

Dynamische Geometrie Cabri - auf dem *TI-92*

Dr. Thomas Himmelbauer

Ein Unterrichtsbehelf zum Einsatz moderner Technologien im Mathematikunterricht

T³ Österreich / ACDCA am PI-Niederösterreich, Hollabrunn

Inhalt

1	Eulersche Gerade und Feuerbachkreis	4
2	Tangente von einem Punkt an einen Kreis Erstellen eines Makros	21
3	Ellipsenkonstruktion (Brennpunktsdefinition)	28
4	Ellipsenkonstruktion (Leitkreisdefinition)	33
5	Die Kegelschnitte aus der Leitliniendefinition	37
6	Parabelkonstruktionen Brennpunktsdefinition und Graph einer quadratischen Funktion	46
7	Die Graphen von Sinus- und Kosinusfunktion	57

Vorwort

Dieses Skriptum enthält Unterrichtsvorbereitungen und -vorschläge zum Einsatz der dynamischen Geometrie (Cabri Géomètre) des TI-92, TI-92 Plus und TI-89 (als Flashapplikation erwerbbar).

Wenn man die Cabri Geometrie im Unterricht einsetzen will, hat man einige Schwierigkeiten zu bewältigen.

- Das Erlernen der Benutzung der Cabri Geometrie ist schwierig und zeitintensiv.
- Die Schüler vergessen das Handling oft sehr rasch wieder, weil Cabri Geometrie nicht jede Woche im Unterricht verwendet wird.
- Schüler, die den Unterricht versäumt haben, können mit Cabri Geometrie erarbeitete Inhalte nur schwer selbst nachlernen.
- Das Mitschreiben von vorgezeigten Konstruktionsschritten ist sehr aufwendig.
- Von den Schülern wird nur ernstgenommen, was geprüft wird. Um mit Cabri Geometrie erarbeitete Inhalte abprüfen zu können, müssen die Schüler ausführliche Unterlagen zum Lernen besitzen.

Auf der anderen Seite ist das Arbeiten mit dynamischer Geometrie eine echte Bereicherung des Mathematikunterrichts. Mit ihrer Hilfe können viele Einsichten der elementaren und höheren Geometrie gewonnen werden. Ideen zum geometrischen Beweisen werden leichter gefunden, Vermutungen aufgestellt oder bestätigt. Dynamische Geometriesoftware kann der manchmal leider nur mehr im Verborgenen blühenden Geometrie zu neuem Leben verhelfen.

Aus den genannten Gründen habe ich für die Anwendungen der Cabri Geometrie, die ich häufig im Unterricht verwende, Unterlagen erstellt, die jeden Konstruktionsschritt ganz ausführlich beschreiben und jede Veränderung am Bildschirm dokumentieren.

Die genaue Beschreibung findet sich bei jeder Konstruktion, daher ist man nicht gezwungen, das komplette Skriptum durchzuarbeiten, wenn man z.B. gleich Konstruktionen aus späteren Abschnitten nachvollziehen möchte.

Diese Unterlagen können von Schülern zum selbstständigen Erlernen der Inhalte oder zum Wiederholen und Üben vor Prüfungen verwendet werden. Sie sollen aber auch Lehrern dienlich sein, die sich erst mit der Cabri Geometrie vertraut machen wollen.

Mein besonderer Dank gilt Josef Böhm für seine Anregungen zum Inhalt und das Erstellen des endgültigen Layouts.

Thomas Himmelbauer

1 Eulersche Gerade und Feuerbachscher Kreis

Wir wollen zeigen, dass Umkreismittelpunkt, Höhenschnittpunkt und Schwerpunkt bei jedem Dreieck auf einer gemeinsamen Geraden - der Eulerschen Geraden - liegen.

Mit <u>APPS</u> 8:Geometry 3:New beginnen wir eine neue Geometriesitzung und geben der Zeichnung (Figure) im gewünschten Folder einen Namen, z.B. euler.



Der Zeichenbildschirm erscheint. Zunächst wollen wir ein Dreieck festlegen. Dazu wählen wir [F3] 3:Triangle.



Wir führen den Zeichenstift bis zu der Stelle, wo der Eckpunkt A liegen soll und bestätigen mit ENTER]. Der Punkt erscheint als kleines Quadrat.

₽1 № ₽2 •	<u>**</u> **	F6 cm → F7 HiDE F6 700	F1 K F2 •	<u>*</u> A*¥**•	F6 cm 77 HIDE F8 7700 ▼ 7 SHOW ▼ 54000
	©			\$	
GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC

Sofort nach dem ENTER geben wir mit **1** A die Bezeichnung des Eckpunktes ein. Danach bewegen wir den Zeichenstift mit dem Cursorpad 🟵 zur Position des 2. Eckpunktes.

		FS ↓ ↓ FS ~••	F6 cm F7 HIDE F8 700 ▼ SHOW ▼ 1000
ब्रुटी; 	•	10i	
GEDMETRY DEG AUTO FUNC	GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC

Wir bestätigen mit ENTER, der Punkt erscheint und wir bezeichnen ihn sofort mit **†**B.



Abschließend führen wir den Zeichenstift mit dem 📀 zur Position des Eckpunktes C und bestätigen erneut mit ENTER.



Unmittelbar danach bezeichnen wir sofort mit **f**C. Wir suchen den Umkreismittelpunkt des Dreiecks. Wir wählen **F**4 4: Perpendicular Bisector (= Streckensymmetrale).



Wir führen den Pfeil zur Seite c = AB, bis der Text PERPENDICULAR BISECTOR OF THIS SIDE OF THE TRIANGLE erscheint, und bestätigen mit ENTER. Die Streckensymmetrale der Seite c wird gezeichnet.



Dann führen wir den Pfeil zur Seite a, bis wiederum der Text PERPENDICULAR BISECTOR OF THIS SIDE OF THE TRIANGLE erscheint, und bestätigen mit ENTER. Die Streckensymmetrale der Seite a wird gezeichnet.





Wir bestätigen mit ENTER und der Schnittpunkt wird ausgezeichnet. Sofort danach beschriften wir diesen mit \mathbf{t} (U).



Für die weitere Konstruktion ist es übersichtlicher, die Streckensymmetralen auszublenden. Dazu wählen wir im Menü [F7] 1:Hide/Show und führen den Pfeil zur Streckensymmetrale der Seite c, bis der Text THIS LINE erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER und die Streckensymmetrale wir punktiert dargestellt. Dann führen wir den Pfeil zur Streckensymmetrale der Seite a, bis ebenfalls der Text THIS LINE eingeblendet wird.



Wir bestätigen mit ENTER und auch diese Streckensymmetrale wird nun punktiert dargestellt. Damit werden diese beiden Geraden in Zukunft nicht mehr sichtbar dargestellt. Es soll nun der Höhenschnittpunkt H konstruiert werden. Wir wählen F4 1:Perpendicular Line (= normale Gerade).



Wir führen den Pfeil mit dem 📀 zur Seite c, bis der Text PERPENDICULAR TO THIS SIDE OF THE TRIANGLE erscheint, und bestätigen dann mit ENTER. Die Seite c wird strichliert dargestellt.



Um die genau Lage der Normalen festzulegen führen wir den Pfeil mit dem 📀 zum Eckpunkt C, bis der Text THRU THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Die Höhe auf die Seite c wird sofort gezeichnet.



Für die Konstruktion der Höhe auf a führen wir dann den Pfeil mit dem 📀 zur Seite a, bis der Text PERPENDICULAR TO THIS SIDE OF THE TRIANGLE erscheint, und bestätigen dann mit ENTER. Die Seite a wird strichliert dargestellt.



Danach führen wir den Pfeil mit dem 📀 zum Eckpunkt A, bis der Text THRU THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Die Höhe auf die Seite a wird gezeichnet.



Wir wählen F2 3:Intersection Point, um den Höhenschnittpunkt zu bestimmen. und führen den Pfeil mit dem 💮 zum Schnittpunkt, bis der schon von früher bekannte Text POINT AT THIS INTERSECTION erscheint. Damit wird der Schnittpunkt vom System erkannt.



Wir bestätigen mit ENTER und der Schnittpunkt erscheint, der sofort mit (H) beschriftet wird.



Wir wollen die Höhen aus Übersichtlichkeitsgründen ausblenden. Nach F7 1:Hide/Show führen wir den Pfeil zur Höhe auf die Seite a, bis der Text THIS LINE erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER und die Höhenlinie wird punktiert dargestellt. Dann führen wir den Pfeil zur Höhenlinie auf die Seite c, bis der Text, THIS LINE erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER und auch diese Höhe wird punktiert dargestellt. Somit werden auch die beiden Höhen in Zunkunft unsichtbar bleiben. Abschließend wollen wir den Schwerpunkt S konstruieren. Dazu bestimmen wir zunächst die Seitenmitten mit F4 3:Midpoint.



Wir führen den Pfeil mit dem 📀 zur Seite c, bis der Text MIDPOINT OF THIS SIDE OF THE TRIANGLE erscheint, und bestätigen dann mit ENTER]. Die Seitenmitte wird markiert.



Unmittelbar danach geben wir zur Bezeichnung **f** (M) (a) (b) ein. Dann führen wir den Pfeil mit dem 🚱 zur Seite a, bis der Text MIDPOINT OF THIS SIDE OF THE TRIANGLE erscheint.



Dann bestätigen wir mit ENTER und bezeichnen unmittelbar danach mit (M) (b) (c).



Jetzt sollen die Schwerlinien gezeichnet werden. Wir wählen F2 4:Line und führen dann den Pfeil mit dem 📀 zum Eckpunkt C, bis der Text THRU THIS POINT sichtbar wird.



Wir bestätigen mit ENTER. Die Bezeichnung des Eckpunktes wird strichliert umrahmt, der Punkt blinkt. Dann führen wir den Pfeil zur Seitemitte Mab, bis der Text THRU THIS POINT erscheint und bestätigen mit ENTER. Die Schwerlinie wird gezeichnet. Nun bringen wir den Pfeil zur Seitenmitte Mbc, bis der Text THRU THIS POINT erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER, die Bezeichnung wird strichliert umrahmt, der Punkt blinkt. Wir führen den Pfeil mit dem 📀 zum Eckpunkt A, bis der Text THRU THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Die Schwerlinie auf die Seite a durch den Punkt A wird gezeichnet.



Wir wählen [5] 3:Intersection Point, um den Schwerpunkt festzulegen. Dazu führen wir den Pfeil mit dem 📀 zum Schnittpunkt, bis der Text POINT AT THIS INTERSECTION erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER, der Punkt wird eingezeichnet, und wir bezeichnen diesen sofort mit (s).



Die Schwerlinien werden wieder ausgeblendet. Dazu verfahren wir wie bei den Höhen und Streckensymmetralen über F7 1:Hide/Show. Wir folgen den Abbildungen:



Somit werden auch die beiden Schwerlinien in Zunkunft unsichtbar bleiben.

 F1
 F2
 F3
 F6
 F7
 F6
 F7
 F6
 F7
 F7
 F6
 F7
 F7
 F6
 F7
 F7
 F6
 F7
 F6
 F7
 F6
 F7
 F6
 <td

Nun wird die Eulersche Gerade eingezeichnet. Wir wählen F2 4:Line.

Wir führen den Pfeil zum Umkreismittelpunkt U, bis der Text THRU THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Die Bezeichnung U wird strichliert umrahmt. Dann führen wir den Pfeil zum Höhenschnittpunkt H, bis der Text THRU THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Damit ist eine Gerade durch U und H - die Eulersche Gerade - definiert und sie wird gezeichnet.



Nun wollen wir überprüfen, ob S, H und U auf einer Geraden liegen.

Wir wählen F6 8:Check Property 1:Collinear.



Wir führen den Pfeil mit dem 📀 zum Punkt U, bis der Text THIS POINT erscheint, und legen diesen mit ENTER fest. Die Bezeichnung U wird strichliert umrahmt.



Wir führen den Pfeil mit dem 🔄 zum Punkt S, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Damit wird auch die Bezeichnung S strichliert umrahmt.



Schließlich führen wir den Pfeil mit dem 📀 zum Punkt H, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Die Bezeichnung H wird strichliert umrahmt. Außerdem erscheint nun ein Rechteck, in dem die Anwort vorbereitet ist.



Mit Hilfe des Cursorpads O kann das Rechteck an eine passende Stelle verschoben werden. Mit dem nächsten Tastendruck auf ENTER verschwindet das Rechteck und die Antwort collinear (= auf einer Geraden liegend) erscheint.



Nun wollen wir uns den besonderen Abständen zwischen U, S und H zuwenden. Wir wählen F6 1:Distance&Length und führen dann den Pfeil zum Punkt S, bis der Text DISTANCE FROM THIS POINT erscheint.



