

## **Anleitung für das Casio FX 2.0-Programm „TrasseV“**

Bei dem Programm handelt es sich um die Berechnung von Koordinaten aus gegebenem Stationierungswert und zugehörigem seitlichen Abstand, ausgehend von einer vordefinierten horizontalen Achse. Optional werden auch Höhenwerte ermittelt, wenn zusätzlich auch eine vordefinierte Gradienten gegeben ist.

### **1. Mögliche Trassenelemente und deren Kombinationsmöglichkeiten**

Die horizontale Achse kann aus folgenden Elementen bestehen:

- Geraden
- Kreisbögen
- Klothoiden

Die Gradienten kann aus folgenden Elementen bestehen:

- Geraden
- Kreisbögen

Sowohl bei horizontaler Achse als auch bei der Gradienten gilt dabei das Prinzip, daß die einzelnen Elemente tangential aneinander anschließen sollten, um optimale Ergebnisse zu garantieren. Bei Einbeziehung von Klothoiden ist dies sogar dringend erforderlich, da Berechnungen auf Klothoidenteilstücken aus programmtechnischen Gründen einen tangentialen Anschluss an die Nachbarelemente nötig machen.

Das Programm bietet unendliche Möglichkeiten von Kombinationen der Elemente „Gerade“ und „Kreisbogen“ - sowohl bei der horizontalen Achse, als auch bei der Gradienten. Folgende Möglichkeiten bieten sich also:

- beliebig viele Geraden nacheinander (wobei dies bei tangentialen Anschluss natürlich wenig Sinn macht!)
- beliebig viele Kreisbögen nacheinander
- beliebige Kombinationen von Geraden und Kreisbögen

Bei der Verwendung von Klothoiden (nur bei der horizontalen Achse möglich) ist die Nutzung dagegen eingeschränkt. Grundsätzlich gilt: Eine einzelne Klothoide kann nicht von 2 gleichartigen anderen Elementen „umzingelt“ sein, 2 aufeinanderfolgende Klothoiden müssen dagegen von 2 gleichartigen anderen Elementen „umzingelt“ werden. **Nicht** möglich sind also folgende Kombinationen:

- Gerade-Klothoide-Gerade
- Kreisbogen-Klothoide-Kreisbogen
- Gerade-Klothoide-Klothoide-Kreisbogen
- Kreisbogen-Klothoide-Klothoide-Gerade

Es soll hier nicht bestritten werden, daß oben genannte Kombinationen theoretisch möglich wären. In diesem Programm jedoch hat eine Klothoide immer ein „Radiusende“ und ein „Geradenende“. 2 Kreisbögen an einer Klothoiden z.B. (womit die Klothoide eine Eilinie wäre) sind hier also aus programmtechnischen Gründen **nicht** möglich! Folgen 2 Klothoiden aufeinander, stoßen diese an ihren „Radiusenden“ oder an ihren „Geradenenden“ zusammen, womit an ihren Außenenden zwingend gleichartige Elemente der anderen Sorte erforderlich sind. Mögliche und teils zwingende Kombinationen sind also folgende:

- Gerade-Klothoide-Kreisbogen
- Kreisbogen-Klothoide-Gerade
- Gerade-Klothoide-Klothoide-Gerade
- Kreisbogen-Klothoide-Klothoide-Kreisbogen

Auch möglich:

- Klothoide-Gerade-Klothoide
- Klothoide-Kreisbogen-Klothoide

Bei ersterem dürfen unmittelbar davor und danach allerdings keine Geraden folgen, bei letzterem keine Kreisbögen.

Aus programmtechnischen Gründen ebenfalls **nicht** möglich sind die folgenden beiden Situationen:

- 2 aufeinanderfolgende Klothoiden direkt zu Beginn oder direkt am Ende der Achse
- 3 oder mehr Klothoiden am Stück

Lässt sich eine vorgegebene Achse nicht mit den Bedingungen dieses Programms vereinbaren, empfiehlt es sich, sehr kurze Geraden oder „großradige“ Kreisbögen in die Achse zu integrieren, welche an der Achse an sich nur minimalste Auswirkungen hervorrufen, diese aber konform zu diesem Programm macht. Es gilt dabei aber zu beachten, daß die vom Nutzer „eingebauten“ Extrainhalte die richtigen Richtungen einnehmen, da das Programm nicht zuletzt auf die aus Geraden und Kreisbögen gewonnenen Richtungsangaben aufbaut. Außerdem kann auf diesem Wege auch keine Eilinie programmkonform gemacht werden, da sich dadurch programmintern eine vollkommen andere Klothoide ergeben würde als in der Achse angegeben.

