

Überblick über die Handhabung von grafischen Taschenrechnern zur Lösung von Aufgaben des schriftlichen Abiturs der Grund- und Leistungskurse in Sachsen

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung zum Umgang mit dem TI 82/83.....	2
Analysis.....	2
Allgemeine Probleme – Teil I.....	3
Programme.....	5
Allgemeine Probleme – Teil II.....	6
Lösung besonderer Probleme.....	8
Geometrie.....	10
Beispiele zur Verwendung des Programms.....	10
Bestimmung des Abstandes einer Geraden zu einer Ebenen.....	10
Berechnungen am Dreieck.....	11
Bestimmung des Abstandes zweier Geraden.....	11
Ausführliche Beschreibung der Arbeit mit dem Unterprogramm Dreieck.....	12
Programme.....	13
Stochastik.....	13
Programm.....	13

6. Eine große Gefahr besteht bei der grafischen Darstellung von Funktionen wie $f_a(x) = (a^2 + 1) \cdot (\sin ax + \cos ax)$ (\uparrow [Abitur 2000 LK](#)), dass irreführende Bilder angezeigt werden. Verwenden Sie bei Winkelfunktionen stets die Radi an-Einstellung. Kontrollieren Sie dazu das **[MODE]**-Menü.

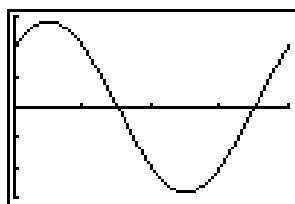


Abbildung 1: richtig

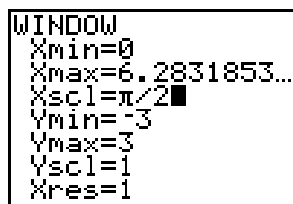


Abbildung 2

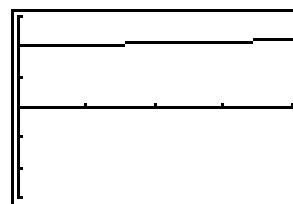


Abbildung 3: falsch

Tragen Sie zur Skalierung und Einteilung der x-Achse im **[WINDOW]**-Menü auch Teile oder Vielfache von π ein (\uparrow [Abbildung 2](#)).

Allgemeine Probleme – Teil I

7. Nullstellen x_0 der Funktion $f(x)$

Ansatz: $f(x_0) = 0$

Syntax: `solve(f(x),x,Startwert)` im **[MATH]**-Menü

Beispiel 2: `sol ve(Y1, X, 6) → 6,5915` mit $Y1 = 2/X - \sin(X)$

Hinweise:

- Startwert im Graphen ablesen.
- Auf Lösungen außerhalb des Displays achten.
- Nicht alle Nullstellen lassen sich ohne weiteres finden. Der Einfluss des Startwertes kann sehr groß sein.

Gegenbeispiel 3: `sol ve(2/X-sin(X), X, Ä/2) →` bringt keine sinnvolle Lösung aber `sol ve(2/X-sin(X), X, 2π) → 6,5915`

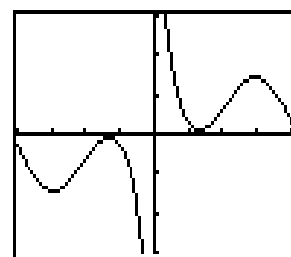


Abbildung 4:
 $Y1 = 2/X - \sin(X)$

8. Lösen einer Gleichung

Ist auf das Auffinden von Nullstellen zurückzuführen (siehe oben). So wird aus der Gleichung $2/x = \sin(x)$ die Nullstellenberechnung $2/x - \sin(x) = 0$.

9. Schnittpunkte zweier Funktionen $f(x)$ und $g(x)$

Ansatz: Gesucht sind alle Stellen x_s , für die gilt: $f(x_s) = g(x_s)$

Ist ebenfalls auf das Bestimmen der Nullstellen zurückzuführen: $f(x_s) - g(x_s) = 0$. Andererseits kann die Differenz $d(x) = f(x) - g(x)$ als Abstandsfunktion gedeutet werden.

10. Ableitung einer Funktion $f(x)$ an einer Stelle x_s bzw. Anstieg m der Funktion an dieser Stelle

Ansatz: $m = f'(x_s)$

Syntax: `nDerive(f(x), x, x_s)`

Beispiel 4: $f(x) = 2/x - \sin(x)$ und $x_s = \pi$

`nDerive(2/X-sin(X), X, Ä) → 0,7974` oder für $Y1 = 2/X - \sin(X)$

`nDerive(Y1, X, Ä) → 0,7974`

11. Überprüfung der Berechnung der 1. Ableitung einer Funktion

Ansatz: Vergleich der Funktionswerte zweier Funktionen

Vorgehensweise:

- Eintragen der berechneten Funktion (↑Abbildung 5)
- Berechnung der 1. Ableitung mit GTR-Funktion nDerive (↑Abbildung 5)
- Aufruf der Tabelle und Vergleich der Funktionswerte (↑Abbildung 6)
Um nur die Funktionen Y2 und Y3 in der Tabelle anzeigen zu lassen, wurde die Darstellung von Y1 ausgeschaltet. Beachten Sie dazu das Gleichheitszeichen. Das Ein- und Ausschalten der Darstellung in der Tabelle wirkt sich auch auf das Anzeigen des Graphen aus.
Die Funktionswerte sollten in der Tabelle identisch sein. In besonderen Fällen sind Ausnahmen zuzulassen.