Nach der Bestätigung mit ENTER wird die Bezeichnung S strichliert umrahmt. Dann bewegen wir den Pfeil mit dem 💮 zum Punkt H, bis der Text TO THAT POINT erscheint.



Diese Anzeige bestätigen wir mit ENTER und der Abstand wird eingeblendet. Mit ESC schalten wir auf F1 1:Pointer um, führen den Pfeil zur Längenangabe, bis der Text THIS NUMBER erscheint, drücken die S-Taste - halten sie gedrückt (der Pfeil verwandelt sich dabei in ein Händchen) - und verschieben die Längenangabe mit dem 🚱 an eine geeignete freie Stelle.



Für den Abstand von U nach S wählen wir nochmals F6 1:Distance&Length und führen den Pfeil zum Punkt U, bis der Text DISTANCE FROM THIS POINT erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER, das U wird strichliert umrahmt und der Pfeil wird mit dem 📀 zum Punkt S bewegt, bis der Text TO THAT POINT den zweiten Punkt anzeigt.



Wir bestätigen mit ENTER und die Länge wird eingeblendet. Wir schalten nochmals um auf [F1] 1:Pointer, um die ermittelte Längenangabe auf eine geeignete Stelle zu verschieben.



Nun kommt die "dynamische" oder "Gummizug-" Geometrie ins Spiel. Wir wollen das Dreieck verändern, um die Kollinearität und die Konstanz des Streckenverhältnisses der beiden Abstände auch bei anderen Dreiecken zu überprüfen. Mit ESC machen wir auf F1 1:Pointer diesen Menüpunkt aktiv und führen den Pfeil zum Eckpunkt C, bis der Text THIS POINT erscheint.



Wir drücken die -Taste (der Pfeil wird wieder zum Händchen) und können nun mit dem bei gedrückter -Taste den Eckpunkt C in eine beliebige andere Lage verziehen und dabei das Streckenverhältnis beobachten. Das Verhältnis bleibt - abgesehen von Rundungsungenauigkeiten bei zwei ausgegebenen Stellen - mit 2 : 1 konstant. Aber auch die drei Punkte U, H und S verbleiben auf der Eulerschen Geraden.



Abschließend werden wir die Längenangaben noch bezeichnen.

Dazu wählen wir F7 5:Comment und führen das Fadenkreuz an die gewünschte Stelle.



Mit ENTER bestätigen wir die Position und es öffnet sich ein Rechteck mit einer Schreibmarke. Wir können nun unseren Text, z.B. SH eingeben.



Mit ENTER beschließen wir die Eingabe und der Fadenkreuzcursor wird wieder aktiv. Wir führen ihn an die geeignete Position um auch den zweiten Abstand zu bezeichnen.



Mit ENTER schließt sich das alte Rechteck und an der neuen Position öffnet sich ein neues Rechteck mit Textcursor. Wir geben die Bezeichnung, z.B. US ein.



Mit **ESC** können wir den Menüpunkt verlassen und unser Werk betrachten. Jetzt wollen wir uns dem Feuerbachsch Kreis zuwenden.

Auf dem Feuerbachkreis (auch Neunpunktekreis) liegen die drei Seitenmitten, die drei Höhenfußpunkte und die Mittelpunkte der oberen Höhenabschnitte. (Karl Wilhelm Feuerbach, 1800 - 1834)

Erst werden alle nicht weiter benötigten Objekte ausgeblendet. Wir wählen F7 1:Hide/Show. Wir führen den Pfeil zum Text Collinear, bis der Text THIS PROPERTY erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Statt des Textes erscheint ein punktiertes Rechteck. Wir führen den Pfeil zur Längenangabe der Strecke SH, bis der Text THIS NUMBER erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Statt der Längenangabe erscheint ein punktiertes Rechteck. Analog verfahren wir mit der Längenangabe von US.



Anschließend führen wir den Pfeil zu den Bezeichnungen US und SH, bis jeweils der Hinweis THIS TEXT erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Abschließend "verstecken" wir auch die Eulersche Geraden, indem wir den Pfeil an die Gerade heranführen, bis der Text THIS LINE erscheint, und bestätigen mit ENTER].



Die Eulersche Gerade wird punktiert dargestellt.

Die Höhen wollen wir dagegen wieder einblenden. Wir führen den Pfeil zu Höhe auf die Seite c, bis der Text THIS LINE erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER und die Höhe wird wieder eingezeichnet. Dann führen wir den Pfeil zur Höhe auf die Seite a, bis der Text THIS LINE erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER und die Höhe wird wieder eingezeichnet. Zuletzt blenden wir auch noch den Schwerpunkt S, den wir nicht weiter benötigen, aus. Wir führen den Pfeil zum Schwerpunkt S, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Der Mittelpunkt des Feuerbachschkreises ist der Halbierungspunkt der Strecke UH. Ihn konstruieren wir über F4 3:Midpoint.



Wir führen den Pfeil mit dem 📀 zum Punkt U, bis der Text MIDPOINT BETWEEN THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Dabei wird die Bezeichnung von U strichliert markiert.



Dann führen wir den Pfeil mit dem 📀 zum Punkt H, bis der Text AND THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Wir bezeichnen den Mittelpunkt des Feuerbachkreises mit **†**F. Dann konstruieren wir die Seitenmitte der Seite b. Wir wählen F4 3:Midpoint und führen den Pfeil mit dem 📀 zur Seite b, bis der Text MIDPOINT OF THIS SIDE OF THE TRIANGLE erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER und bezeichnen sofort mit (M) (a) (c).



Auch die Höhe auf b wird noch benötigt. Wir wählen F4 1:Perpendicular Line und führen den Pfeil mit dem 📀 zur Seite b, bis der Text PERPENDICULAR TO THIS SIDE OF THE TRIANGLE die richtige Seite anzeigt.



Wir bestätigen mit ENTER und die Seite b wird strichliert dargestellt. Dann führen wir den Pfeil zum Eckpunkt B, bis der Text THRU THIS POINT den Punkt bezeichnet, durch den die Höhe gelegt werden soll.



Wir bestätigen mit ENTER und die Höhe auf die Seite b wird gezeichnet. Jetzt wird der Feuerbachkreis gezeichnet. Wir wählen das entsprechende Werkzeug: [F3] 1:Circle.



Wir führen den Pfeil zum Punkt F, bis der Text THIS CENTER POINT den zukünftigen Kreismittelpunkt anzeigt, und bestätigen mit ENTER. Das F wird strichliert umrahmt.



Mit dem O ziehen wir den Kreis zum Punkt Mbc auf, bis der Text THIS RADIUS POINT erscheint und damit kommentiert, dass der Kreis durch die Mitte der Seite a verläuft. Mit ENTER wird bestätigt. Der Feuerbachkreis wird gezeichnet. Er geht durch die Seitenmitten und die Höhenfußpunkte. Um das deutlicher zu machen, werden wir das Dreieck etwas verändern.



Mit ESC gelangen wir zu F1 1:Pointer. Wir führen den Pfeil zum Eckpunkt B, bis der Text THIS POINT erscheint. Dann drücken wir die 🕥-Taste und verziehen mit 📀 den Punkt B.



Der Vorgang wird beendet, indem man die Tasten loslässt. Wir führen den Pfeil zum Eckpunkt A, bis der Text THIS POINT erscheint, und verziehen den Punkt A.



Auf die gleiche Art und Weise verschieben wir auch den Punkt C in eine Lage, die die wichtigen Punkte und den Feuerbachkreis schön sichtbar macht.



Außerdem halbiert der Feuerbachkreis die Strecken zwischen dem Höhenschnittpunkt H und den Eckpunkten. Er verläuft also durch insgesamt 9 Punkte und wird daher manchmal auch Neunpunktekreis genannnt. Wir wählen F4 3:Midpoint.



Wir führen den Pfeil zum Eckpunkt A, bis der Text MIDPOINT BETWEEN THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Die Bezeichnung A wird strichliert umrahmt. Dann führen wir den Pfeil zum Höhenschnittpunkt H, bis der Text AND THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Der Punkt liegt am Kreis. Eine exakte Überprüfungsmöglichkeit existiert nicht.

Mit einem weiteren ENTER bestätigen wir den Text MIDPOINT BETWEEN THIS POINT und führen den Pfeil dann zum Eckpunkt C, bis der Text AND THIS POINT erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER. Auch dieser Punkt liegt offensichtlich am Kreis. Dann führen wir den Pfeil zum Höhenschnittpunkt H, bis der Text MIDPOINT BETWEEN THIS POINT erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER und die Bezeichnung H wird strichliert umrahmt. Nun führen wir den Pfeil zum Eckpunkt B, bis der Text AND THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Auch diese Streckenmitte liegt auf dem Feuerbachkreis.



2 Tangente von einem Punkt an einen Kreis

Erstellen eines Makros

Grundkonstruktionen, die öfter vorkommen, lassen sich als Makros definieren und speichern. Bei Bedarf können sie jederzeit aufgerufen werden. Eine derartige Basiskonstruktion ist das Legen einer Tangente von einem Punkt an einen gegebenen Kreis.

Mit APPS 8:Geometry 3:New beginnen wir eine neue Geometriesitzung und geben der Zeichnung (Figure) im gewünschten Folder einen Namen, z.B. makro.



Im Zeichenschirm wählen wir F3 1:Circle.



Wir führen den Zeichenstift, zu der Stelle, wo der Mittelpunkt des Kreise liegen soll, und bestätigen die richtige Lage mit ENTER. Der Mittelpunkt wird markiert.



Dann ziehen wir mit Hilfe des Cursorpads ④ den Kreis auf die gewünschte Größe auf und bestätigen mit ENTER].



Dann wählen F2 1:Point und führen den Zeichenstift an jene Stelle, wo der Punkt festgelegt wird.



Die richtige Stelle bestätigen wir mit ENTER. Dann wählen wir F4 3:Midpoint, um den Mittelpunkt des Thaleskreises zu zeichnen.



Wir führen den Pfeil zum Kreismittelpunkt, bis der Text MIDPOINT BETWEEN THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Dann führen wir den Pfeil zum anderen Punkt, bis der Text AND THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Der Mittelpunkt der Strecke wird eingezeichnet. Nun wählen wir F3 1:Circle.



Wir führen den Pfeil zum eben gezeichneten Streckenmittelpunkt, bis der Text THIS CENTER POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER]. Dann ziehen wir den Kreis bis zum Punkt auf, bis der Text THIS RADIUS POINT eingeblendet wird, und bestätigen mit ENTER].



Nach der Auswahl von F2 3:Intersection Point führen wir den Pfeil zum ersten Kreis, bis der Text THIS CIRCLE erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Der Kreis wird strichliert dargestellt. Dann führen wir den Pfeil zum Thaleskreis, bis der wiederum der Text THIS CIRCLE erscheint, und bestätigen mit [ENTER].



Beide Schnittpunkte werden eingezeichnet. Um die Tangenten zu zeichnen wählen wir nun [F2] 4:Line.



Wir führen den Pfeil zu einem Schnittpunkt, bis der Text THRU THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Dann führen wir den Pfeil zum Ausgangspunkt, bis der Text THRU THIS POINT erscheint, bestätigen mit ENTER und schließen mit ENTER.



Den Text POINT AT THIS INTERSECTION bestätigen wir gleich wieder mit ENTER und führen den Pfeil zum anderen Berührungspunkt, bis neuerlich der Text THRU THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER].



Damit sind die Tangenten konstruiert. Nun wollen wir das Makro festlegen. Zuerst müssen die Ausgangsobjekte zur Tangentenkonstruktion festgelegt werden. Das sind der Kreis und der Punkt außerhalb des Kreises. Dazu wählen wir F4 6:Macro Construction 2: Initial Objects und geben den Kreis und den Punkt als Ausgangsobjekte an.



Wir führen den Pfeil zum Kreis, bis der Text THIS CIRCLE erscheint, bestätigen mit ENTER, dann führen wir den Pfeil zum Punkt, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen nochmals mit ENTER.



Nun geben wir über F4 6:Macro Construction 3: Final Objects die Endergebnisse der Konstruktion - das sind die beiden Tangenten - an. Wir führen den Pfeil zu der einen Tangente, bis der Text THIS LINE erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Anschließend führen wir den Pfeil auch zur anderen Tangente, bis wiederum der Text THIS LINE erscheint, und bestätigen mit ENTER].



Nun sind beide Tangenten ausgewählt. Unser Makro muss noch einen Namen bekommen, unter dem es bei Bedarf angesprochen werden kann.

Wir wählen dann F4 6: Macro Construction 4: Define Macro.