Zu guter letzt sei noch erwähnt, daß eine Achse auch aus sehr wenigen Elementen bestehen kann. Das fängt bei einem an (nur eine Gerade, nur ein Kreisbogen, nur eine Klothoide - wobei bei dieser dann das „Geradenende“ mit dem Trassenanfang zusammenfallen und zusätzlich auch die Tangentenrichtung am Trassenanfang angegeben werden muss) und funktioniert auch mit zweien - dies ausnahmsweise sogar in allen erdenklichen Kombinationen (außer dem schon erwähnten Klothoidenpaar).

Und natürlich ist der Anzahl an Elementen nach oben hin nur durch die Rechenkraft des Casios eine Grenze gesetzt (laut Casio-Anleitung wären dies 254 Elemente) - solange die in diesem Kapitel aufgeführten unmöglichen Elementkombinationen im gesamten Trassenverlauf umgangen werden.

## **2. Nötige Parameter und deren Eingabe in den Casio FX 2.0**

Folgende Parameter - also Ausgangswerte - der horizontalen Achse werden benötigt:

- Radien bzw. Klothoidenparameter der einzelnen Trassenelemente
- Startkoordinaten der einzelnen Trassenelemente
- Endkoordinaten der Trasse (also die Endkoordinaten des letzten Trassenelements)

Bei der Gradienten sind ähnliche Werte erforderlich:

- Radien der einzelnen Trassenelemente
- Stationierungswerte am Start der einzelnen Trassenelemente
- Endstationierung der Trasse (also die Endstationierung des letzten Trassenelements)

Dabei gilt: Geraden werden grundsätzlich durch den Radius mit dem Wert 0 gekennzeichnet (auch wenn der eigentliche Radius ja eher am anderen Ende des Spektrums - nämlich bei unendlich - liegt). Radien und Klothoidenparameter werden mit ihren entsprechenden Werten eingetragen, wobei ein Minuszeichen vor den Wert zu setzen ist, wenn es sich um eine Linkskurve (in Stationierungsrichtung gesehen) handelt (bei einer Rechtskurve in Stationierungsrichtung wird der Wert entsprechend ohne gesondertes Vorzeichen eingegeben).

Bei der Gradienten gilt eben geschriebenes entsprechend. Auch dort werden Geraden durch den Wert 0 markiert, Radien werden je nach Krümmung ohne Vorzeichen oder mit einem Minuszeichen vorneweg eingegeben. Dabei gilt in diesem Programm entgegen der üblichen Konvention, daß ein Radius einer Kuppe ohne Vorzeichen einzugeben ist, ein Radius einer Senke dagegen mit dem Minuszeichen. Dies wurde so gewählt, da bei einer Draufsicht auf einen Höhenplan eine Kuppe eine gedankliche Rechtskurve - ausgehend von dem (zumeist) links liegenden Stationierungsbeginn - macht, eine Senke dagegen eine gedankliche Linkskurve (entsprechend zur Draufsicht auf einen Lageplan).

Für die Eingabe der Werte in den Casio ist **vor Beginn** dieses Programms das Menü 2 (STAT) aufzurufen. Die dort zur vorherigen Eingabe wichtigen Listen sind List 1 bis 7. In einzelnen werden folgende Werte in folgende Listen eingetragen:

- Radien der horizontalen Kreisbögen (inklusive Geraden) in List 1
- Parameter der (horizontalen) Klothoiden in List 2
- y-Koordinaten der Beginne aller Trassenelemente (und des Trassenendes) in List 3
- x-Koordinaten der Beginne aller Trassenelemente (und des Trassenendes) in List 4
- Radien der Gradientenkreisbögen (Kuppen und Senken inklusive Geraden) in List 5
- Stationierungswerte am Beginn der einzelnen Gradientenelemente (und am Gradientenende) in List 6
- Höhenwerte am Beginn aller Gradientenelemente (und am Gradientenende) in List 7

Bei der Eingabe einer Geraden muss in List 1 (horizontale Achse) bzw. List 5 (Gradienten) eine 0 eingetragen werden. Bei der horizontalen Achse muss bei Eingabe von Geraden oder Kreisbögen zudem unbedingt in List 2 eine 0 eingetragen werden.

