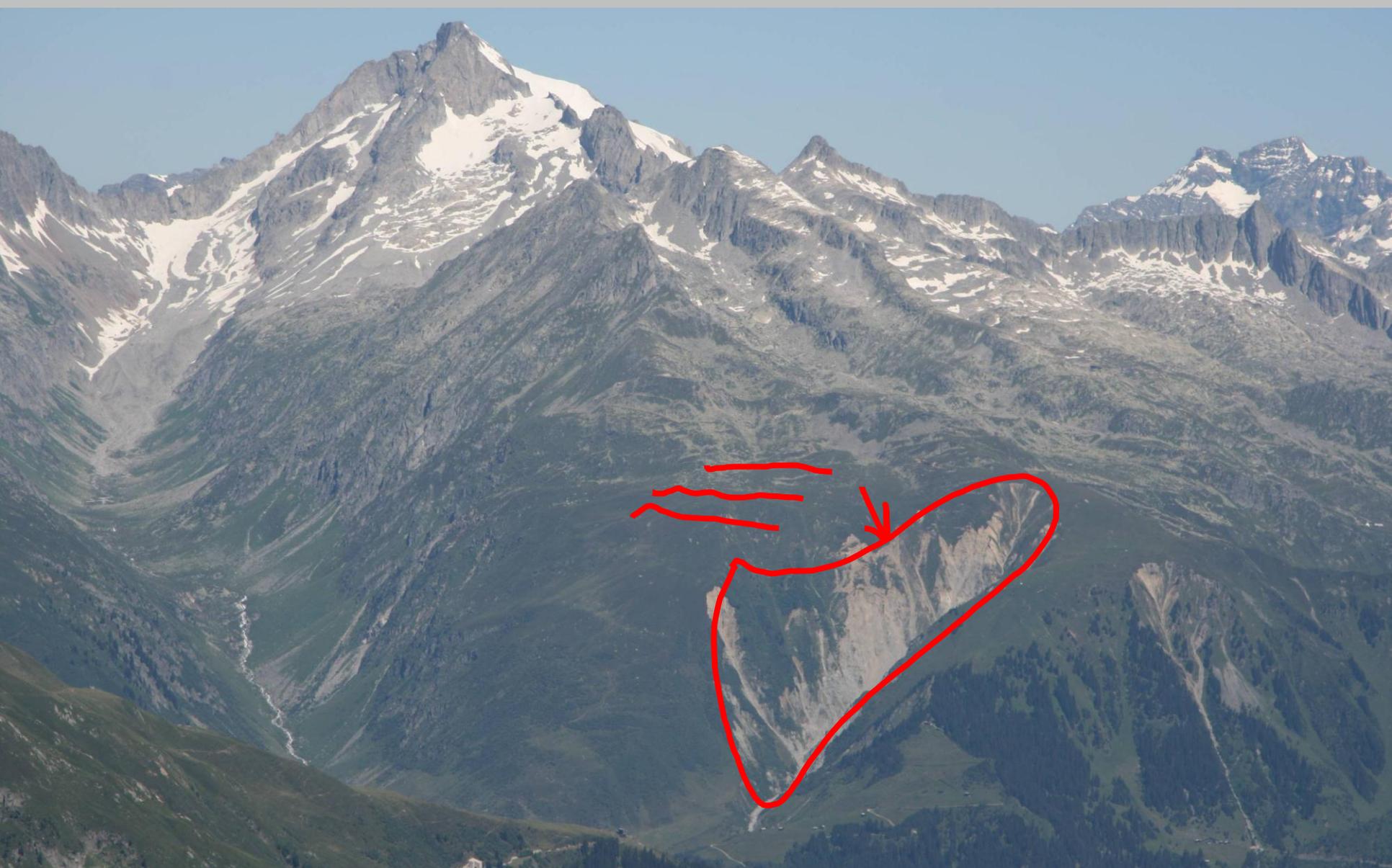


Geodätische Messtechnik II

Ausgangslage



Ausgangslage



Ausgangslage



Ausgangslage



Ausgangslage



Ausgangslage



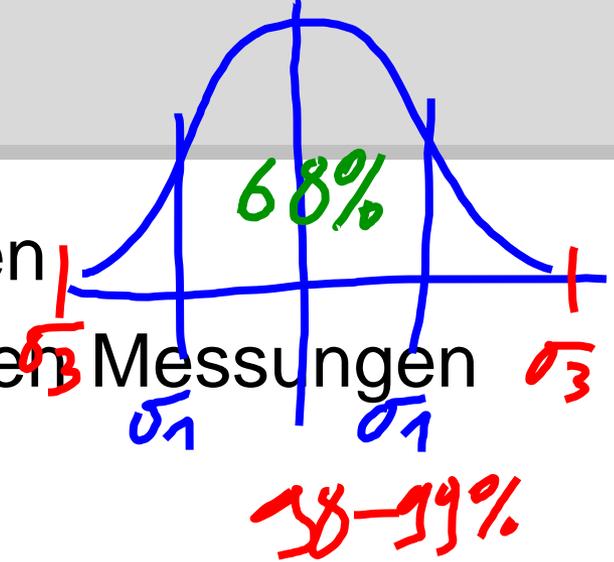
Bewegungen am Hang sollen festgestellt werden!

Grundsätzliche Fragen

- Wie stark bewegt sich der Hang?
(einige mm pro Jahr, oder gar mehrere m pro Tag)
- Wie oft sind Messungen nötig
- Bewegt sich der Hang gleichmässig?
- An wie vielen Stellen muss gemessen werden?
- Soll der Hang permanent überwacht werden?
- Oder reicht eine Messung pro Jahr?

Auftragsanalyse

- Gespräch mit örtlichem Geologen
- Vergleich mit bereits vorhandenen Messungen



- Schliesslich wird für die Vermessung folgende Aufgabenstellung definiert:

$$3\text{cm} / 3 = 1\text{cm}$$

Jährliche Verschiebungen im cm-Bereich sollen signifikant festgestellt werden.

Auftragsanalyse