Beispiel 5: $f(x) = 2/x - \sin(x)$; $f'(x) = -2/x^2 - \cos(x)$

```

Y1=2/X-sin(X)
Y2=-2/X^2-cos(X)
Y3=nDeriv(Y1,X,X)
Y4=
Y5=
Y6=

```

Abbildung 5

X	Y2	Y3
0	ERROR	2E6
1	-2.54	-2.54
2	-.0839	-.0839
3	.76777	.76777
4	.52864	.52864
5	-.3637	-.3637
6	-1.016	-1.016

Abbildung 6

12. Tangente $t(x): y = mx + n$ in einem Punkt $P(x_P | f(x_P))$ des Graphen $f(x)$

Ansatz:

- Berechnung des Anstiegs: $m = f'(x_P)$
- Berechnung des Absolutgliedes n , durch Einsetzen von P in t :
 $n = f(x_P) - m \cdot x_P$

Beispiel 6: wie oben $m = 0,7974$ und $n: Y1(\pi) - \text{Ans} \cdot \pi \rightarrow -1,8684$

```

nDeriv(Y1,X,pi
.7973574455
Y1(pi)-Ans*pi
-1.868352521

```

Abbildung 7

Da sich dieser Ablauf wiederholt, könnte ein GTR-Programm dazu verwendet werden. Sehen Sie dazu [PrgmTangente](#) weiter unten.

13. Eine etwas schwierigere Aufgabe als Zusatzwissen.

Tangente $t(x)$ an den Graphen G der Funktion $f(x)$ durch einen Punkt $P(x_P | y_P)$ und $P \notin G^1$

Ansatz: Auf der Tangente liegen zwei Punkte, nämlich P und der Schnittpunkt $S = t \cap f$. Außerdem gilt $S \in G$. Demzufolge ist ein Gleichungssystem zu lösen:

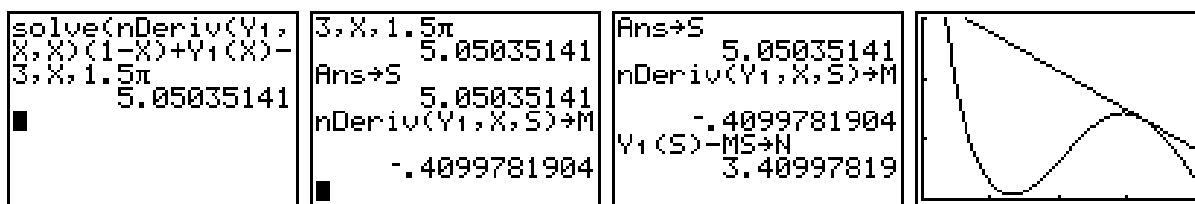
I: $f(x_S) \cdot x_S + n = f(x_S)$

II: $f(x_S) \cdot x_P + n = y_P \Rightarrow f(x_S) \cdot (x_P - x_S) = y_P - f(x_S)$ (Gleichung I)

Beispiel 7: $f(x) = 2/x - \sin(x)$ und $P(1 | 3)$

aus der Ersetzung $x_S = S$ und Gleichung I folgt:

sol ve(nDeriv(Y1(S), S, S) * (1-S) + Y1(S) - 3, S, 3/2) bzw. jetzt sieht man, dass auch ohne Ersetzung sol ve(nDeriv(Y1(X), X, X) * (1-X) + Y1(X) - 3, X, 3/2) geschrieben werden kann. Es ergibt sich zunächst $x_S = 5,0504$, der Anstieg $m = -0,4100$ und abschließend der Schnittpunkt mit der y -Achse $n = 3,4100$. Beachten Sie in den Bildern die Skalierung der x -Achse mit $\pi/2$.