In der folgenden Box steht Name für die Bezeichnung, unter der das Makro aufgerufen wird. Wir geben dem Makro den Namen Tangenten.

Object name ist der Text, der später bei Auswahl der vom Makro gezeichneten Objekte angezeigt wird. Wir geben die entsprechenden Namen ein, z.B. Kreistangenten.



Danach kann das Makro unter einem Variablennamen abgespeichert werden, damit es auch für andere Konstruktionen zur Verfügung steh, z.B. kreitan. F8 8:Clear All löscht den Zeichenschirm.



Die rückfragende Box verlassen wir mit ENTER. Nun ist alles ist gelöscht - alles außer unserem Makro! Dieses wird nun getestet.



Wir wählen F3 1:Circle, führen den Stift zum Kreismittelpunkt und bestätigen mit ENTER.



Dann ziehen wir den Kreis mit ③ auf die gewünschte Größe auf und bestätigen mit ENTER. Wir wählen F2 1:Point, um einen Punkt außerhalb des Kreises zu fixieren.



Wir führen den Stift zur Stelle, wo der Punkt liegen soll, und bestätigen mit ENTER.



Das Makro wird angewendet: wir wählen F4 6:Macro Construction 1: Execute Macro. Ein Auswahlmenü aller Makros (in unserem Fall erst eines) erscheint. Wir wählen unser Makro Tangenten aus und bestätigen mit ENTER].

1:Perpendicular Line 2:Parallel Line 3:Midpoint 4:Perpendicular Bisector 1:Execute Macro Tro Construction 2:Initial Objects for Sum 3:Einitial Objects for Sum	1: Tangenten
4:Define Macros (surement Transfer B:Redefine Point	· •
ZVEKTOR DEG AUTO FUNC	TYPE OR USE €→↑↓ + CENTER]=OK AND CESC]=CANCEL

Dann führen wir den Pfeil zum Kreis, bis der Text THIS CIRCLE erscheint, und bestätigen mit ENTER]. Der Kreis wird strichliert dargestellt.



Anschließend ist das zweite Ausgangsobjekt - der Punkt - auszuwählen. Dazu führen wir den Pfeil zum Punkt, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Jetzt sollten die Tangenten gezeichnet werden.



Führen wir den Pfeil zu den Tangenten, so erscheint der Text KREISTANGENTEN, das ist der von uns vorher festgelegte Objektname.



3 Ellipsenkonstruktion aus der Brennpunktsdefinition

Mit APPS 8:Geometry 3:New beginnen wir eine neue Geoemtriesitzung und geben der Konstruktion im gewünschten Folder einen Namen, z.B. bellipse.

F1790 ▼ Prgm EndP	APPLICATIONS 1:Home 2:Y= Editor 3:Window Editor 4:Graph 6:Data/Matrix Editor 7:Program Editor 8:Econstrue 9:Text Editor A:Numeric Solver	6 . Dde 1:Current 2:Open 3:New		^{F2} • F3 ○ F4 → F Type: Figure Folder: <u>geom</u> Variable: <u>bell</u> (Enter=OK	Setro ESC=CANCEL	
GEOMETR	RAD AUTO FUN		GEOMETR	DEG AUTO	FUNC	

Der Zeichenbildschirm erscheint. Wir wählen F1 1:Point.



Wir führen den Zeichenstift an die Stelle, wo sich der Brennpunkt F1 der Ellipse befinden soll und bestätigen diese Position mit ENTER. Sofort danach geben wir die Bezeichnung F1 ein.

F1 k F2	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	₩ ^{F6} tm → ^{F7} ★ F8 700		°0°+++	₩ ₩ ₩ ₩ ₩ ₩ ₩ ₩ ₩ ₩ ₩ ₩ ₩
_			- 51		
<u> </u>			<u>8</u> .		
GEOMETR	DEG AUTO	FUNC	GEOMETR	DEG AUTO	FUNC

Wir führen den Zeichenstift an die Stelle, wo sich der Brennpunkt F2 der Ellipse befinden soll, bestätigen diese Position mit ENTER und bezeichnen den Punkt mit F2.

	F3 (F4) F5	Ĩŧŧ™∫₹₹ ₩ Ţ₽	(¹)))	30 F* 7 F*5-~•	Ĩŧŧŗŗ♪ĨŸĨŶĨŢĨŢŢ
• F1			• F1	▶F2	
-11	\$		-11	% -	
GEOMETR	DEG AUTO	FUNC	GEOMETR	DEG AUTO	FUNC

Dann wird die Strecke 2a (=Hauptachse) festgelegt. Dazu wählen wir erst F3 5:Segment, führen den Zeichenstift zum Anfangspunkt der Strecke und bestätigen mit ENTER.

	F ¹ 1:Point 2:Point on Object 3:Intersection Point 4:Line 5:Segment 6:Ray 7:Vector	°™ĨŸ▓≀ᢪᢩᠯ	• F1	•F2	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	(FB7740)
						0
GEOMETR	DEG AUTO P	UNC	GEOMETR	DEG AUTO	FUNC	

Dann bewegen wir den Stift zum Endpunkt der Strecke und bestätigen wieder mit ENTER.

F ¹ k F ² 	7 7 707	5 F6 cm F7			L709	F5 ▼	K(†770)
						0	Ī
• F1	• F2		۲	• F1	• F2		
							l
GEOMETR	DEG AUTO	FUNC		GEOMETR	DEG AUTO	FUNC	

Jetzt werden wir einen Punkt auf der Strecke 2a festlegen. Wir wählen F2 2:Point on Object und führen den Pfeil zur Strecke, bis der Text ON THIS SEGMENT erscheint. Dann bestätigen wir diese Wahl mit ENTER.

F1 F2 F3 F4 F5 F5 F6 F7 <	(¹ k) (² ()	•F2	0N THIS	SEGMENT
	CERNETS		FUNC	
Ideametrik beginata Panc	GEOMETR	DEG NUTU	r unic	

Der üblichen Zirkelkonstruktion folgend, wollen wir nun entsprechend der gewählten Aufteilung der Strecke Kreise um F1 und F2 zeichnen. Dazu wählen wir mit F4 :Compass das "Zirkelwerkzeug".

	10°7			
• F1	• F2	©	• F1	1:Perpendicular Line 2:Parallel Line 3:Midpoint 4:Perpendicular Bisector 5:Angle Bisector 6:Macro Construction 7:Vector Sum 9:Measurement Transfer A:Locus B:Redefine Object
GEOMETR	DEG AUTO	FUNC	GEOMETR	DEG AUTO FUNC

Dieser Befehl ermöglicht das Zeichnen eines Kreises aus Radius und Mittelpunkt. Zunächst wird der Radius durch den Abstand zwischen zwei Punkten bestimmt. Wir führen den Pfeil zum Anfangspunkt der Strecke 2a, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Der ausgewählte Punkt blinkt. Hernach führen wir den Pfeil zum Teilungspunkt der Strecke 2a, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Nun blinkt auch dieser Punkt.

	<u>070</u>	F5 F6 cm F7 ▼		(F1 k) (F2 (<u>670</u>	F5F6 cmF7	£¶ ₽₽₽
• F1	• F2		THIS POINT	• F1	• F2		THIS POINT
GEOMETR	DEG AUTO	FUNC		GEOMETR	DEG AUTO	FUNC	

Zum Schluß wird der Mittelpunkt des Kreises festgelegt. Wir führen den Pfeil zum Brennpunkt F1, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Der gewünschte Kreis wird gezeichnet.



Mit dem noch aktiven Werkzeug Compass legen wir nun auch den zweiten Kreis fest. Zur Festlegung des Radius wählen wir den Teilungspunkt der Strecke 2a und ihren Endpunkt.



Als Mittelpunkt wählen wir den Brennpunkt F2. Der zweite Kreis wird gezeichnet.



Die Schnittpunkte der Kreise sind Punkte der Ellipse. Wir wählen F2 3:Intersection Point. Wir führen den Pfeil zu einem der beiden Kreise, bis der Text THIS CIRCLE erscheint, und bestätigen mit ENTER.

Der ausgewählte Kreis wird strichliert dargestellt. Dann führen wir den Pfeil zum anderen Kreis, bis wieder der Text THIS CIRCLE erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Die beiden Schnittpunkte werden markiert. Bei Bewegung des Teilungspunktes auf der Strecke 2a werden die Kreise und ihre Schnittpunkte mitverändert und damit andere Ellipsenpunkte erzeugt. Über ESC wird der Menüpunkt [F1] 1:Pointer aktiviert. Danach führen wir den Pfeil zum Teilungspunkt, bis der Text THIS POINT erscheint.



Mit der Handtaste 🗊 "ergreifen" wir diesen Punkt - und lassen ihn nicht aus. Drückt man zusätzlich 🔿 oder hinunter 📿, so wird der Punkt entlang der Strecke 2a bewegt und dabei die Konstruktion simultan - dynamisch - mitverändert.



Nun wäre es interessant, die Bahnkurve der mitbewegten Ellipsenpunkte zu erzeugen. Das ist leicht möglich: dazu aktivieren wir [F7] 2:Trace On/Off. Dann bewegen wir den Pfeil zu einem der Kreisschnittpunkte, bis der Text THIS POINT erscheint - seine Ortslinie soll erzeugt werden -, und bestätigen mit [ENTER].



Ebenso verfahren wir mit dem anderen Schnittpunkt. Über ESC wird F1 1:Pointer aktiviert. Danach führen wir den Pfeil zum Teilungspunkt hin, bis der Text THIS POINT erscheint.



Jetzt bewegen wir auf die gleiche Weise, wie oben beschrieben, den Teilungspunkt auf der Strecke, wobei jetzt nicht nur die Punkte mitbewegt werden, sondern diese auch "Spuren" (= trace) hinterlassen. Die Bahnkurven der ausgewählten Punkte werden gezeichnet. Diese Bahnkurven können mit CLEAR wieder gelöscht werden.



Dieser Vorgang kann automatisiert werden.Dazu wählen wir F7 3:Animation und führen den Pfeil nochmals zum Teilungspunkt der Strecke 2a, bis der Text THIS POINT erscheint.



Mit 🗊 ergreifen wir wieder diesen Punkt und betätigen 💭 oder 🔿. Die Faust zieht scheinbar eine am Punkt befestigte Feder nach unten oder oben aus. Von dem Ausmaß, mit dem die Feder ausgezogen wird, hängt das Tempo der Animation ab. Beim Loslassen aller Tasten beginnt die Animation zu laufen.



Mit ESC wird die Animation beendet und mit CLEAR werden die durch die Animation gezeichneten Ellipsenpunkte wieder gelöscht.



4 Ellipsenkonstruktion aus der Leitkreisdefinition

Mit APPS 8:Geometry 3:New beginnen wir eine neue Geometriesitzung und geben der Konstruktion im gewünschten Folder einen geeigneten Namen, z.B. lellipse.



Der Zeichenbildschirm erscheint. Wir wählen F3 1:Circle.



Wir führen den Zeichenstift an die Stelle, wo wir den Mittelpunkt des Kreises (Brennpunkt F1 der Ellipse) festlegen wollen. Wir bestätigen die gewählte Position mit ENTER und bezeichnen den Punkt mit F1.

\$	ST D
GEOMETRY DEG AUTO FUNC	GEOMETRY DEG AUTO FUNC

Dann ziehen wir den Kreis mit den Cursorpadtasten ④ auf die gewünschte Größe auf und bestätigen diese mit ENTER.



Wir wählen F2 1:Point und führen den Zeichenstift innerhalb des Kreises an die Stelle, wo wir den Brennpunkt F2 der Ellipse setzen wollen. Seine Position bestätigen wir durch ENTER.



Unmittelbar danach geben wir F2 als Bezeichnung ein. Dann wählen wir F2 2:Point on Object.



Wir führen den Pfeil zu einem beliebigen Punkt des Kreis, bis der Text ON THIS CIRCLE aufscheint, und bestätigen mit ENTER.



In der Folge wählen wir F2 5:Segment und führen den Pfeil zum eben festgelegten Punkt am Kreis, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen dann mit ENTER.



Dann führen wir das am Pfeil hängende "Gummiband" zum Kreismittelpunkt, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Danach konstruieren wir die Streckensymmetrale zwischen Kreispunkt und F2. Dazu wählen wir F4 4:Perpendicular Bisector.



Wir führen den Pfeil zum Brennpunkt F2, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Anschließend bewegen wir den Pfeil zum Punkt am Kreis, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Der Schnittpunkt von Streckensymmetrale und Kreisradius ist ein Ellipsenpunkt. Ihn bestimmen wir über F2 3:Intersection Point.