- Jährliche Verschiebungen im cm-Bereich sollen signifikant festgestellt werden
- In der Vermessung herrscht üblicherweise Methodenfreiheit
- Dies bedeutet, dass nur das Ergebnis, bzw. dessen Genauigkeit vorgegeben ist.
- Wie dieses erreicht wird, ist die Sache des Geomatikers!

Mögliche Methoden

- Tachymetrisch

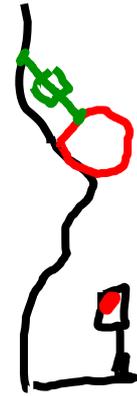
- GNSS

- Luftbilder/Photogrammetrie

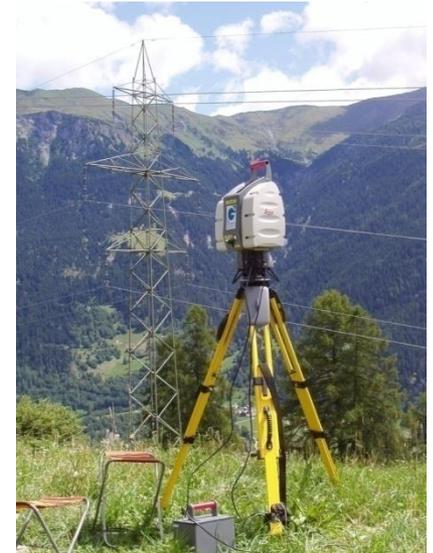
- Nivellement

- Laserscanning

/ - Radar



Mögliche Methoden



Nivellement



Nivellement

DV
±N: 1-3%/1km *DV*
PN: 05-1%/1km

- Genaueste Methode um Höhen zu übertragen!
- In steilem Gelände sind sehr viele Umstellungen nötig
- Varianzfortpflanzung
- Höhenanschluss notwendig!
- Falls nur im Tal ein Höhenanschluss besteht, ist nur ein freier Nivellementszug möglich
- Dieser ist allerdings nicht zuverlässig

