom
 - Befehl, 36
- Protokoll, 12
- Punkt, 25
 - auf Linie setzen: umdefinieren, 12
 - Befehl, 30
 - von Linie lösen: umdefinieren, 12
- Punktendarstellung, 43
- Punktfang, 43
- Radius
 - Befehl, 28
- Richtung
 - Befehl, 32
- Scheitel
 - Befehl, 30
- Schieberegler
 - Modus, 18
- Schneide
 - Befehl, 31
- Schneide zwei Objekte
 - Modus, 14
- Schrittweite, 11
- Schwerpunkt
 - Befehl, 31
- Sektor, 36
 - Befehl, 37
- Senkrechte
 - Befehl, 33
- Senkrechte Gerade
 - Modus, 16
- Skalarprodukt, 26
- Spiegle
 - Befehl, 39
- Spiegle Objekt an Gerade
 - Modus, 20
- Spiegle Objekt an Punkt
 - Modus, 19
- Spur, 12
- Steigung
 - Befehl, 28
- Strahl
 - Befehl, 33
- Strahl durch zwei Punkte
 - Modus, 15

- Strecke
 - Befehl, 32
 - in Gerade umwandeln: umdefinieren, 12
- Strecke mit fester Länge von Punkt aus
 - Modus, 15
- Strecke Objekt zentrisch von Punkt
 - Modus, 20
- Strecke zwischen zwei Punkten
 - Modus, 15
- Streckensymmetrale
 - Befehl, 33
 - Modus, 16
- StreckeZentrisch
 - Befehl, 39

- Tangente
 - Befehl, 34
- Tangenten
 - Modus, 17
- TaylorPolynom
 - Befehl, 36
- Text
 - Modus, 20

- Umbenennen, 11
- umdefinieren, 12
- Umkreisbogen
 - Befehl, 36
- Umkreisbogen durch drei Punkte
 - Modus, 18
- Umkreis Sektor
 - Befehl, 37
- Umkreis Sektor durch drei Punkte
 - Modus, 18
- Untersumme
 - Befehl, 29

- Vektor, 25
 - Befehl, 32
- Vektor von Punkt aus abtragen
 - Modus, 15
- Vektor zwischen zwei Punkten
 - Modus, 15
- Vereinfachen
 - Polynomfunktion, 36
- Vergrößern, 12
 - Modus, 13
- Verkleinern, 12
 - Modus, 14
- Verschiebe
 - Befehl, 38
- Verschiebe Objekt um Vektor
 - Modus, 20
- Verschiebe Zeichenblatt
 - Modus, 13
- Vieleck
 - Befehl, 33
 - Modus, 16

- Wendepunkt
 - Befehl, 31
- Werte ändern, 23
- Winkel, 24
 - überstumpf, erhaben, 24
 - Befehl, 29
 - einschränken, 24
 - fester Größe, 19
 - Modus, 19
- Winkel mit fester Größe
 - Modus, 19
- Winkelfunktionen, 26
- Winkelhalbierende
 - Befehl, 34
- Winkelsymmetrale
 - Befehl, 34
 - Modus, 16
- Wurzel, 26

- xAchse, 25
- yAchse, 25

- Zahl, 24
 - einschränken, 24
- Zentrische Streckung, 39
- Zoom, 12