Wir führen den Pfeil zur Streckensymmetrale, bis der Text THIS LINE erscheint, und bestätigen dann mit ENTER. Die Streckensymmetrale wird strichliert dargestellt.



Dann führen wir den Pfeil zur Strecke (= Radius), bis der Text THIS SEGMENT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Der Schnittpunkt von Strecke und Streckensymmetrale wird markiert. Für jeden beliebigen Punkt am Kreis ergibt die eben durchgeführte Konstruktion einen Punkt der Ellipse mit Brennpunkten F1 und F2 und der großen Achse gleich dem Kreisradius.

Daher werden wir den Punkt am Kreis bewegen und dabei die Bahnkurve des Schnittpunktes zeichnen lassen. Sie ist eine Ellipse.

Dazu wählen wir F7 2:Trace On/Off.



Wir führen den Pfeil zum Schnittpunkt, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Dadurch wird bei der folgenden Animation die Bahnkurve des Schnittpunktes gezeichnet. Für die Animation wählen wir [F7] 3:Animation.



Wir führen den Pfeil zum Punkt am Kreis, bis der Text THIS POINT erscheint und ergreifen diesen Punkt durch Drücken der Handtaste 🕥. Der Pfeil verwandelt sich in eine Faust, die den Punkt umschließt.



Bei gedrückter Handtaste 🕥 betätigen wir nun das Cursorpad 🔄. Die Faust zieht eine am Punkt befestigte Feder aus. Die Länge der ausgezogenen Feder bestimmt das Tempo der Animation. Nach Loslassen aller Tasten beginnt die Animation zu laufen.



Mit ESC kann die Animation abgebrochen werden. Mit CLEAR kann die gezeichnete Bahnkurve gelöscht werden



5 Die Kegelschnitte aus der Leitliniendefinition

Zunächst eine kurze Erklärung:



Die Menge aller Punkte P für die das Verhältnis $\varepsilon = \frac{\overline{PF}}{\overline{Pl}}$ (numerische Exzentrizität) der Abstände vom Brennpunkt und der Leitgeraden konstant ist, stellt einen Kegelschnitt dar. Für $\varepsilon = 1$ erhält man eine Parabel, für $\varepsilon < 1$ erhält man eine Ellipse und für $\varepsilon > 1$ eine Hyperbel.

Mit <u>APPS</u> 8:Geometry 3:New legen wir eines neues Zeichenblatt an und geben ihm im gewünschten Folder (hier geometry) einen geeigneten Namen (hier paramete).

#PPLICATIONS 1:Home tmin= 2:Y= Editor tmax= 3:Window Editor tstep 4:Graph xmin= 5:Table xscl= 7:Program Win= 8:Graph ymin= 8:Graph ymax= 9:Text Editor yscl=I.	1:Current 2:Open 3:New	Image: Provide the state of the state o
GEOMETRY RAD AUTO PAR		GEOMETRY DEGIAUTO PAR

Es erscheint ein leeres Zeichenblatt mit dem Cursor. Zunächst wird die Achse der Kegelschnitte angelegt.Dazu zeichnen wir eine Gerade: F2 4:Line.

+	1:Point 2:Point on Object 3:Intersection Point 4:Line 5:Segment 6:Ray 7:Vector
GEOMETRY DEG AUTO PAR	GEOMETRY DEG AUTO PAR

Dann führen wir den Zeichenstift mit dem 🔄 ungefähr an die angegebene Position und bestätigen mit ENTER. Unter dem Zeichenstift erscheint die quadratische Markierung für einen Punkt.

(* k (*	FOFAF	5	iDE) F8 740 (0W) ▼ £	(* k (*	FOFAF	5	E) [# 7780 ▼ <u>+</u> −)
0				۵			
GEOMETRY	DEG AUTO	PAR		GEOMETRY	DEG AUTO	PAR	

Mit \bigcirc erscheint eine horizontale Gerade. Wir bestätigen mit ENTER. Nun wird die Leitlinie gezeichnet. Wir wählen F4 1:Perpendicular Line.

	1:Perpendicular Line
	2:Parallel Line
	4:Perpendicular Bisector
	5:Angle Bisector
_	6:Macro Construction →
- V	7:Vector Sum 2:Compass
	9:Measurement Transfer
	A:Locus
	B:Redefine Point
GEOMETRY DEG AUTO PAR	TYPE OR USE ++++ CENTER]=OK AND CESC]=CANCEL

Dann führen wir den Pfeil zu dem Punkt, durch den wir die Achse festgelegt haben, bis der Text THRU THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER.

Image: Construction in the sector is the sector in the sector is the	
TYPE OR USE ++++ CENTER]=OK AND CESC]=CANCEL	GEOMETRY DEG AUTO PAR

Sofort anschließend erscheint der Text PERPENDICULAR TO THIS LINE, der mit ENTER bestätigt wird. Damit ist auch die Leitlinie festgelegt.

F1 K F2		● ▼	F 1 k	.] F 2 ▼] F 3 ▼ () ; 7;;-	▼ ● F6 cm → F7 Hil ▼ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ SH0	DE) F87740 IW ▼ { −
Ferbei	NDICULAR TO THIS LINE			THRU THIS PI	DINT		
GEOMETRY	DEG AUTO	PAR	GEOM	TRY D	DEG AUTO	PAR	

Jetzt errichten wir an beliebiger Stelle eine normale Gerade auf die Leitlinie, um danach auf ihr Abstände abtragen zu können. Einen gleich großen Abstand wie vom Brennpunkt, um eine Parabel, einen größeren Abstand als vom Brennpunkt, um eine Ellipse, und einen kleineren Abstand als vom Brennpunkt, um eine Hyperbel zu erhalten.

Wir führen den Pfeil die Leitlinie entlang etwa bis zur abgebildeten Position. Der Text PERPENDICULAR TO THIS LINE erscheint, da dieses Werkzeug noch immer aktiv ist. Wir bestätigen mit ENTER, worauf der Text ON THIS LINE erscheint, der wieder mit ENTER bestätigt wird.

GEDMETRY DEG AUTO PAR	GEOMETRY DEG AUTO PAR

Die Normale erscheint. Nun wollen wir den Brennpunkt und einen beliebigen Abstand von diesem Brennpunkt festlegen. Wir wählen F2 1:Circle.



Wir führen den Pfeil etwa zur angegebenen Position, bis der Text ON THIS LINE erscheint, und bestätigen mit ENTER. Der Brennpunkt wird jetzt markiert dargestellt.

F1		F1 🖡	₹2 ▼ ▼	0 F* } F5 ~ •	F6 cm F7 HiDE F8 790
			-		
	DN THIS LINE			Ø ON THIS LINE	
				-	
GEOME	TRY DEG AUTO PAR	GEOME	TRY	DEG AUTO	PAR

Dann bewegen wir den Pfeil mit \bigcirc entlang der Achse, um einen Abstand vom Brennpunkt festzulegen. Bevor wir mit ENTER bestätigen, kontrollieren wir, ob auch der Text ON THIS LINE eingeblendet ist, denn der Radiuspunkt muss auf der Achse liegen.



Nun wollen wir diesen Abstand messen. Wir wählen F6 1:Distance & Length und führen den Pfeil zum Brennpunkt, bis der Text DISTANCE FROM THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Dann führen wir den Pfeil zum Radiuspunkt, bis der Text TO THAT POINT erscheint, was wieder mit ENTER bestätigt wird. Dadurch wird der Abstand eingeblendet.



Nun werden wir diese Länge von der Leitlinie aus abtragen. Wir wählen F4 9:Measurement Transfer und führen den Pfeil zur Längenangabe, bis der Text THIS NUMBER erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER diese Zahl und sie wird durch ein strichliertes Rechteck als ausgewählt dargestellt. Dann führen wir den Pfeil zum Schnittpunkt der Leitlinie mit der Normalen, von wo aus wir die Länge abtragen wollen, bis der Text THIS POINT erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER und die abzutragende Strecke folgt den Bewegungen des Zeichenstiftes mit dem (). Wir setzen den Pfeil genau auf unsere Normale.



Wir bestätigen mit ENTER und die Strecke wird auf der Normalen abgetragen. Dieser Punkt lässt dann auf einem kleinen Umweg die Parabel entstehen. Um die doppelte Länge abzutragen, wiederholen wir den Vorgang. Wir führen den Pfeil wieder zur Längenangabe, bis der Text THIS NUMBER erscheint.

Wir bestätigen mit ENTER und die ausgewählte Längenangabe wird durch ein strichliertes Rechteck als ausgewählt dargestellt. Dann führen wir den Pfeil zum Endpunkt der eben abgetragenen Strecke, bis der Text THIS POINT erscheint.



Wir bestätigen mit ENTER, die abzutragende Strecke hängt wieder am Zeichenstift. Wir führen den Zeichensstift wieder zur Normalen und fixieren das Abtragen mit ENTER. Dieser Punkt ist für die Erzeugung der Ellipse notwendig. Nun noch zur Hyperbel: Wir wählen F4 3:Midpoint, um auch den halben Abstand zu bestimmen.



Wir führen den Pfeil zum Schnittpunkt zwischen Leitlinie und Normaler, bis der Text MIDPOINT BETWEENN THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Dann führen wir den Pfeil zum Endpunkt der ersten Strecke, bis der Text AND THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER.

1.10cm	1.10cm
GEOMETRY DEG AUTO PAR	GEOMETRY DEG AUTO PAR

Der Mittelpunkt zwischen den beiden ausgewählten Punkte wird eingezeichnet. Nun wollen wir die parallelen Geraden zur Leitlinie in den entsprechenden Abständen einzeichnen. Dazu wählen wir [F4] 1:Perpendicular Line.



Wir führen den Pfeil zum Punkt, dessen Abstand von der Leitlinie halb so groß ist wie der gemessene Kreisradius, bis der Text THRU THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Die sofort folgende Aufforderung PERPENDICULAR TO THIS LINE bestätigen wir auch mit ENTER. Die Parallele zur Leitlinie wird gezeichnet.



Gäbe es einen Schnittpunkt von Leitlinie und Kreis, dann wäre das Verhältnis der Abstände dieses Punktes von Brennpunkt und Leitlinie 2:1 = 2, damit > 1 und es entsteht gemäß der Erklärung am Beginn eine Hyperbel.

Nun führen wir den Pfeil zum Punkt, dessen Abstand von der Leitlinie gleich groß ist wie der gemessene Kreisradius, bis der Text THRU THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Den sofort folgenden Text PERPENDICULAR TO THIS LINE bestätigen wir auch mit ENTER. Die Parallele zur Leitlinie wird gezeichnet.



Die entstehenden Schnittpunkte dieser Geraden mit dem Kreis sind von Brennpunkt und Leitlinie gleich weit entfernt, das ergibt 2 Parabelpunkte.

Dann führen wir den Pfeil zum Punkt, dessen Abstand von der Leitlinie am größten ist bis der Text THRU THIS POINT erscheint und bestätigen mit ENTER. Den sofort folgenden Text PERPENDICULAR TO THIS LINE bestätigen wir auch und die letzte Parallele zur Leitlinie wird gezeichnet, deren Schnittpunkte mit dem Kreis jeweils vom Brennpunkt halb so weit entfernt liegen wie von der Leitlinie, was mit $\varepsilon = 0.5$ für eine Ellipse spricht.



Mit ESC gelangen wir in F1 über zum 1: Pointer.



Wir führen den Pfeil zum Radiuspunkt des Kreises, bis der Text THIS POINT erscheint. Dann drücken wir die 🕥 und lassen sie gedrückt.



Mit gedrückter 🔄-Taste können wir nun mit dem Cursorpad 🟵 den Kreisradius so verändern, dass der Kreis alle Parallelen zur Leitlinie zweimal schneidet und damit je zwei Punkte aller entstehenden Kegelschnitte erzeugt. Um diese 6 Schnittpunkte zu bestimmen wählen wir [F2] 3:Intersection Point.



Dann führen wir den Zeichenstift nacheinander zu diesen Schnittpunkten. Wir bestätigen jeweils mit ENTER, nachdem der Text POINT AT THIS INTERSECTION aufgezeigt wurde.





Zum Schluss müssen alle 6 Schnittpunkt markiert sein.

Die Schnittpunkte mit der zur Leitlinie am nächsten gelegenen Parallelen, sind vom Brennpunkt doppelt soweit entfernt wie von der Leitlinie und gehören daher zu einer Hyperbel mit $\varepsilon = 2$.

Die Schnittpunkte mit der nächsten Parallelen, sind sind vom Brennpunkt gleichweit entfernt wie von der Leitlinie und gehören daher zu einer Parabel mit $\varepsilon = 1$.