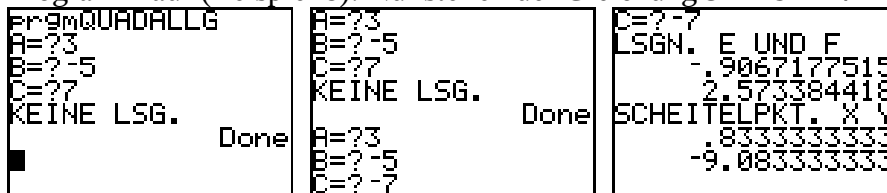
Programme

14. PrgmQUADALLG: Lösung quadratischer Gleichungen der Form: $ax^2 + bx + c = 0$

Quelltext:

```
: Prompt A, B, C
: If A=0: Then: Di sp "KEINE QUAD. GLG. ", "EINE LSG. ", uC/B
: Else
: (B^2-4AC)/(4A) uD
: If D=0: Then: Di sp "EINE LSG. ", uB/(2A)
: Else
: If D<0: Then: Di sp "KEINE LSG. "
: Else: "AX^2+BX+C" uY5: uB/(2A) uX: Y5(X) uY: X+uDuF: X-uDuE: : Di sp "LSGN. E
UND F", E, F, "SCHEITELPKT. X Y", X, Y
: FnOff Y5
```

Programmlauf (Beispiel 8): Nullstellen der Gleichung $3x^2 - 5x + 7 = 0$ und $3x^2 - 5x - 7 = 0$



Die Variablen E und F stehen für weitere Rechnungen zur Verfügung.

1 Diese Aufgabe demonstriert das Zusammenwirken, der bisher beschriebenen Verfahren.

2 Das führt zu dem allseits bekanntem Ansatz: $f'(x_S) = \frac{y_P - y_S}{x_P - x_S} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$.

15. PrgmTANGENTE: Bestimmung der Parameter m und n einer Tangentengleichung $t(x): y = mx + n$ an die Funktion Y1

Quelltext:

```
: Cl rHome;
: Di sp "BERECHNET TAN-", "GENTE AN GRAPH", "DER FUNKTION Y "
: nDeriv(Y (X), X, X)üM
: Input "WELCHE STELLE?", X
: nDeriv(Y (X), X, X)üN
: Y (X)-M*XüN
: "MX+N" üY0
: Di sp "M", M, "N", N
```

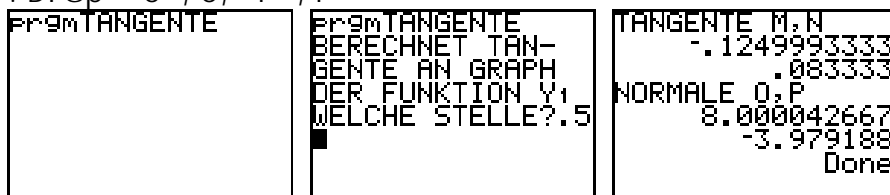
Das Programm berechnet m und n, speichert diese Werte auf den GTR-Variablen M und N und trägt die Tangente für die Darstellung im Graphen auf der Funktion Y0 ein³. Ein Programmlauf erfordert unbedingt, dass die zu untersuchende Funktion in Y1 abgespeichert ist.

Programmlauf für Beispiel 6:

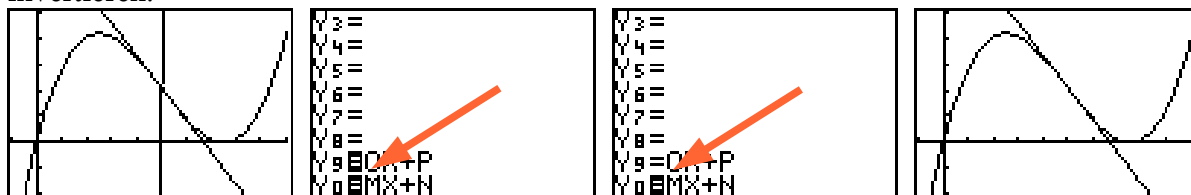


Mit einer kleinen Erweiterung kann auch die Normale berechnet und angezeigt werden:

```
: Mñü0: Y (X)-0*XüP
: "0X+P" üY9
: Di sp "0", 0, "P", P
```



Nach der Ausführung des Programms werden Tangente und Normale im Graphen angezeigt⁴. Wenn Sie einen oder beide Graphen nicht mehr sehen möchten, gehen Sie zum $\boxed{Y=}$ -Menü und löschen dort Funktion 9 bzw. 0 oder Sie schalten die Darstellung aus, indem Sie die Markierung des „=“ invertieren.



- 3 Das birgt in gewisser Weise auch eine Gefahr, denn im Graphen der Funktion wird plötzlich eine weitere Linie sichtbar, die nur bei genauerem Hinsehen, nämlich der Cursorfahrt im $\boxed{Y=}$ -Menü bis ganz nach unten, rückgängig gemacht werden kann.
- 4 Das hier dargestellte Programm wird bei waagerechten Tangenten zur fehlerhaften Berechnung der Normale führen, da diese ja parallel zur y-Achse verlaufen müsste. In diesem Fall ergibt sich eine Division mit Null. Ein komplettes Programm ist auf www.sn.schule.de/~matheabi vorgestellt und dort auch zum download für TI-82 und TI-83 verfügbar.