Wird ein Klothoidenelement eingetragen, muss List 1 mit einer 0 versehen werden. Folgenden Eintragungsmuster in List 1 und 2 weisen also auf folgende Elemente hin:

- 0 und 0 → Gerade
- 0 und andere Zahl als 0 → Klothoide
- andere Zahl als 0 und 0 → Kreisbogen

Die Eingabe zweier von 0 verschiedener Zahlenwerte in List 1 und 2 in einer Zeile ist dagegen **nicht** möglich! Näheres zur Eingabe siehe dem gleich folgendem Beispiel!

Wie ganz zu Beginn dieser Anleitung angedeutet wurde, ist die Eingabe einer Gradienten optional. Sind keine Gradientendaten vorhanden, kann trotzdem eine horizontale Achse berechnet werden. Die Eingabe der Daten in List 5 bis 7 entfällt dann natürlich - allerdings bis auf eine Ausnahme: Im Falle **fehlender Gradientendaten** ist es **unbedingt erforderlich**, daß **in der ersten Zeile in List 5** der Zahlenwert **-9999** eingetragen wird! Aus programmtechnischen Gründen würde ein komplettes Leerlassen der Listen 5 bis 7 zu einer Fehlermeldung führen, da das Programm eine Eingabe erwartet. Durch den Wert -9999 in der ersten Zeile von List 5 wird dieser Erwartung genüge getan und zugleich dem Programm übermittelt, daß keine Gradientendaten verarbeitet werden müssen.

Ein Beispiel:

	List 1	List 2	List 3	List 4	List 5	List 6	List 7
1	0	0	769.473	532.972	-160	0	31.826
2	0	48	775.003	537.86	0	12	32.576
3	59.55	0	806.444	560.095	-400	26.52	34.028
4	0	0	825.822	564.652	0	38.52	35.408
5	-26.6	0	844.185	565.812	150	42.838	35.969
6	0	-30.321	860.733	572.983	0	57.162	37.148
7	0	0	873.381	604.455	650	72.038	37.661
8			875.584	617.571	0	87.962	38.015
9					-500	92.5	38.06
10					0	107.5	38.435
11						150.733	40.166

Oben die Eingabe einer Trasse in das Casio-Menü 2 (STAT) mit horizontalen Daten und Gradientenwerten, unten die gleiche Trasse ohne Gradientendaten.

	List 1	List 2	List 3	List 4	List 5	List 6	List 7
1	0	0	769.473	532.972	-9999		
2	0	48	775.003	537.86			
3	59.55	0	806.444	560.095			
4	0	0	825.822	564.652			
5	-26.6	0	844.185	565.812			
6	0	-30.321	860.733	572.983			
7	0	0	873.381	604.455			
8			875.584	617.571			

[Das angeführte Beispiel ist im Downloadpaket enthalten (Trasse.zip: GEOgraf-Projekt der horizontalen Trasse - und Trasse.dwg: AutoCAD-Projekt der Gradientendaten), womit die aufgeführten Trassenparameter und nachfolgende Berechnungen nachvollzogen werden können.]

In obigem Beispiel handelt es sich also um folgende Elementfolge bei der horizontalen Achse:

- Gerade-Klothoide (rechtsgekrümmt)-Kreisbogen (rechtsgekrümmt)-Gerade-Kreisbogen (linksgekrümmt)-Klothoide (linksgekrümmt)-Gerade

Die Elementfolge der Gradienten sieht dementsprechend wie folgt aus:

- Senke-Gerade-Senke-Gerade-Kuppe-Gerade-Kuppe-Gerade-Senke-Gerade

Unbedingt zu beachten:

- List 1 und 2 müssen die gleiche mit Werten gefüllte Zeilenanzahl haben
- List 3 und 4 müssen die gleiche mit Werten gefüllte Zeilenanzahl haben und dabei um jeweils genau eine Zeile länger sein als List 1 und 2
- List 6 und 7 müssen die gleiche mit Werten gefüllte Zeilenanzahl haben und dabei um jeweils genau eine Zeile länger sein als List 5 (nur bei vorhandenen Gradientendaten)
- die Zeilendimensionen der horizontalen Achse (List 1 bis 4) sind von den Zeilendimensionen der Gradienten (List 5 bis 7) unabhängig
- bei nicht vorhandenen Gradientendaten muss in Zeile 1 von List 5 der Wert -9999 stehen!