Die Schnittpunkte mit der letzten Parallelen sind vom Brennpunkt halb soweit entfernt wie von

der Leitlinie und gehören daher zu einer Ellipse mit $\varepsilon = \frac{1}{2}$.

Nun werden wir durch dynamische Veränderung des Kreisradius die Ortskurven der Kegelschnitte entstehen lassen. Dazu wählen wir F7 2:Trace On/Off.



Nun werden der Reihe nach alle 6 Schnittpunkte mit dem Pfeil angefahren, bis jeweils der Text THIS POINT erscheint, und immer mit ENTER bestätigt. Schon ausgewählte Punkte werden blinkend dargestellt.





Mit ESC wechseln wir in das Menü F1 1:Pointer und führen den Pfeil zum Radiuspunkt des Kreises, bis der Text THIS POINT erscheint.



Wir halten den Punkt mit 🕥 und können wie gewohnt mit 💮 den Kreisradius verändern. Die Spuren der 6 ausgewählten Punkte erzeugen dabei in eindrucksvoller Weise die Kegelschnitte.





6 Parabelkonstruktionen

Brennpunktsdefinition und Graph einer quadratischen Funktion

Mit <u>APPS</u> 8:Geometry 3:New eröffnen wir eine neue Geometriesitzung und geben der Konstruktion im gewünschten Folder einen Namen (z.B. wie hier parabel).



Der Zeichenbildschirm erscheint. Mit 💽 F rufen wir die Formateinstellungen auf.

	Geometry Format
+	Coordinate Axes UFF GridOFF→ # of Locus Points. 20→ Link Locus Points. ON→ Envelope of Lines. ON→ Display Precision. FIX 2→ Length & Area CM→ Angle DEGREE→ Line Equations y=ax+b→ Circle Equations (x-a)2+(y-b)2=r ² (Enter=SAVE) (ESC=CANCEL)
IGEOMETRY DEGIAUTO FUNC	USE 🗧 AND 🗲 TO OPEN CHOICES

Bei Coordinate Axes stellen wir von OFF um auf RECTANGULAR. Ein rechtwinkeliges Koordinatensystem wird eingeblendet.

ß	Geometry Format			নট্রান্ট্র ম	F5 F6 cm F7 HiDE	68779Q
Ľ	Coordinate Axes Grid # of Locus Points. Link Locus Points. Envelope of Lines. Display Precision. Length & Area Angle. Line Equations Circle Equations (Enter=SAUE)	1:0FF 2:RECIGNBULAR 3:POLAR 4:DEFAULT ON+ FIX 2+ CM+ DEGREE+ y=ax+b+ (x-a) ² +(y-b) ² =r ² (ESC=CANCEL)	· · · ·	- I+ OI+ - + I	▼ • • ▼ • ✓ ▼ 5H0W : 9 •0.5 • THIS POINT •0.5 • 0.5 • 0.5 • • • • • • •	
GI	OMETRY DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC	

Zunächst wollen wir den Brennpunkt F = (0/0.25) und die Leitgerade y = -0.25 der Normalparabel $y = x^2$ festlegen. Wir wählen F2 2:Point on Object und führen den Zeichenstift zum Punkt (0/0.5). Der Text ON THIS AXIS erscheint. Wir bestätigen mit ENTER.



Dann führen wir den Zeichenstift zum Punkt (0/-0.5). Der Text ON THIS AXIS wird eingeblendet. Wir bestätigen mit ENTER und wählen anschließend im Menü F4 die Option 3: Midpoint.

Damit können wir die Punkte mit den Koordinaten (0/0,25) und (0/-0,25) als Mittelpunkte von Strecken konstruieren.

	HIDE F870 HIDE F870 HIDE F870 HIDE F870 HIDE F870 HIDE F870 F1 N F2 (F3
GEOMETRY DEGIAUTO FUNC	

Wir fahren mit dem Pfeil zum Punkt (0/-0.5), bis der Text MIDPOINT BETWEEN THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Dann führen wir den Pfeil zum Koordinatenursprung, bis der Text AND THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER.

			[^{₹1} ▶ ^{₹2} (1	F5F6 cm F7 HiDE F8 TRO	
	· · · · · · · · · · · · ·	0.5 MIDPOINT BETWEEN THIS POINT	· · · · ·	· · · · · · ·	9 0.5 AND THIS POINT	ž
1	GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC	_

Wenn man den Pfeil nach dem letzten $\boxed{\text{ENTER}}$ nicht bewegt hat, wird das "Mittelpunktswerkzeug" mit MIDPONT BETWEEN THIS POINT sofort wieder aufgerufen. Wir bestätigen mit $\boxed{\text{ENTER}}$ und führen den Pfeil zum Punkt (0/0,5), bis der Text AND THIS POINT erscheint, den wir mit $\boxed{\text{ENTER}}$ bestätigen.

		F1 🔪 F2 🤇	<u>]°Of</u> …	F5F6 cm F7 HiDE F8 7700
	24		2	Ч
	0.5			AND THIS POINT
· · · · · · · · · · · ·	MIDPOINT BETWEEN THIS POINT	·		[\$
	Ŧ			
	t			
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC

Damit haben wir den Brennpunkt der Parabel festgelegt. Für die Konstruktion der Leitlinie wählen wir F4 1:Perpendicular Line.

19 19 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	1:Perpendicular Line 2:Parallel Line 3:Midpoint 4:Perpendicular Bisector 5:Angle Bisector 6:Macro Construction 7:Vector Sum 8:Compass 9:Measurement Transfer A:Locus B:Redefine Point
GEOMETRY DEG AUTO FUNC	GEOMETRY DEG AUTO FUNC

Wir führen den Pfeil zum Punkt (0/-0.25), bis der Text THRU THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Der Text PERPENDICULAR TO THIS AXES macht uns darauf aufmerksam, dass wir eine Normale zur y-Achse erzeugen werden, was wir mit ENTER bejahen.

		F1 N F2 (<u>17:0</u> 09	F5F6 cmF7 HiDE F8 700
	1		2	ч
	t			0.5
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + +	THRU THIS POINTX			PERPENDICULAR TO THIS AXIS
	f i		:	
	ł			-
	t FUNC	CERMETRY		FUNC
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC

Die Leitlinie erscheint. Nun werden wir je eine Gerade konstruieren, die auf der *x*- bzw. auf der *y*-Achse liegt. Dazu bestätigen wir gleich den Text THRU THIS POINT und führen den Pfeil zur *x*-Achse, bis der Text PERPENDICULAR TO THIS AXES erscheint, und bestätigen mit ENTER. Damit ist eine Gerade festgelegt, die auf der *y*-Achse liegt.



Zur Konstruktion der Geraden auf der *x*-Achse führen wir den Pfeil zum Koordinatenursprung, bis der Text THRU THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Dann führen wir den Pfeil zur *y*-Achse und es erscheint ein bisher unbekannter Text: WHICH OBJECT.

	F5F6 cmF7 HiDE F8 7700		0°71	F5 F6 cm F7 HiDE F8 770
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	19 0.5 Thru This Point			Ы , WHICH DBJECT? 0.5 .05,
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC

Nach ENTER werden uns die beiden Möglichkeiten - Achse und auf ihr liegende Gerade - angeboten Wir treffen mit THIS AXIS unsere Wahl und bestätigen diese mit ENTER.

	F5F6 cm F77 HiDE F8 700		F5F6 cmF7 HiDE F8 7 00
	19		u
	O.S		1:THIS AXIS
<u>•••••</u>	, <u>05, , , , , X</u>	<u>• • • • • • • • • • • • • • • • • • • </u>	2:THIS LINE
	İ		
	ļ		•
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	TYPE OR USE ++++ [ENTER]=OK AN	D EESCI=CANCEL

Über • F rufen wir die Formateinstellungen auf und stellen Coordinate Axes auf OFF. Damit wird das Koordinatensystem wieder ausgeblendet.

Coordinate Axes Grid	ſĽ	Geometry Fo	rmat	١ſ	· • • •	F5 F6 cm F7 HiDE F8 70
Length & Area CM→ AngleDEGREE→ Line Equations y=a×+b→ Circle Equations (x-a)²+(y-b)²=r² ((Enter=SAVE) (ESC=CANCEL)		Coordinate Axes Grid # of Locus Points. Link Locus Points. Envelope of Lines. Display Precision.	1:OFF 2:RECTANGULAR 3:POLAR 4:DEFAULT ON÷ FIX 2÷		<u> </u>	PERPENDICULAR TO THIS LINE
		Length & Area Angle. Line Equations Circle Equations (Enter=SAVE)	CM+ DEGREE+ y=ax+b+ (x-a)2+(y-b)2=r2 (ESC=CANCEL)			

Im nächsten Schritt werden wir die *x*-Achse und die Leitgerade beschriften. Dazu wählen wir [F7] 4: Label und führen das Kreuz zur Leitgeraden.

ENE (EOFXE	Figure 7 A) Figure 1:Hide / Show 2:Trace On / Off 3:Animation 4:Label 5:Comment 6:Numerical Edit		1 <u>7:05</u>	⁷⁵ • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
GEOMETRY DEG AUTO	8:Thick 9:Dotted	GEOMETRY	DEG AUTO	+ Func

Sobald sich das Kreuz in einen senkrechten Strich verwandelt hat und der Text THIS LINE erscheint, bestätigen wir mit ENTER und der senkrechte Strich verwandelt sich in ein Rechteck mit Schreibcursor. Wir tippen die Bezeichnung Leitgerade ein. Sie erscheint in der mitwachsenden Textbox.

F1 K F2 ((FOF)	F5F6 cmF7	4) [******	F1 💦 🖓	17077	F5 • • • • • • • • •	
		•	THIS LINE				THIS LINE
		<u>t</u>	 				-0
GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC		GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC	

Die Bezeichnung kann man leicht an eine günstigere Position verschieben. Dazu stellen wir mit <u>ESC</u> F1 um auf 1:Pointer und führen den Pfeil zur Bezeichnung, bis der eingeblendeteText THIS LABEL erkennenlässt, dass der Pointer ein Ziel gefunden hat.

		F1 F 2	(1°01°7)	F5F6	
	THIS I INF		:		
	Leitger				Le k tgera
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC	

Mit der gedrückten Handtaste 🕥 in Verbindung mit dem Cursorpad 📀 kann die Bezeichnung verschoben werden. Sobald eine passende Stelle erreicht ist, lässt man die Handtaste 🕥 wieder los.

Nun wenden wir uns der *x*-Achse zu. Sollte der Befehl [F7] 4: Label nicht mehr aktiv sein, wählen wir ihn noch einmal.

			1:Hide / Show 2:Trace On / Off 3:Animation 5:Comment 6:Numerical Edit 7:Mark Angle 9:Thick
GEOMETRY & DEG AUTO	Eunc	TYPE DR USE 6411 + FENTER1=DK AN	9:Dotted

Wir führen den Pfeil zur *x*-Achse, bis er sich in einen senkrechten Strich verwandelt, und der Text THIS LINE erscheint. Dann bestätigen wir mit ENTER und der senkrechte Strich verwandelt sich wieder in eine Textbox mit Schreibmarke.

	F4 F5 F6 cm		F1 N F2 (12709	F5 F6 .m	
THIS LINE	1		THIS LINE		ŧ	
	1					
_	ł	Leitgerade			•	Leitgerade
GEOMETRY DEG F	AUTO FUNC		GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC	

Wir tippen als Bezeichnung x-Achse ein. Sie erscheint in der Textbox. Dann stellen wir über ESC auf F1 1:Pointer um und führen den Pfeil zur Bezeichnung, bis der Text WHICH OBJECT - dann ENTER drücken und THIS LABEL wählen - oder gleich THIS LABEL erscheint.

	:0:A	F5F6 .m			17:00	F5F6 .m	
THIS LINE		Ī				l	
x-8chse(JECT?		
		Į	Leitgerade				Leitgerade
GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC		GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC	

(c) und (c) verziehen die Bezeichnung an eine geeignete Stelle. An einem geeigneten Ort lassen wir die Bezeichung los.

	<u>;</u> ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;	• F6 cm F7 HiDE F8* • • 5H0W • 1		F1 1 1 1	70FA	F5 ▼ • • • • • • • • • •	F7 HIDE F8 790 SHOW 7 £
	EL			x-A&nse			
X-HChse		Leitger	`ade			•	Leitgerade
	DEG AUTO	FUNC		GEOMETRY	a deg auto	FUNC	

Dann wählen wir $\boxed{F7}$ 1 Hide/Show, um die nicht mehr benötigten Kontruktionspunkte aus Gründen der Übersichtlichtkeit auszublenden. Wir führen den Pfeil zum Punkt (0/0,5), bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit \boxed{ENTER} .