20. Wendestellen x_w und Wendepunkte $W(x_w | f(x_w))$ einer Funktion $f(x)$

Ansatz: $f'(x_w)=0$

Syntax: `solve(nDerive(nDerive(f(x), x, x), x, x_w), x_w, Startwert)`

Beispiel 13: $f(x) = 2/x - \sin(x)$ und $2,0610 \leq x_w \leq 2\pi$

$Y = 2/x - \sin(x)$

`sol ve(nDeri ve(nDeri ve(Y , X, X), X, X), X, Ä) → 3,2576`

Wie oben bereits zu beobachten war, ist die Unterscheidung zwischen x und x_w nicht notwendig.

Die Anweisung `sol ve(nDeri ve(nDeri ve(Y , X, X), X, W), W, Ä)7 → 3,2576` funktioniert natürlich auch.

21. Nachweis, dass Wendestelle vorliegt (3. Ableitung an einer Stelle)

Ansatz: $f'''(x_w) \neq 0$

Syntax: `nDerive(nDerive(nDerive(f(x), x, x), x, x), x, x_w)`

Beispiel 14: ↑Beispiel 13 – führt zur Fehlermeldung „ILLEGAL NEST“ – die 3. Ableitung ist mit GTR nicht zu berechnen.

22. Flächeninhalt unterhalb einer Funktion $f(x)$ in einem vorgegebenem Intervall $I [a | b]$ (ohne Beachtung der Nullstellen der Funktion)

$$\text{Ansatz: } A = \int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$$

Syntax: `fnInt(f(x), x, a, b)`

Beispiel: $f(x)=2/x - \sin(x)$ und $I [\pi | 2\pi]^8$

`fnInt(2/X-sin(X), X, Ä, 2Ä) → 3,3863`

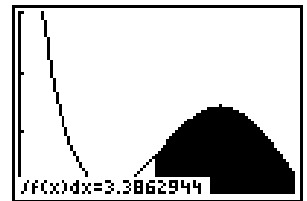


Abbildung 8: Calc-Menü

23. Überprüfung der Stammfunktion $F(x)$

Ansatz (↑Überprüfung der Berechnung der 1. Ableitung einer Funktion – Seite 4)

Dabei wird die Stammfunktion per GTR abgeleitet und mit der Originalfunktion verglichen. Die Berechnung der unbestimmten Integralfunktion $\int f(x) dx$ ist schwierig.

Beispiel 15: $f(x) = 2/x - \sin(x)$; $F(x) = 2 \ln(x) + \cos(x)$

```

Plot1 Plot2 Plot3
\Y1=2/X-sin(X)
\Y2=2ln(X)+cos(X)
)
\Y3=nDeriv(Y2,X,
X
\Y4=
\Y5=
    
```

Abbildung 9: TI-83

X	Y1	Y3
0	ERROR	ERROR
1	1.1585	1.1585
2	.0907	.0907
3	.52555	.52555
4	1.2568	1.2568
5	1.3589	1.3589
6	.61275	.61275

Abbildung 10

6 Das Ergebnis wird zur weiteren Verwendung in einer GTR-Variablen E gespeichert.

7 Die TI-Anweisung hält sich etwas stärker an die oben genannte Syntax. Für die gesuchten, festen Wendestellen x_w wird hier die GTR-Variable W verwendet. Natürlich funktioniert der Aufruf von `sol ve(nDeri ve(nDeri ve(Y , X, X), X, X), X` auch.

8 Um die Intervallgrenzen mit dem Cursor einigermaßen genau festlegen zu können, sollten Sie das entsprechende Intervall hinreichend groß anzeigen lassen.

24. von zwei Funktionen $f(x)$ und $g(x)$ begrenzter Flächeninhalt A

Ansatz:

- Schnittpunkten a und b beider Funktionen (\uparrow Abstandsfunktion – Seite 3)

$$\bullet \quad A = \left| \int_a^b f(x) - g(x) dx \right|$$

Syntax: `abs(fnInt(f(x)-g(x), x, a, b))`

Beispiel 16: \uparrow Beispiel 7 – Seite 5

$$f(x) = 2/x - \sin(x);$$

$g(x) = t(x)$ mit $t(x)$ ist Tangente an $f(x)$, die in x_s berührt und durch $P(1 | 3)$ geht

$x_s = 5,0504$, $m = -0,4100$ und $n = 3,4100$ (M und N wurden per `[STO]`-Befehl festgelegt)

$$Y_1 = 2/x - \sin(x), Y_2 = MX + N \text{ und } Y_3 = Y_1 - Y_2$$

Suchen eines Schnittpunktes bei $\pi/2$: `sol ve(Yf, X, Ä/2) üA` $\rightarrow 0,5401$

Berechnung des Integrals: `abs(fnInt(Yf, X, A, 5, 0504))` $\rightarrow 6,2664$

Beachten Sie, dass es noch andere Schnittpunkte der beiden Funktionen gibt. Entsprechend der Aufgabenstellung sind noch weitere Rechnungen notwendig.