Wurde eine dieser Vorgaben nicht beachtet oder eine falsche Elementfolge eingegeben, gibt das Programm nach dessen Start eine Informationsmeldung aus und bricht ab - oder startet erst gar nicht und gibt eine der diversen casiointernen Fehlermeldungen aus. Wurden dagegen alle Vorgaben beachtet, startet das Programm die Trassenberechnung, welche im folgenden Kapitel genauer erklärt wird.

### **3. Eingaben im laufenden Programm und Ausgabe der Werte**

Je nach Anzahl der Trassenelemente kann der erste Berechnungsschritt einige Sekunden in Anspruch nehmen, ehe die erste für den weiteren Berechnungsverlauf relevante Abfrage an den Nutzer erscheint. Dies ist die Abfrage nach der „Anfangsstation der Trasse“. Dabei handelt es sich um eine einmalige, aber dennoch nicht ganz unwichtige Angabe, welche Einfluss auf alle folgenden Berechnungen hat.

Im Zweifelsfall beantwortet man diese Abfrage mit 0. Das bedeutet, daß die Trasse an ihrem Beginn mit der Station 0+000 startet. Weicht dies doch einmal von 0 ab, so ist hier die tatsächliche Startstation einzugeben. Startet die Trasse z.B. erst mit dem Wert 3+864, so ist statt 0 logischerweise 3864 einzutragen. Diese Abfrage ermöglicht es dem Nutzer also, auf einfachstem Weg auch eine um einen konstanten Wert verschobene Trassen (in diesem Beispiel also um den Wert 3864) zu berechnen.

Nach dieser letzten grundsätzlichen Abfrage zum Aufbau der Trasse folgt anschließend die erste individuelle Abfrage, nämlich die nach dem Stationswert des ersten gesuchten Punktes. Im mitgelieferten Beispiel ist dies die Station 0+001,994 - es ist also der Wert 1,994 einzutragen. Danach ist sofort der zugehörige Wert für den Abstand zur horizontalen Achse anzugeben, erkennbar an der Abfrage „Ordinate“. In diesem Fall beträgt der Abstand 5,088. Da der gesuchte Punkt links der Achse liegt, muss der Wert aber mit einem Minuszeichen eingegeben werden, also -5,088. Dies ist eine grundsätzliche Definition: Punkte, die in Stationierungsrichtung links der Achse liegen, werden mit dem Minuszeichen eingegeben, Punkte, die in Stationierungsrichtung rechts der Achse liegen, werden ohne gesondertes Vorzeichen eingegeben.

Wurden keine Gradientendaten eingegeben, ist an dieser Stelle auch schon Schluss mit den Eingaben - es folgen sofort der gesuchte Rechtswert  $y$  und der zugehörige Hochwert  $x$ . Bei Vorhandensein einer Gradienten dagegen werden weitere Eingaben nötig, um zur gewünschten Höhe zu gelangen. Ausgehend von der auf der Gradienten und der horizontalen Achse liegenden Höhe bei der gesuchten Station (hier also bei 1,994), welche das Programm nach Angabe eben dieser Station bereits selbstständig ermittelt hat, wird die Höhe für den Punkt mit dem zuvor eingegebenen Abstand (hier: (-)5,088) berechnet. Die dazu zusätzlich nötigen Angaben sind die Querneigung zwischen der Gradienten und dem gesuchten Punkt sowie der dort vorherrschende Höhenversatz.