	F5	F 1 k F 2 (1907 J	F5F6	*7 HIDE (FB 7440) • SHOW • •
x-Achse	2:Trace On / Off 3:Animation 4:Label 5:Comment 6:Numerical Edit 7:Mark Apole	x-Achse		HIS POINT	
	8:Thick 9:Dotted				Leitgerade
TYPE OR USE ++++ [ENTER]=OK AN	D [ESC]=CANCEL	GEDMETRY	DEG AUTO	FUNC	

Der ausgewählte Punkt wird als kleiner Kreis dargestellt. Dann führen wir den Pfeil zum Punkt (0/-0.5), bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Auch dieser Punkt wird als Kreis dargestellt.

[* N [* (*O[*]			
	*		*
X-Hchse	<u>†</u>	X-Honse	•
	Leitgerade		* + Leitgerade
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY DEG AUTO	FUNC

Der Graph der quadratischen Funktion wird in ein Koordinatensystem eingebettet, dessen Ursprung festzulegen ist. Wir wählen F2 3:Intersection Point und führen den Zeichenstift zum Koordinatenurprung, bis der Text POINT AT THIS INTERSECTION erscheint, und bestätigen mit ENTER. Die zuletzt ausgewählten Punkte sind am Zeichenschirm nun ausgeblendet.

F1	❣ᠽᠻᢪᢕᡛ᠋ᡘᡟ	F5			30FA	
x-Ac	1:Point 2:Point on Obj 3:Untersection 4:Line 5:Segment 6:Ray 7:Vector	iect Point		x-Achse		PDINT AT THIS INTERSECTION
		* +	Leitgerade			Leitgerade
GEOMETR	Y DEG AUTO	FUN	c	GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC

Jetzt wird die Parabel als Funktion gezeichnet. Wir wählen $\boxed{F2}$ 2:Point on Object und führen den Pfeil zur *x*-Achse, bis der Text ON THIS LINE erscheint, und bestätigen mit \boxed{ENTER} . Damit wird ein beliebiger *x*-Wert festgelegt.

	F5 F6 cm)[+,] [+	F6 cm F7 HiDE F8 7700 ▼ SHOW ▼ €
1:Point 2:Point on Ub; 3:Intersection 4:Line 5:Segment ×-Ac 6:Ray 7:Vector	ect Point		Achse		M THIS LINE
		Leitgerade			Leitgerade
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC		GEOMETRY DEC	G AUTO	FUNC

Dann wählen wir F4 1:Perpendicular Line. Damit wollen wir an dieser Stelle eine Normale errichten, um den entsprechenden *y*-Wert auftragen zu können.

₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽			
			1:Perpendicular Line
			2:Parallel Line
			Simidpoint
			5:Prole Risector
x-Achse	IN THIS LINE	x-Achse	L 6:Macro Construction ►
	+ F		7:Vector Sum
	Leitgerade		8:Compass
	Leroge, dde		9:Measurement Transfer
			HiLocus
			Bikedefine Point
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	TYPE OR USE ++++ CEN	ITER3=0K AND LESC3=CANCEL

Wir bestätigen den Text THRU THIS POINT (oder führen den Pfeil zum zuletzt festgelegten Punkt, bis dieser Text erscheint) mit ENTER und bestätigen auch den Text PERPENDICULAR TO THIS LINE mit ENTER.

F1 K F2 (FOF X	F5 F6 cm F7 HiDE F8 T T SHOW T	[^{₹1} \] ^{₹2} (FOFA	F5
x-Achse		THRU THIS POINT	x-Achse		PERPENDICULAR TO THIS LIN
		Leitgerade			Leitgerade
GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC

Die Normale zur *x*-Achse wird gezeichnet. Dann wollen wir den *x*-Wert des beliebig auf der x-Achse festgelegten Punktes bestimmen. Dazu wählen wir F6 1:Distance &Length.

	F5F6 cmF7 HiDE F8 7 mD			F6 cm → (F7 HiDE) (F8 70.0) ▼ 5HOW (▼ 1
x-Achse	THRU THIS POINT	x-Achse	1:Distance 2:Area 3:Angle 4:Slope 5:Equation 6:Calculat	& Length & Coordinates
	Leitgerade		8:Check Pr	operty
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	TYPE OR USE ++++ CEN	TERJEOK AND LESCIE	CANCEL

Wir führen den Pfeil zu dem beliebig festgelegten Punkt auf der *x*-Achse, bis der Text DISTANCE FROM THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Dann führen wir den Pfeil zum Koordinatenursprung, bis der Text TO THAT POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER.

	F5 F6 cm F7			14-10-	- T	fram France France France France France France France
x-Achse		FRUM THIS PUINT	x-Achse		¥ '''''	
		eitgerade				Leitgerade
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC		GEOMETRY	DEG AUTO		FUNC

Die Länge der Strecke, das ist die *x*-Koordinate des Punktes wird eingeblendet. Wir wollen sie an eine günstigere Stelle verschieben. Mit **ESC** stellen wir auf **F1** 1:Pointer und führen den Pfeil zur Längenangabe, bis der Text WHICH OBJECT erscheint. Wir drücken **ENTER**.

	F5	F7 HiDE F8 790		:0:71	F5	F7 HiDE F8 7700
x-Achse	DISTAN	ICE FROM THIS POINT	x-Achse		 	WHICH OBJECT?
		Leitgerade				Leitgerade
			GERMETRY			FUNC

Dann wählen wir THIS NUMBER und bestätigen mit ENTER. Wir verschieben mit 🕥 und 😯 die Zahlenangabe. An der passenden Stelle lassen wir die Handtaste 🕥 los.

	FF HIDE FB THO		
x-8chse		x-Achse	
1: 2:	HIS LINE Leitg. HIS NUMBER 1.10c	1. ⊴ 0cm	Leitgerade
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY @ DEG AUTO	FUNC

Nun soll der Funktionswert zu diesem x-Wert berechnet werden. Wir wählen F6 6:Calculate. Am unteren Rand des Bildschirmes öffnet sich eine Eingabezeile für Berechnungen.

[* ▶ * (*)* 1:Dis 2:Bre 3:Bre 3:Bre 4:Sto	F5	FN F (1707)	
x-Achse	ation & Loordinates culate lect Data	x-Achse	
1.10cm +	ck Property	1.10cm	Leitgerade
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY DEG AUTO	FUNC

Hier kann man Zahlenwerte direkt eingeben, aber auch Zahlenwerte aus der Konstruktion verwenden. Wir wählen die zweite Möglichkeit. Dazu drücken wir \bigcirc und die Streckenlänge (x-Koordinate) wird ausgewählt. Mit ENTER wandert dieser Wert als Variable a in die Eingabezeile. Wir drücken die Multiplikationstaste \boxtimes und nochmals \mathbb{A} , um den Funktionswert x^2 zu berechnen.

F. N. F. (FOF)			<u>0776-1</u>	
x-Achse		x-Achse	ļ	
1.10cm	Leitger	ade 1.10cm		Leitgerade
				<u> </u>
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC

Nach ENTER zeigt sich das Ergebnis der Berechnung im Zeichenbildschirm.

	077	F5 F1			:0:A	F5	
x-Achse				x-Achse		! ↓	
a 1.10cm			Leitgerade	1.10cm			Leitgerade
				R: 1.22			
a.ta Geometry	DEG AUTO	F	UNC	GEOMETRY	DEG AUTO	FU	NC

Nun wollen wir den berechneten Funktionswert abtragen. Wir wählen F4 9:Measurement Transfer und führen den Pfeil erst zum berechneten Funktionswert, bis der Text THIS NUMBER erscheint, und bestätigen mit ENTER].

F1 F2 F3 F420 F5 F6 F7 F7 F6 F7 F7 F7 F6 F7 F6 F7 F6 F7 F6 F7 F6 F7 <	
×-Achse 6:Macro Construction → 7:Vector Sum	x-Achse
8:Compass 1.10cm 9HMeasurement Transfer R:1.22 B:Redefine Point	1.10cm тыся Leitgerad R:1.22
GEOMETRY DEG AUTO FUNC	GEOMETRY DEG AUTO FUNC

Dann führen wir den Pfeil zum beliebig auf der *x*-Achse gewählten Punkt, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Die abzutragende Strecke wird strichliert sichtbar. Wir führen den Zeichenstift auf den Teil der Normalen, der im 1. Quadranten liegt und bestätigen mit ENTER.

	0	- 19	F7 HIDE F8 740	F ¹ ▶ F ² €	10 1-2 1	FSF	
							•
x-Achse	ŧ	¥ ™	S POINT	x-Achse			
1.10cm			Leitgerade	1.10cm			Leitgerade
R:[1.22]				R:[1.22]			
GEOMETRY	DEG AUTO	FUNC		GEOMETRY	DEG AUTO		-unc

Der Funktionswert wird abgetragen und wir erhalten einen Punkt der Parabel. Jetzt wollen wir noch weitere Punkte der Parabel konstruieren. Dazu werden wir den Punkt auf der *x*-Achse verschieben und die Spur des dazugehörenden Parabelpunktes zeichnen lassen. Dazu wählen wir F7 2:Trace On/Off.

x-Achse	•	x-Achse	1:Hide / Show 2:Prace Un / Uff 3:Animation 4:Label 5:Comment 6:Numerical Edit 7:Mark Angle
1.10cm R:1.22	Leitgerade	1.10cm R:1.22	9:Dotted
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY DEG AUTO	FUNC

Wir führen den Pfeil zum Parabelpunkt, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit **ENTER**. Dann aktivieren wir mit **ESC** den Menüpunkt **F1** 1:Pointer und führen den Pfeil zum Punkt auf der *x*-Achse, bis der Text THIS POINT erscheint. Wir drücken die Handtaste **S1** und lassen sie gedrückt. Der Pfeil verwandelt sich in eine Faust.

	₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽₽		▝▀▝▏ヽゔ゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚
	THIS POINT		
x-Achse		x-Achse	
1.10cm R:1.22	Leitgerade	1.10cm R:1.22	Leitgerade
GEOMETRY DEG AUTO	FUNC	GEOMETRY DEG AUTO	FUNC

Durch zusätzliches Drücken von \bigcirc oder \bigcirc kann der Punkt entlang der *x*-Achse verschoben werden und weitere Parabelpunkte entstehen.

	30 F42.0 • • • • • •	5)F6 [■₽∨₽₽		₽C) +	⁵⁵	
x-Achse		/		x-Achse				
0.55cm R:0.30			Leitgerade	1.31cm R:1.72				Leitgerade
GEOMETRY 2	O DEG AUTO	FUN	c	GEOMETRY	a DEG	AUTO	FUNC	

Jetzt wollen wir die Parabel aus ihrer Brennpunktsdefinition konstruieren. Dazu wählen wir F2 2:Point on Object und führen den Pfeil zur Leitgeraden, bis der Text ON THIS LINE erscheint, und bestätigen mit ENTER.

P N C (C)C##	▝▀▀▘ヽॹॿॵ⊷ःः)[++-*+]	≝╗╱╢║╢╌┇
1:Point 2:Point on Ub 3:Intersection 4:Line 5:Segment x-Rc 6:Ray 7:Vector	ect Point	x-Achse		ON THIS LINE
1.31cm R:1.72	Leitgerade	1.31cm R:1.72		Leitgerade

Dann wählen wir F4 1:Perpendicular Line und führen den Pfeil zum eben gezeichneten Punkt, bis der Text THRU THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER.



Den nachfolgenden Text PERPENDICULAR TO THIS LINE bestätigen wir ebenfalls mit ENTER, und erhalten eine Normale zur Leitgeraden.



Dann wählen wir F4 4:Perpendicular Bisector und führen den Pfeil zum Punkt auf der Leitgeraden, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER].

	◑▝▀▝▏▋▝▎▀▝▋) দিন	F5F6	
	1:Perpendicular Line 2:Parallel Line 3:Midpoint			,	
v-Acheo	4:Perpendicular Bisector 5:Angle Bisector	v-Roboo	1		
	T:Vector Sum				THIS POINT
1.31cm	9:Measurement Transfer A:Locus	1.31cm			Leitgerade
R:1.72	B:Redefine Point	R:1.72			
	EG AUTO FUNC	GEOMETRY DE	G AUTO	FI	

Dann führen wir den Pfeil zum Brennpunkt, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen mit ENTER. Der Schnittpunkt der eben gezeichneten Streckensymmetrale mit der vorhin gezeichneten Normalen ist ein Punkt der Parabel.