25. Finden der Intervallgrenze u zu einem vorgegebenen Flächeninhalt A

Ansatz: Umformung von $A = \left| \int_{x_1}^u f(x) dx \right|$ in eine Nullstellenberechnung

Syntax: `solve(abs(fnInt(f(x), x, x1, u))-A, u, Startwert)`

Beispiel 17: $f(x) = x \cdot (x-5)$; $x_1 = 0$; $u \in \mathbb{R}$ mit $0 \leq u \leq 5$ und $A = 2$

`sol ve(abs(fnInt(X(X-5), X, 0, X)) - 2, X, 1)` $\rightarrow 0,9577$

Lösung besonderer Probleme

26. Extrema des Abstandes zweier Funktionen $f(x)$ und $g(x)$

Ansatz: $d'(x_E) = 0$ mit $d(x) = |f(x) - g(x)|$

Beispiel 18: ↑Beispiel 7 – Seite 5 und ↑Beispiel 16

$f(x) = 2/x - \sin(x)$;

$g(x) = t(x)$ mit $t(x)$ ist Tangente an $f(x)$, die in x_S berührt und durch $P(1 | 3)$ geht

$x_S = 5,0504$, $m = -0,4100$, $n = 3,4100$ und $0,5401 < x_E < 5,0504$

$Y = 2/x - \sin(x)$, $Y_1 = MX + N$ und $Yf = \text{abs}(Y_1 - Y)$ (Yf ist Abstandsfunktion $d(x)$)

$\text{solve}(nDeriv(Yf, X, X), X, \pi/2) \rightarrow 1,7881$

```

Plot1 Plot2 Plot3
\Y1=2/X-sin(X)
\Y2=MX+N
\Y3=abs(Y2-Y1)
\Y4=
\Y5=
\Y6=
\Y7=

```

Abbildung 11

```

solve(nDeriv(Y3,
X,X),X,pi/2
1.788071375

```

Abbildung 12

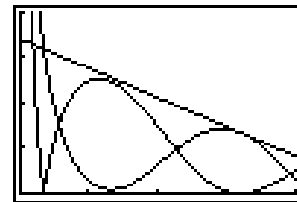


Abbildung 13: mit $d(x)$

Nachweis der Art des Abstandes ist mit Bild 13 nicht notwendig, kann aber leicht ausgeführt werden:

```

solve(nDeriv(Y3,
X,X),X,pi/2
1.788071375
nDeriv(nDeriv(Y3,
,X,X),X,Ans
-1.676178675

```

Abbildung 14

27. Kürzester Abstand der Punkte auf einer Kurve K zur Funktion $f(x)$ zum Koordinatenursprung

Ansatz: Abstandsfunktion $d(x) = \sqrt{x^2 + f^2(x)}$

Besser ist jedoch, das Abstandsquadrat zu verwenden $d^2(x) = x^2 + f^2(x)$, denn Extrema der Funktion d sind zugleich auch Extrema der Funktion d^2 .

Syntax: solve(nDerive($x^2 + f^2(x)$), x, x), x, Startwert)

Beispiel 19: $f(x) = 2/x - \sin(x)$ und $x > 0$

sol ve(nDeri ve($X^2 + Y^2$), X, X), X, Ä/2) $\rightarrow x_E = 1,2137$

$d(x_E) = 1,4066$

```
,X,X),X,Ans
-1.676178675
solve(nDeriv(Y1^2
+X^2,X,X),X,pi/2
1.213710288
√(Y1(Ans)^2+Ans^2
1.406591765
```

Abbildung 15

```
WINDOW
Xmin=
Xmax=6.2831853...
Xscl=1.5707963...
Ymin=0
Ymax=4
Yscl=1
Xres=1
```

Abbildung 16

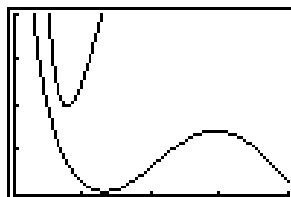


Abbildung 17: $f(x)$ mit $d^2(x)$

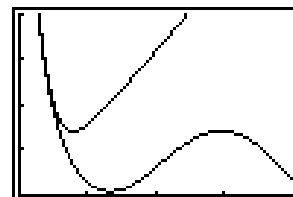


Abbildung 18: $f(x)$ mit $d(x)$

Für $x \in \mathbb{R}$ gibt es aufgrund der Symmetrie zwei Lösungen.

```
WINDOW
Xmin=-6.283185...
Xmax=6.2831853...
Xscl=1.5707963...
Ymin=-2
Ymax=4
Yscl=1
Xres=1
```

Abbildung 19

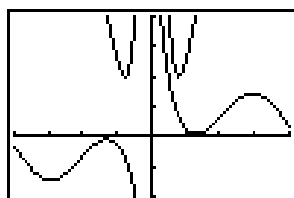


Abbildung 20


Geometrie








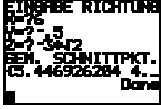
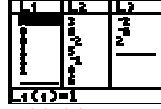

Dieser Teil ist ein Auszug der Beschreibung zur Verwendung des Programms [prgmGEOMETRI](http://www.sn.schule.de/~matheabi). Ausführlicheres finden Sie unter <http://www.sn.schule.de/~matheabi>.