Beide Begriffe finden vor allem im Straßenbau ihre Verwendung. Hat die abzusteckende Straße z.B. eine Neigung von 3 %, so ist bei der Abfrage nach der „Querneigung“ -3 einzugeben (wenn die Neigung in Richtung des Punktes fällt - steigt die Neigung zum gesuchten Punkt hin, ist (+)3 einzugeben). Der „Höhenversatz“ kommt zumeist dann zum tragen, wenn die eigentlich ermittelte Höhe am gesuchten Punkt noch um eine Konstante verändert werden soll, z.B. wenn statt der Höhe der Straßendecke die um 10 cm höher liegende Höhe der Bordsteinoberkante benötigt wird. In diesem Programm ist dieser Höhenversatz dabei in Zentimetern einzugeben (in besagtem Fall also (+)10). Liegen keine Neigung und/oder kein Höhenversatz vor, ist an den jeweiligen Stellen 0 einzutragen.

Nach Eingabe des Höhenversatzes folgt die Ausgabe des gesuchten Rechtswertes  $y$ , des zugehörigen Hochwertes  $x$  und der passenden Höhe  $h$  (bei der ersten Station bei -3 % Neigung und (+)10 cm Höhenversatz somit 31,835 m). Daran anschließend (bei fehlen einer Gradienten bereits nach der Angabe des Hochwertes  $x$ ) erfolgt die Abfrage, ob weitere Punkte dieser Trasse berechnet werden sollen. Bei Eingabe einer beliebigen Zahl außer 1 wird das Programm ordnungsgemäß beendet, bei Eingabe der 1 dagegen springt das Programm zu der Stelle, an dem die Station des gesuchten Punktes eingegeben werden muss - eben für den ersten Punkt beschriebene Abläufe wiederholen sich nun erneut für den zweiten Punkt. An deren Ende kommt dann erneut die Abfrage nach Beendigung oder Weiterrechnung - samt folgendem Programmende oder folgender Berechnung des nächsten Punktes.

Wurden alle gesuchten Punkte berechnet und das Programm beendet, können die zwischenzeitlich berechneten Werte sowie die dazu getätigten Eingaben im Menü 2 (STAT) angesehen werden. Folgendermaßen sieht dies aus:

	List 11	List 12	List 13	List 14	List 15	List 16	List 17	List 18
1	0	1.994	-5.088	-3	10	767.5974	538.1048	31.8353
2	0	19.057	5.978	-1.5	0	787.6524	540.9102	33.1920
3	0	36.5	-48.902	0	0	772.7992	597.6928	35.1500
4	0	42.93	-1.156	0	-5	803.0802	559.8427	35.9310
5	0	52.828	-3.661	-7.5	25	811.7753	565.8739	36.9124
6	0	63.242	7.555	0	0	823.8371	556.8979	37.3577
7	0	69.113	-6.232	4	0	828.4648	571.0634	37.8094
8	0	81.173	27.553	5.25	0	842.6308	538.1059	39.3584
9	0	97.983	0.984	0	-15	857.4179	569.1516	37.9948
10	0	110.67	5.098	0	0	869.9563	576.3382	38.5619
11	0	123.946	-11.399	0	3	859.7113	594.2294	39.1235
12	0	130.022	7.968	12	50	879.8962	595.6057	40.7929
13	0	148.892	9.024	-5	0	884.1784	614.2610	39.6411

In List 12 und 13 stehen nochmals die vom Nutzer eingegebenen Stationierungen und seitlichen Abstände (Ordinaten) aller berechneten Punkte. In List 14 stehen nochmals die jeweils eingegebenen Querneigungen, in List 15 die eingegebenen Höhenversätze (beides in diesem Beispiel wie zu sehen bei den einzelnen Punkten beliebig variiert). In List 16 und 17 folgen die vom Programm berechneten Lagekoordinaten y und x (hier auf 4 Nachkommastellen angegeben), in List 18 die berechneten Höhen (ebenfalls auf 4 Nachkommastellen gerundet).

Die Nullen in List 11 haben derweil keinerlei Bedeutung. Diese Spalte wurde lediglich eingefügt, um eine Art „Trenner“ zwischen List 1 bis 10 (Trassendefinitionsdaten) und den Eingaben zur Berechnung und deren Ergebnissen (List 12 bis 18) zu haben.