	<u>:0:71</u>	F5F6	e ta) দিন	F5F6	▣₽╯∕₽₽
x-Achse		THIS POIN	T	x-Achse	<u>\</u>	THIS POI	NT
1.31cm R:1.72			Leitgerade	1.31cm R:1.72			Leitgerade
GEOMETRY	DEG AUTO	FUN	1C	GEOMETRY DE	G AUTO	FL	INC

Daher wählen wir F2 3:Intersection Point und führen den Pfeil zur Normalen, bis der Text THIS LINE aufgezeigt wird, und bestätigen mit ENTER.



Die Normale wird strichliert dargestellt. Wir führen den Pfeil zur Streckensymmetralen, bis der Text THIS LINE erscheint, und bestätigen mit ENTER. Der Schnittpunkt wird markiert.



Nun wollen wir durch Verschieben des Punktes auf der Leitgeraden weitere Parabelpunkte erzeugen. Daher wählen wir F7 2:Trace On/Off und führen den Pfeil zum konstruierten Parabelpunkt, bis der Text THIS POINT erscheint, und bestätigen dann mit ENTER.



Mit ESC gelangen wir in den Menüpunkt F1 1:Pointer und führen den Pfeil zum Punkt auf der Leitgeraden. Wir drücken die Handtaste 🕥 und lassen sie gedrückt. Dabei verwandelt sich der Pfeil in eine den Punkt erfassende Faust.



Durch zusätzliches Drücken von 🕢 oder 🕞 kann der Punkt entlang der Leitgeraden verschoben werden, wodurch weitere Parabelpunkte entstehen.



Man kann gut die Übereinstimmung mit der Konstruktion aus der Funktionsgleichung erkennen.



7 Die Graphen von Sinus- und Cosinusfunktion

Wir starten eine neue Sitzung mit der Cabri-Geometrie und nennen unser neues Blatt sincos.



Mit • F rufen wir die Formateinstellungen auf und stellen Display Precision auf FIX 6 und Angle auf DEGREE.

F1 F2 F3 F4 F5 F6 cm F7 HIDE F8 790	Geometry Format
+	Coordinate Axes OFF+ GridOFF+ # of Locus Points. 20+ Link Locus Points. 0N+ Envelope of Lines. 0N+ Display Precision. FIX 6+ Length & Area CM+ Angle
T22 DEG AUTO FUNC	USE + AND + TO OPEN CHOICES

Als erstes legen wir einen Kreis an.

F1 F2 • ● •	
+	\$
TYPE OR USE ++++ CENTER]=OK AND CESC]=CANCEL	T22 DEG AUTO FUNC

Danach wird eine horizontale Gerade durch den Kreismittelpunkt gezeichnet.



Nun setzen wir einen Punkt auf den Kreis.

DEG AUTO



DEG AUTO

Der nächster Schritt ist die Errichtung der Normalen durch den Kreispunkt auf die horizontale Gerade.





Es folgt die Bestimmung des Schnittpunktes der Normalen mit der Horizontalen.



Danach wird die Strecke vom Kreispunkt zum Kreismittelpunkt (= Radius) gezeichnet.



Ein rechtwinkeliges Dreieck ist entstanden und wir bestimmen mit F6 3:Angle die Größe jenes Winkels, der seinen Scheitel im Kreismittelpunkt besitzt.



Dazu muß zunächst ein Punkte auf einem Schenkel, dann der Scheitel und dann ein Punkt auf dem anderen Schenkel markiert werden.



Daraufhin wird die Winkelgröße in Grad eingeblendet.



Mit ESC wird F1 1:Pointer aktiviert und dann mit 🕥 😯 die Zahlenangabe an die passende Stelle geschoben.



Anschließend wird über F7 5:Comment eine Bezeichnung geschrieben. Wir führen den Cursor ungefähr an die gewünschte Stelle.



Mit ENTER erscheint ein Rechteck, in das der Text eingefügt werden kann. Mit ESC wird diese Tätigkeit abgeschlossen.



1:Hide / Show 2:Trace On / Off 3:Animation 4:Label 5:Comment 6:Numerical Edit 7:Viark Hingle 8:Thick 9:Dotted	THIS POINT α= 42.709390°
T22 DEG AUTO FUNC	T22 DEG AUTO FUNC

Der Winkel, dessen Größe eben bestimmt wurde, soll markiert werden.

Nach F7 7:Mark Angle muss zunächst ein Punkt auf einem Schenkel, dann der Scheitel und dann ein Punkt auf dem anderen Schenkel markiert werden.



Ein Winkelbogen wird eingezeichnet.

Nun soll die Länge der Hypotenuse des rechtwinkeligen Dreiecks bestimmt werden.



Auch diese Zahlenangabe wird nach Aktivierung von F1 mit 🕥 🔅 an die gewünschte Position gezogen.





Über Comment erstellen wir eine geeigneten Bezeichnung.

Wird der Text umgebrochen, so kann man den Cursor an die rechte untere Ecke des Textfelds bringen und dieses mit () so vergrößern, dass der Text nicht umgebrochen wird.



Nach Aktivierung von F1 kann der Text mit 🗊 📀 noch an den exakten Platz gezogen werden.



Es folgt die Bestimmung der Länge der Gegenkathete und ihre Bezeichnung.





Es fehlt noch die Bestimmung der Länge der Ankathete und ihre Bezeichnung.

Image: State of the state	^{f1} • ^{f2} • • •
TYPE OR USE ++++ CENTER]=OK AND CESC]=CANCEL	T22 DEG AUTO FUNC
F1 F2 • F3 F4 F5 • F5 • F6 F7 A F8 α= 42.70935 <td>$\begin{array}{c} \blacksquare \\ \blacksquare$</td>	$\begin{array}{c} \blacksquare \\ \blacksquare $
Gegenkat. 0.8653	92cm Gegenkat. 0.865392cm 0.9375650HIS NUMBER
T22 DEG AUTO FUNC	T22 DEG AUTO FUNC



Nach Aktivierung von F1 wählen wir den Kreispunkt an und verschieben ihn mit 🕥 🚱 am Kreis, bis ein möglichst kleiner Winkel entsteht. Die Größenangabe des Winkels und die Längenangaben der Seiten werden in gewohnter Weise aktualisiert.



Nun werden die ermittelten Längen in den Data/Matrix Editor übertragen. Dazu wählen wir in F6 7:Collect Data den Unterpunkt 2:Define Entry.

T22

DEG AUTO

FUNC

@ DEG AUTO

FUNC

Image: Constraint of the second se	Image: Constraint of the second se
T22 DEG AUTO FUNC	T22 DEG AUTO FUNC

Wir wählen der Reihe nach die Werte für Winkel, Hypotenuse, Gegenkathete und Ankathete aus.



Mit (D) werden die Zahlen in den Data/Matrix Editor übernommen und in der Variablen sysData abgespeichert.



Durch Verschieben des Kreispunktes vergrößern wir den Winkel nun schrittweise und speichern die entstehenden Zahlenwerte jedesmal über • (D) ab.



▝▙▐▘᠂▝ःᢕᡛᢣ᠋ᡛᡔᢇᡛᢣ᠓ᡛ᠕ᡃᢪᢩ᠌᠌᠊᠌	
α= 14.420773° Hupotenuse 1.275862cm Βτμις Ραίντι. 0.317742cm Ankat. 1.235663cm	THIS CIRCLE α= 84.957549° Hypotenuse 1.275862cm Gegenkat. 1.270924cm Ankat. 0.112140cm
DATA PLACED IN VARIABLE SYSDATA	DATA PLACED IN VARIABLE SYSDATA

Nachdem wir möglichst nahe an 90 Grad herangekommen sind, gelangen wir über APPS 6 in den Data/Matrix Editor und öffnen das Datenblatt sysData.



In der 1. Spalte befinden sich die Winkelwerte, in der 2. die Hypotenusenlängen, in der 3. die Längen der Gegenkatheten und in der 4. die Längen der Ankatheten. Wir bewegen den Cursor

	Plot ^{F2}	plCe11He	F4 F5 ader[Cal		tat		Prest	Sei verki		ser al	<u> National Secondary (Markan Secondary)</u>	F7 Stat
DATA	N1 N2	IN3	IN4			DATA	IN1	N2	N3	N4		
	c1 c2	c3	c4	c5	1		c1	c2	с3	c4	c5	1
1	2.663 1.2	759.0592	28 1.2745		1	1	2.663	1.2759	.05928	1.2745		1
2	14.421 1.2	759.3177	41.2357]	2	14.421	1.2759	.31774	1.2357		
3	21.801 1.2	759.4738	34 1.1846			3	21.801	1.2759	.47384	1.1846		
4	34.439 1.2	759.7215	64 1.0522]	4	34.439	1.2759	.72154	1.0522		
5	45. 1.2	759.9021	.7.90217]	5	45.	1.2759	.90217	.90217		
6	58.782 1.2	7591.091	1.66128			6	58.782	1.2759	1.0911	.66128]
7	74.745 1.2	759 1.230)9.3357			7	74.745	1.2759	1.2309	.3357		
c4=						c1,	Title	="N1"	i			
T22	DEG	AUTO	FUNC			T22		DEG AUTO		FUNC		
F1	Pier	r Cetti He	en (s. Bister Call-		tat	F1 77	Plot ²	Setup	73 F4 e11 Head	der Calo		F7 tat
F1 		r Ceti He N3	:************************************		Stat	F1 TH T	Plot :	Setup C	73 F4 = 1 1 Head	der Calo	Utils	F7 itat
F1 TH T Data	0 N1 N2 c1 c2	P CetiHe N3 c3	rx (5). Bister (Cal) N4 C4) () () () c5	itat]	F1 77 T DATA	0 F2 Plot 3 Winkel C1	Setup C	73 F4 e11 Head N3 c3	der Calo N4 C4	-Utils	F7 itat
DATA	0 N1 N2 c1 c2 2.663 1.2	N3 63 759.0592	N4 c4 281.2745	;(::`∑i]⊆ c5	itat	F177 - 1 DATA 1	0 Plot Winkel C1 2.663	Setup C N2 c2 1.2759	73 F4 =11 Hea N3 c3 .05928	55 SerCalo N4 c4 1.2745	c5	F7 itat
F177 DATA	0 N1 N2 c1 c2 2.663 1.2 14.421 1.2	N3 K3 K3 K3 K3 K3 K3 K3 K3 K3 K	× 75 ≥561 (24) N4 28 1.2745 24 1.2357)() 1 1 9 c5	F7 Stat	F177 DATA	Plot 2 Winkel 2.663 14.421	5etup C N2 c2 1.2759 1.2759	3 F4 =11 Head N3 c3 .05928 .31774	der Calo N4 c4 1.2745 1.2357	c5	F7 itat
F177 DATA 1 2 3	N1 N2 c1 c2 2.663 1.2 14.4211.2 21.801 1.2	N3 K 6 1 He N3 C3 759 .0592 759 .3177 759 .4738	× ⇒sie ((a)) N4 c4 281.2745 741.2357 741.1846	;);::"∑i]9 c5	itat	F177 DATA 1 2 3	Plot Plot C1 2.663 14.421 21.801	5etup C N2 c2 1.2759 1.2759 1.2759	3 F4 =11 Head N3 c3 .05928 .31774 .47384	Ser Calo N4 c4 1.2745 1.2357 1.1846	c5	F7 itat
F177 DATA 1 2 3 4	N1 N2 c1 c2 2.663 1.2 14.4211.2 21.8011.2 34.4391.2	× (2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	× ⇒Ser\(a) N4 c4 281.2745 241.2357 241.1846 341.0522)(. ⁰ x (9 c5	Fat I	F177 DATA 1 2 3 4	0 Plot 2 Winkel 2.663 14.421 21.801 34.439	Setup C N2 c2 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759	⁷³ F4 e11 Head c3 .05928 .31774 .47384 .72154	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	c5	F7 itat
F177 ■ DATA 1 2 3 4 5	Mi N2 c1 c2 2.663 1.2 14.421 1.2 21.801 1.2 34.439 1.2 45. 1.2	x x x x x x x x x x x x x x	N4 C4 28 1.2745 24 1.2357 24 1.2357 34 1.1846 34 1.0522 7.90217),‼"xi⊆ c5	ji at	F177 DATA 1 2 3 4 5	0 F2 Plot 2 Winkel 2.663 14.421 21.801 34.439 45.	Setup C N2 c2 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759	²³ F ⁴ =11 Head N3 c3 .05928 .31774 .47384 .72154 .90217	55 54 54 54 55 55 55 55 55 55 55 55 55 5	c5	fat
F1 → H DATA 1 2 3 4 5 6	0 N1 N2 C1 C2 C63 1.2 21.801 14.421 1.2 21.801 1.2 34.439 1.2 58.782 1.2	N3 N3 C3 759.0592 759.3177 759.4738 759.4738 759.7215 759.9021 759.1091	N4 04 04 04 04 0522 04 0522 0522 0522 0522 0522 0522 0522 0522 0522 0522 0522 0522 0522 0522 0522 0522 052 05	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,		F1 77 ■ 1 2 3 4 5 6	0	Setup C N2 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759	³ F ⁴ e11 Head N3 c3 .05928 .31774 .47384 .72154 .90217 1.0911	der Calo N4 1.2745 1.2357 1.1846 1.0522 .90217 .66128	c5	itat
F174 DATA 1 2 3 4 5 6 7	N1 N2 c1 c2 2.663 1.2' 14.421 1.2' 34.439 1.2' 45. 1.2' 58.782 1.2' 74.745 1.2'	N3 C3 C3 C3 C3 C3 C5 C5 C5 C5 C5 C5 C5 C5 C5 C5	N4 c4 c4 281.2745 241.2357 241.2357 241.1846 27.90217 1.66128 1.6525 1.66128 1.6525 1.66128 1.6525 1.66128 1.6525 1.66128 1.6525 1.66128 1.6525 1.66128 1.6525 1.66128 1.6525 1.65555 1.65555 1.65555 1.65555 1.65555 1.65555 1.65555 1.65555 1.65555 1.65555 1.655555 1.655555 1.655555 1.655555 1.6555555 1.6555555 1.65555555 1.65555555 1.6555555555555555555555555555555555555	c5		DATA DATA 1 2 3 4 5 6 7	0 72 - Plot 2 Winkel 2.663 14.421 21.801 34.439 45. 58.782 74.745	Setup C N2 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759	3 F4 =11 Hea N3 c3 .05928 .31774 .47384 .47384 .72154 .90217 1.0911 1.2309	der Calo N4 1.2745 1.2357 1.1846 1.0522 .90217 .66128 .3357	c5	F7 itat
F177 → H DATA 1 2 3 4 5 6 7 c1.	N1 N2 c1 c2 2.663 1.22 14.4211.2 21.8011.2 34.4391.2 45. 1.2 58.7821.2 74.7451.2 Title=	N3 	N4 c4 c4 281.2745 241.2357 241.2357 241.1846 27.90217 1.66128 1.66128 1.66128 1.66128	c5		DATA 1 2 3 4 5 6 7 c1 =	0 F2 Plot 2 G1 2.663 14.421 21.801 34.439 45. 58.782 74.745	Setup C N2 c2 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759 1.2759	3 P4 =11 Head N3 .05928 .31774 .47384 .72154 .90217 1.0911 1.2309	der Calo N4 c4 1.2745 1.2357 1.1846 1.0522 .90217 .66128 .3357	c5	F7 itat