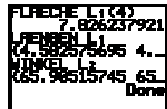

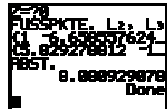

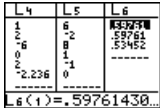
Beispiele zur Verwendung des Programms

Ich habe versucht, das Programm so übersichtlich wie möglich zu programmieren. Sollten Verbesserungen notwendig werden, schicken Sie mir bitte eine kurze [Mail](mailto:).

Weitere Beispiele sind auch in den jeweiligen Lösungen der Abituraufgaben zu finden (zum Beispiel in den Nachterminen [LK 2000](#) und [GK 2000](#), [GK 2001](#)).

<i>Erläuterungen zum Programm</i>	<i>Display</i>
1. Programmstart und Auswahl im Hauptmenü:	 <p>Abbildung 21</p>

Erläuterungen zum Programm	Display
<p>2. Beispiel 20:</p> <p>Bestimmung des Abstandes einer Geraden zu einer Ebenen</p> <p>a) Auswahl aus den Menüs (Abb. 21, 22, 23). b) Eingabe der Geraden in Punkt-Richtung-Form (Abb. 24, 25). c) Eingabe der Ebene in Punkt-Richtung-Form (Abb. 26, 27 und 28). Dabei ist auch die Eingabe von weiteren Rechnungen möglich. d) Ausgabe der Ergebnisse (Abb. 29). Es wurde ein gemeinsamer Schnittpunkt S ermittelt. Dessen Koordinaten werden in einer Liste angezeigt. Leider kann nur die x-Komponente betrachtet werden, deshalb: e) Kontrolle und weitere Anzeige der Ergebnisse mittels Listen im Menü Stat Edit (Abb. 30, 31). Interpretation der Listen: L₁: eingegebene Gerade L₂: eingegebene Ebene L₃: – L₄: Ergebnis – Schnittpunkt S(5.4, 4.4, 4.4) L₆: enthält Normalenvektor L₆(1)..L₆(3) und Richtungsvektoren L₆(4)..L₆(9) der Ebene (siehe VEKTORPRODUKT)</p>	 <p>Abbildung 22</p>  <p>Abbildung 23</p>  <p>Abbildung 24</p>  <p>Abbildung 25</p>  <p>Abbildung 26</p>  <p>Abbildung 27</p>  <p>Abbildung 28</p>  <p>Abbildung 29</p>  <p>Abbildung 30</p>  <p>Abbildung 31</p>
<p>3. Allgemeine Anmerkung:</p> <p>a) In Listen werden Punkte, Richtungen, Geraden, Ebenen usw. erfasst. Zur Ergebniserfassung ist es immer möglich, sich diese anzeigen zu lassen. Außerdem können sie zur weiteren Rechnung verwendet werden. Eine Schwierigkeit besteht in der Interpretation der Listen. Natürlich kann anhand der Länge der Listen auf die Art des Inhaltes (Pkt. oder Richtung, Ebene usw.) geschlossen werden. Geraden und Ebenen werden immer in der Punkt-Richtung-Form abgelegt. Was aber konkret vorliegt ist in jedem Unterprogramm unterschiedlich. Hier kann nur unter Verwendung der eingegebenen Größen geschlossen werden. Einige Regeln habe ich trotzdem versucht einzuhalten: Ergebnisse befinden sich in Listen mit kleinen Nummern. In Liste 6 sind keine Ergebnisse abgespeichert. Liste 6 dient zur Speicherung von Zwischenergebnissen und wird zumeist (nach der Eingabe) vom Programm geändert.</p> <p>b) Die Berechnung des Durchstoßpunktes einer Geraden durch eine beliebige Ebene ist ein Sonderfall, des Abstandsproblems Gerade – Ebene. Durchstoßpunkte werden also dort mit ermittelt.</p> <p>c) Genau so verhält es sich mit der Bestimmung der Schnittpunkte zweier Geraden. Sie sind ein Spezialfall bei der Berechnung des Abstandes der Geraden und werden dort mit angegeben.</p>	