Die gleiche Berechnung ohne Gradientendaten und somit ohne Daten für Querneigungen, Höhenversätze und Höhenwerte sehe derweil folgendermaßen aus:

	List 11	List 12	List 13	List 14	List 15	List 16	List 17	List 18
1	0	1.994	-5.088	-9999	-9999	767.5974	538.1048	-9999
2	0	19.057	5.978	-9999	-9999	787.6524	540.9102	-9999
3	0	36.5	-48.902	-9999	-9999	772.7992	597.6928	-9999
4	0	42.93	-1.156	-9999	-9999	803.0802	559.8427	-9999
5	0	52.828	-3.661	-9999	-9999	811.7753	565.8739	-9999
6	0	63.242	7.555	-9999	-9999	823.8371	556.8979	-9999
7	0	69.113	-6.232	-9999	-9999	828.4648	571.0634	-9999
8	0	81.173	27.553	-9999	-9999	842.6308	538.1059	-9999
9	0	97.983	0.984	-9999	-9999	857.4179	569.1516	-9999
10	0	110.67	5.098	-9999	-9999	869.9563	576.3382	-9999
11	0	123.946	-11.399	-9999	-9999	859.7113	594.2294	-9999
12	0	130.022	7.968	-9999	-9999	879.8962	595.6057	-9999
13	0	148.892	9.024	-9999	-9999	884.1784	614.2610	-9999

Hier wurden die Spalten für Querneigungen, Höhenversätze und Höhenwerte jeweils mit der Zahl -9999 als „Lückenfüller“ versehen.

Was theoretisch auch möglich ist (aber in diesem Beispiel nicht dargestellt wurde), ist der Fall, daß nur teilweise Gradientendaten vorliegen (die Gradienten ist also kürzer als die horizontale Achse). Tritt dies ein, werden alle Punkte, die auch auf der Gradienten liegen, normal berechnet. Bei allen Punkten, die nicht mehr durch Gradientendaten erfasst werden, erscheint eine Warnmeldung, daß eben jene Gradientendaten nicht vorliegen und nur eine lagemäßige Berechnung erfolgt. In der Tabelle im Menü 2 (STAT) äußert sich dies durch einen „Mix“ aus vorhandenen Querneigungen, Höhenversätzen und Höhen sowie dem Zahlenwert -9999 an eben jenen Stellen, an denen keine Gradientendaten zur Berechnung vorhanden waren.

Ist der Trassenbeginn verschoben (wird bei der Abfrage nach der „Anfangsstation der Trasse“ also ein Wert ungleich 0 eingegeben), so muss beachtet werden, daß auch der Beginn des ersten Gradientenelements (der Wert in List 6 in der ersten Zeile) die selbe Größe aufweisen muss, wenn Gradientenbeginn und Beginn der horizontalen Achse übereinanderliegen sollen. Andernfalls interpretiert das Programm einen unterschiedlichen Beginn von horizontaler und vertikaler Achse (was ja auch durchaus gewollt sein kann - die Gradienten „startet“ dann entsprechend früher oder später als die horizontale Achse) und berechnet dementsprechende Daten.

Wurde - bei vorhandenen Gradientendaten - eine Ordinate von 0 m eingegeben, entfällt die dadurch unnötige Eingabe einer Querneigung. Dafür wird nach Beendigung aller Berechnungen die bereits eben erläuterte Zahl -9999 in List 14 eingetragen, der angegebene Höhenversatz sowie die berechnete Höhe werden dagegen mit ihren jeweiligen Werten in der gleichen Zeile (List 15 und 18) aufgeführt.