auf die Titelzeile N1 der 1. Spalte, kopieren sie mit ENTER in die Eingabezeile und verändern den Titel auf Winkel.

Das wird analog auch mit den Überschriften der anderen Spalten durchgeführt. Die noch leere fünfte Spalte erhält den Titel sinus. Danach bewegen wir den Cursor auf das Feld c5 und geben die Rechenvorschrift c3/c2 ein, wodurch in der 5. Spalte die Sinuswerte berechnet werden, da ähnlich wie in einer Tabellenkalkulation in jeder Zeile die Werte aus Spalte 3 (= Gegenkathete) durch die Werte aus Spalte 2 (= Hypothenuse) dividiert werden.

(^{F1} ~ ~ ~	Plot S	5etup Ce	3 e11 Head	der Calo		5 tat		Pro 3	ai ar C		se a) Na s	F7 itat
DATA	Winkel	Hypot	Gegen	Ankat	sinus		DATA	Winkel	Hypot	Gegen	Ankat	sinus	
	c1	c2	сЗ	c4	c5			c1	c2	сЗ	c4	c5]
1	2.663	1.2759	.05928	1.2745			1	2.663	1.2759	.05928	1.2745		
2	14.421	1.2759	.31774	1.2357			2	14.421	1.2759	.31774	1.2357		
3	21.801	1.2759	.47384	1.1846			3	21.801	1.2759	.47384	1.1846		
4	34.439	1.2759	.72154	1.0522			4	34.439	1.2759	.72154	1.0522		
5	45.	1.2759	.90217	.90217			5	45.	1.2759	.90217	.90217]
6	58.782	1.2759	1.0911	.66128			6	58.782	1.2759	1.0911	.66128		
7	74.745	1.2759	1.2309	.3357			7	74.745	1.2759	1.2309	.3357]
c5=							c5=	c3/c2					
T22		DEG AUTO		FUNC			T22		DEG AUTO		FUNC		

F177700 F2 ↓ Plot Setup Cell Header Calc Util Stat					Plot	5etup Ce	3 ell Hear	der Calo	Utils	F7 tat			
DATA	Winkel	Hypot	Gegen	Ankat	sinus		DATA	Hypot	Gegen	Ankat	sinus	cosin	
	c1	c2	сЗ	c4	c5]		c2	сЗ	c4	c5	c6	
1	2.663	1.2759	.05928	1.2745	.04646		1	1.2759	.05928	1.2745	.04646		
2	14.421	1.2759	.31774	1.2357	.24904		2	1.2759	.31774	1.2357	.24904		
3	21.801	1.2759	.47384	1.1846	.37139	1	3	1.2759	.47384	1.1846	.37139		
4	34.439	1.2759	.72154	1.0522	.56553		4	1.2759	.72154	1.0522	.56553		
5	45.	1.2759	.90217	.90217	.70711]	5	1.2759	.90217	.90217	.70711		
6	58.782	1.2759	1.0911	.66128	.8552]	6	1.2759	1.0911	.66128	.8552		
7	74.745	1.2759	1.2309	.3357	.96476		7	1.2759	1.2309	.3357	.96476		
8r1	c5=.0	46461	39935	2468			c6=				•		
T22		DEG AUTO		FUNC			T22		DEG AUTO		FUNC		

Analog wird in der 6. Spalte der Cosinus berechnet.

F1 77	Plot 9	Setup Ce	3 e11 Head	der Calo	Utils	tat		Plot	5etup Ce	3 e11 Head	der Calo	Utils	F7 tat
DATA	Winkel	Hypot	Gegen	Ankat	sinus		DATA	Hypot	Gegen	Ankat	sinus	cosin…	
	c1	c2	сЗ	c4	c5			c2	сЗ	c4	c5	c6	
1	2.663	1.2759	.05928	1.2745	.04646		1	1.2759	.05928	1.2745	.04646		
2	14.421	1.2759	.31774	1.2357	.24904		2	1.2759	.31774	1.2357	.24904		
3	21.801	1.2759	.47384	1.1846	.37139		3	1.2759	.47384	1.1846	.37139		
4	34.439	1.2759	.72154	1.0522	.56553		4	1.2759	.72154	1.0522	.56553		
5	45.	1.2759	.90217	.90217	.70711		5	1.2759	.90217	.90217	.70711		
6	58.782	1.2759	1.0911	.66128	.8552		6	1.2759	1.0911	.66128	.8552		
7	74.745	1.2759	1.2309	.3357	.96476		7	1.2759	1.2309	.3357	.96476		
Ør1	c5=.0	46461	39935	2468			c6=						
T22		DEG AUTO		FUNC			T22		DEG AUTO		FUNC		

F1 77	. No. 19	California California	; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ;	ser Cale) Sin sin sin sin sin sin sin sin sin sin s	itat		Plot 9	5etup Ce	3 e11 Head	der Cal	-Utils	tat
DATA	Hypot	Gegen	Ankat	sinus	cosin		DATA	Hypot	Gegen	Ankat	sinus	cosin	
	c2	сЗ	c4	c5	c6]		c2	сЗ	c4	c5	c6]
1	1.2759	.05928	1.2745	.04646]	1	1.2759	.05928	1.2745	.04646	.99892	
2	1.2759	.31774	1.2357	.24904			2	1.2759	.31774	1.2357	.24904	.96849	
3	1.2759	.47384	1.1846	.37139			3	1.2759	.47384	1.1846	.37139	.92848	
4	1.2759	.72154	1.0522	.56553			4	1.2759	.72154	1.0522	.56553	.82473	
5	1.2759	.90217	.90217	.70711]	5	1.2759	.90217	.90217	.70711	.70711	
6	1.2759	1.0911	.66128	.8552]	6	1.2759	1.0911	.66128	.8552	.5183	
7	1.2759	1.2309	.3357	.96476			7	1.2759	1.2309	.3357	.96476	.26312	
c6=	c6=c4/c2						8r1	c6=.9	98920	08607	7809		
T22		DEG AUTO		FUNC			T22		DEG AUTO		FUNC		

Nun wollen wir die Sinus- und Cosinuswerte in Abhängigkeit vom Winkel darstellen. Dazu wählen wir F2 Plot Setup, unterlegen Plot1 und wählen F1 Define. Die folgenden Ein-stellungen werden gewählt: xyline - die geplotteten Punkte werden miteinander verbunden -, square - die Punkte werden als Quadrate ausgezeichnet, die Punkte haben als x-Koordinaten die Werte in Spalte c1 und als y-Koordinaten die Werte in Spalte c5.

(F1	sysdata	ß	sysdata Plot 1
DH.	DefineCopyClear <	DA	Plot Type xyline→ Mark Square→
1	Plot 1:	-	× c1
2	Plot 2:	5	yc5
ŝ	Plot 4:	ŝ	Hist, Gasket Hidth 1
4	Plot 5:	4	Use Freq and Catego <u>ries? NO→</u>
5	Plot 7:	5	2 ? * 8 ^ (= \lambda = \l
6	Plot 8:	6	- 5980年金の1月-10日20日
7	(Plot 9:	7	
8	r1c6=.99892008607809	8	(Enter=SHVE) (ESC=CHNCEL)
T22	2 DEG AUTO FUNC	T23	2 DEGIAUTO FUNC

Genausso wird vorgegangen, um die Cosinuswerte darzustellen. Mit ENTER ENTER verlassen wir die Ploteinstellungen und kehren in den Data/Matrix Editor zurück.

F1 sysdata	(F¥ sysdata Plot 2
PA DefineCopyClear ✓	Plot Type xyline→ □ ™ Mark Cross→
- Plot 1:12 • x:c1 y:c5	× c1
1 Plot 2: 2 Plot 3:	2 y c6
3 Plot 4	3 Mist_ Guoxet Midth 1
4 Plot 5:	4 Use Freq and Categories? NO+
5 Plot 7	5 COSC-12-12-12-12-1
6 Plot 8:	6 Contraction productions (C)
8-1-6-00002000607000	A (Enter=SAVE) (ESC=CANCEL)
T22 DEG AUTO FUNC	
F17 susdata	[F1]790 F2
▼at	▼ <u>↓</u> Plot Setup[Cell[Header[Calc[Util[Stat]
Define[Copy Clear <	c2 c3 c4 c5 c6
$1 \neq \text{Plot}$ 2: $\nu^{\wedge} \times \text{xcl} \neq \text{cs}$	1 1.2759.059281.2745.04646.99892
2 Plot 3	2 1.2759.317741.2357.24904.96849
3 Plot 4:	3 1.2759.473841.1846.37139.92848
2 Plot 6	
6 Plot 7:	6 1.27591.0911.66128.8552 .5183
7 (<u>Þíði 9:</u>	7 1.2759 1.2309 .3357 .96476 .26312
Br1c6=.99892008607809	Br1c6=.99892008607809
TOO DECIMITE FUNC	TSS DECIDITE FUNC

Wir wechseln in den [Y=]-Editor, finden dort die neu definierten Plots und definieren $y_1(x)$ und $y_2(x)$ mit sin(x), bzw. cos(x).

F1 Coom F1	F1 F2 F3 F4 F5 F6 Style Plot F1 F1 Style Style Style Plot 4: Plot Style Style Plot 2: X xc1 xc6 Plot 1: • xc1 xc6 YPlot 1: • xc1 xc5 Yy1=sin(x) Yy2=cos(x) y3= y5= y6=
<u>91(x)=</u>	y3(x)=
T22 DEG AUTO FUNC	T22 DEG AUTO FUNC

Dann kontrollieren wir, ob der Mode für Angle auf DEGREE steht und wählen eine vernünftige Fenstereinstellung.

Fi Fi Page 1 Page 2 Graph FUNCTION → Current Folder L22 → Oisplay Digits FLOAT → Angle Vector Format REL → Vector Format RECTANGULAR → Pretty Print ON →	<pre>xmin=0, xmax=90, xscl=10, ymin=1 ymax=1.1 yscl=0.11 xres=2.</pre>
yjtx/-	
USE	T22 DEG AUTO FUNC

Unsere geplotteten Werte und die Funktionskurven werden im Graphikfenster über • [GRAPH] angezeigt.