Erläuterungen zum Programm	Display
<p>4. Beispiel 21:</p> <p>Berechnungen am Dreieck</p> <p>a) Auswahl aus dem Hauptmenü (Abb. 21)</p> <p>b) Eingabe der Koordinaten der Eckpunkte. Werden die Punkte in der Reihenfolge A, B, C eingegeben, so können die Längen und Winkel auch in dieser Reihenfolge interpretiert werden.</p> <p>c) Ausgabe der Ergebnisse (Abb. 32)</p> <p>d) Interpretation der Listen (Abb. 33)</p> <p>L₁: Längen der Seiten in der Reihenfolge a, b, c L₂: Innenwinkel in der Reihenfolge alpha, beta, gamma L₃: ??</p> <p>Anmerkung: Bei der Ausgabe der Ergebnisse (32) wird auf eine Ausnahme hingewiesen: in L₁(4) wird zusätzlich der Flächeninhalt des Dreiecks abgespeichert.</p>	 <p>Abbildung 32</p>  <p>Abbildung 33</p>
<p>5. Beispiel 22:</p> <p>Bestimmung des Abstandes zweier Geraden</p> <p>a) Auswahl in den Menüs und Eingabe der Geraden</p> <p>b) Ausgabe des Ergebnisses (Abb. 34) – der Abstand beträgt: 8.08</p> <p>c) Interpretation der Listen (Abb. 35, 36)</p> <p>L₁: – L₂: Fußpunkt der ersten Gerade L₃: Fußpunkt der zweiten Gerade L₄: erste Gerade L₅: zweite Gerade L₆: –</p> <p>d) weitere Rechnung zum Beispiel: bei Eingabe von $\text{sum}((L, -Lf) \circ)$ ergibt sich das Abstandskadrat 65.3 oder bei Eingabe von $L, -Lf$ ergibt sich der Vektor $\{-4.829, -4.829, -4.319\}$ als Richtungsvektor von einem Lotfußpunkt zum anderen.</p>	 <p>Abbildung 34</p>  <p>Abbildung 35</p>  <p>Abbildung 36</p>

Ausführliche Beschreibung der Arbeit mit dem Unterprogramm Dreieck

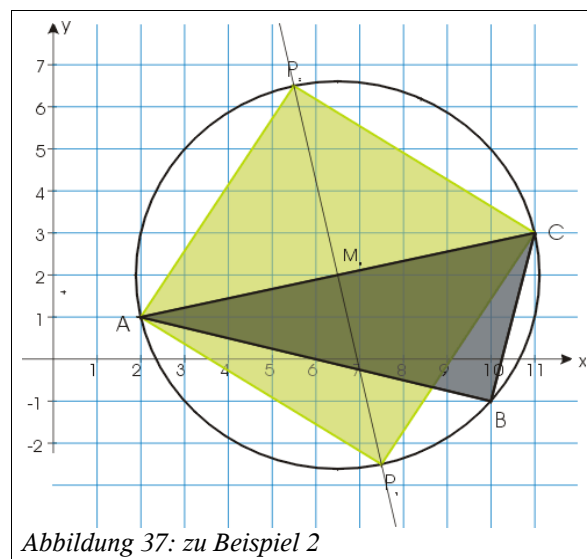
Das Programm DREIECK ist seit Mai 2001 verfügbar. Vorgängerversionen von GEOMETRI enthalten noch einige Fehler und sollten nicht weiter verwendet werden.

Beispiel 23: A(1 | 0 | 0), B(0 | 1 | 0) und C(-1 | 0 | 0)

Beispiel 24: A(2 | 1 | 0), B(10 | -1 | 0) und C(11 | 3 | 0)

[Schriftliche Abiturprüfung 2001 – Grundkurs](#)

Beispiel 25: ((wird noch gesucht))



Erläuterungen

- Starten des Programms (Abbildung 38)
- Ausführen des Programmteils Dreieck (Abbildung 39)
- Eingabe der Punkte A, B und C (Abbildung 40, 41)
- Nach kurzer Berechnung aller relevanter Daten:
- Auswahl der interessierenden Angaben
 - Beispiel 26: Seitenlänge
In der Ausgabe wird angezeigt, in welcher Liste die Angaben gespeichert wurden. Zumeist sind das die Listen 6 und 5. In Liste 1 stehen, wie in beschrieben, alle Ergebnisse. Sollten die Listen im Display nicht ganz zu lesen sein, können die Listen im Stat – Edit – Menü konsultiert werden. Dazu weiter unten mehr.
 - Beispiel 27: Winkel in Arbeit
 - Beispiel 28: Umkreis
Wie in Abbildung 46 und anderen zu sehen ist, wird immer auch das Quadrat der Längen angegeben. Damit können gegebenenfalls die exakteren Werte verwendet werden.
Das Programm GEOMETRI.82G sollte so sicher sein, dass Fälle in denen keine Lösungen möglich sind, automatisch erkennt und anzeigt. In diesen Fällen sollte der Benutzer nochmals die eingegebenen Werte überprüfen bzw. über den Sinn der Berechnung nachdenken.
- Übersicht über das vollständige Menü
Anmerkungen:
 - Inkreis im Moment noch unfertig (liefert falsche Ergebnisse)
 - Ebenengleichung noch unfertig (liefert keine Ergebnisse)