#### Weitere wichtige Informationen:

- die Stationierungseingabe kann durcheinander erfolgen - es muss also nicht der Reihe nach in Stationierungsrichtung vorgegangen werden
- liegen mehrere Punkte nebeneinander an einer Station, muss jeder Punkt durch gesonderte Eingabe (mit natürlich jedes Mal der selbe Stationierungsangabe) berechnet werden
- liegt eine Station nicht auf der horizontalen Achse (also vor dem selbst eingegebenen Startwert oder hinter dem vom Programm ermittelten Trassenendwert), unterbricht das Programm mit einer Informationsmeldung, da eine Extrapolation des Trassenverlaufs allenfalls erahnt werden könnte, nicht aber ermittelt (man weiß ja z.B. nicht, ob es mit einer angenommenen Gerade wirklich weitergehen würde) - springt dann aber zur Abfrage, ob weitere Stationen berechnet werden sollen, so daß das Programm nicht vollends abbricht
- „kompliziertere“ Querneigungsmodelle können nicht berücksichtigt werden, d.h.:
  - es kann nur eine Querneigung samt einem Höhenversatz eingetragen werden
  - ein „forthangeln“ nach der Art „erst 3 % runter auf 3 m, dann wieder 2 % rauf auf 4,50 m - das Ganze noch mit 3 Höhenversätzen dazwischen“ ist nicht möglich und muss durch eine manuelle Umrechnung in **eine** Neigung und eventuell **einen** Höhenversatz **vor Start** des Programms umgearbeitet werden
- vor jedem Aufruf des Programms wird im Menü 2 (STAT) List 8 bis 18 komplett gelöscht - die Trassendefinitionsdaten bleiben also erhalten, eventuell bereits zuvor getätigte Berechnungen und deren Ergebnisse sind nach einem neuen Aufruf aber nicht mehr vorhanden



- Genauigkeit der ermittelten Koordinaten: zumeist im unteren Millimeterbereich (meist höchstens 2 mm Unterschied zum Soll), bei sehr geringen Klothoidenwerten (kleiner Parameter A, kleiner Endradius R) kann die Genauigkeit auch in den Zentimeterbereich hinabrutschen

Zum Abschluss sei noch kurz auf die bis hierher noch gar nicht erwähnten Spalten im Menü 2 (STAT) eingegangen: List 8, 9 und 10! Die Werte dieser hier vorgenommenen Beispielrechnung folgen auf der nächsten Seite und bedeuten folgendes:

	List 8	List 9	List 10
1	0	0	0
2	53.91816	7.3806	7.3806
3	60.81349	38.6902	46.0708
4	85.29619	20.0005	66.0713
5	95.98378	18.3996	84.4709
6	73.96747	18.3996	102.8705
7	24.32695	34.5625	137.4330
8	10.59396	13.2997	150.7327

- in List 8 steht jeweils der Richtungswinkel zwischen dem Anfang und dem Ende des jeweiligen Trassenelementes (hier auf 5 Nachkommastellen gerundet)
  - Startkoordinaten in List 3/4 je eine Zeile höher, Endkoordinaten in List 3/4 der selben Zeile)
- in List 9 werden die vom Programm berechneten Längen der jeweiligen Trassenelemente aufgeführt
- in List 10 schließlich werden die einzelnen Elementlängen aufaddiert, so daß dort die Stationierungswerte der Elementwechsel bzw. das Ende der horizontalen Achse (letzter Wert in List 10) ablesbar sind (bei Trassenanfang von 0+000)
- die Nullen in der jeweils ersten Zeile dienen wie schon die zuvor erwähnten Nullen in List 11 als „Lückenfüller“ und haben keine weitere Bedeutung
- die Werte in List 8 bis 10 haben für den Nutzer nur untergeordneten Nutzen und werden hauptsächlich zur programminternen Berechnung benötigt

Für die „Profis“ sei noch kurz erwähnt, daß auch eine Gradientenberechnung ohne vorhandene horizontale Daten (auch das soll es ja geben) funktioniert: Einfach die Gradientendaten in die dafür vorgesehenen Spalten im Menü 2 (STAT) eingeben (List 5 bis 7), in List 1 und 2 jeweils eine Null eintragen, in List 3 eine Null und an zweiter Stelle den Endwert der Gradientenlänge und in List 4 zwei Nullen - fertig. Damit wird eine Gerade mit der Länge der Gradienten entlang der y-Achse simuliert, wobei die im Anschluss durch die Berechnung ermittelten Lagekoordinaten natürlich ignoriert werden können und nur die Höhen die gewünschten (richtigen) Werte darstellen.

Viel Spaß mit dem Programm wünscht **philipp** von den [Geodäten](http://www.diegeodaeten.de).

Bei Fragen oder Hinweisen (denn: perfekt ist niemand und vielleicht auch nicht dieses Programm) kann gerne im Forum gepostet werden:

<http://www.diegeodaeten.de/forum/board.php>