Ansicht GTR



Abbildung 38

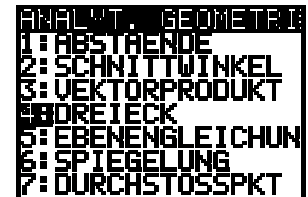


Abbildung 39

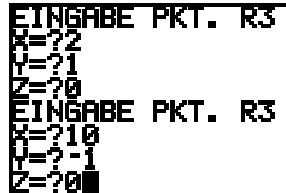


Abbildung 40

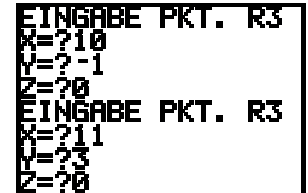


Abbildung 41

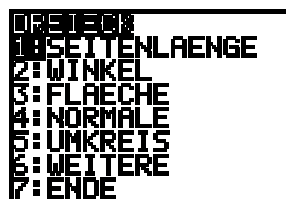


Abbildung 42

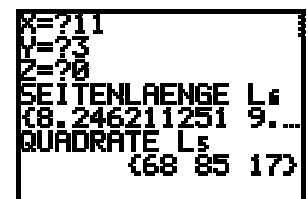


Abbildung 44

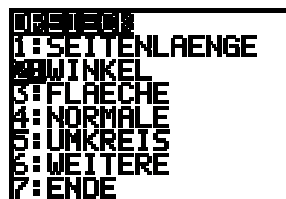


Abbildung 43

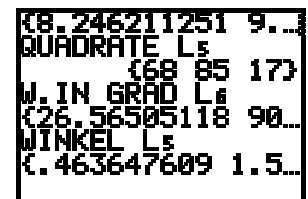


Abbildung 45



Abbildung 46

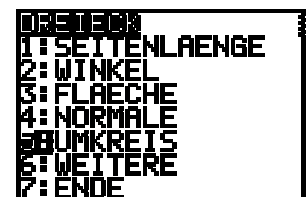


Abbildung 48

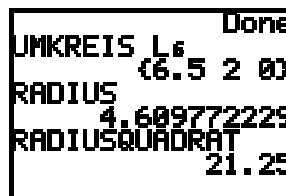


Abbildung 47

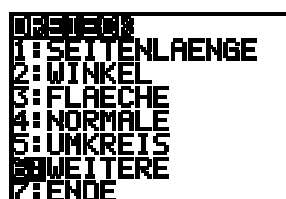


Abbildung 49

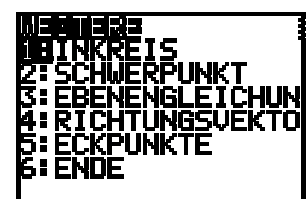


Abbildung 50

Erläuterungen

- Das Beenden der Anzeige der Ergebnisse ist auf zweierlei Weise möglich. Sie kehren in 's Display zurück. Danach können die gespeicherten Listen kontrolliert werden. Da sind die vollständigen Werte zu sehen.
- Die folgenden Listen gehören zur Berechnung der Seitenlängen. Um die Listen zu sehen, wählen Sie [STAT] + Edit. Wie auch in Abbildung 53 zu erkennen ist, enthält L₆ die Seitenlängen und L₅ deren Quadrate.
- Sollte die Liste L₁ nicht beschädigt sein, ist es möglich, die Anzeige der Ergebnisse fortzusetzen ohne die Eckpunkte nochmals einzugeben. Starten Sie dazu einfach das Programm prgmZOUTDREI.

Ansicht GTR

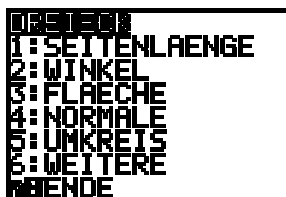


Abbildung 51



Abbildung 52

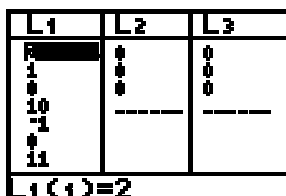


Abbildung 53

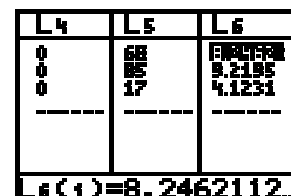


Abbildung 54

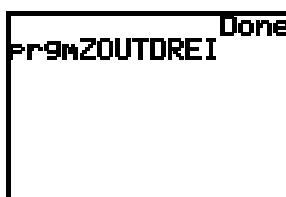


Abbildung 55

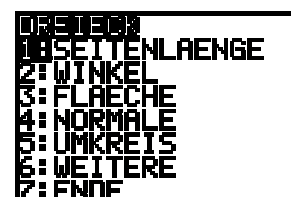


Abbildung 56

Programme

- [PrgmLINEARGS](http://www.sn.schule.de/~matheabi) (auf www.sn.schule.de/~matheabi nachzulesen)
- [prgmGEOMETRI](http://www.sn.schule.de/~matheabi) (auf www.sn.schule.de/~matheabi nachzulesen)

Stochastik

In Arbeit ;-)

Programm

- [PrgmWAHRSCHE](http://www.sn.schule.de/~matheabi) (auf www.sn.schule.de/~matheabi nachzulesen)