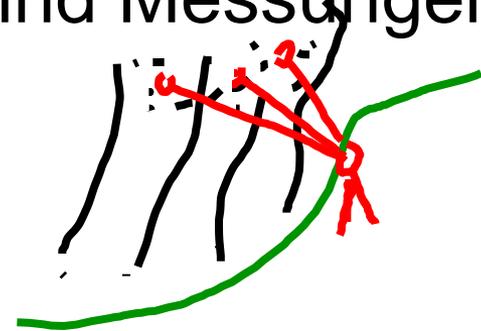
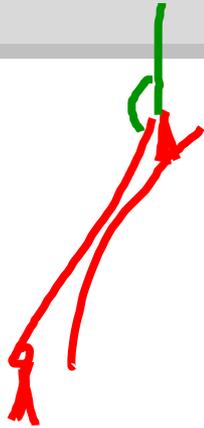
Fazit: *eher ungeeignet*

Tachymeter

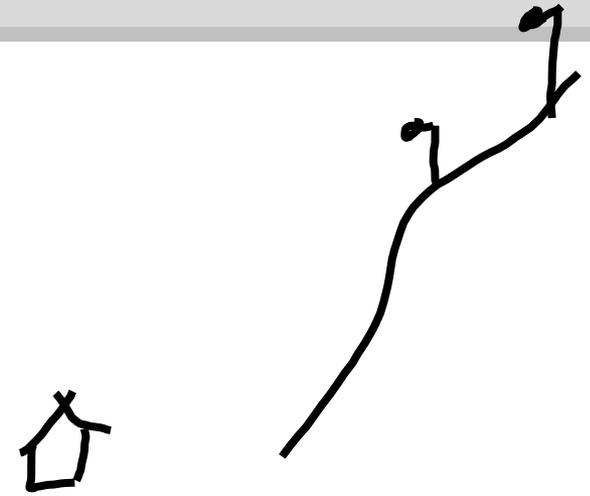
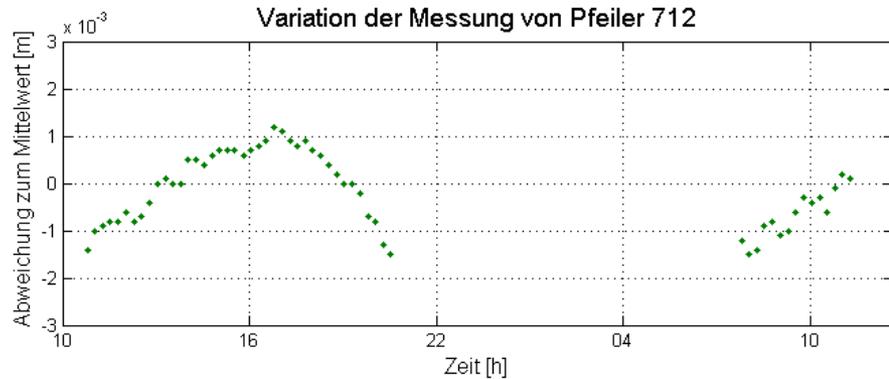
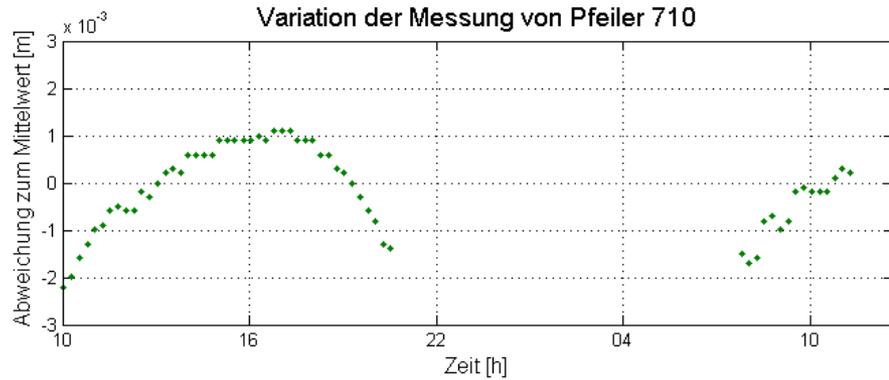
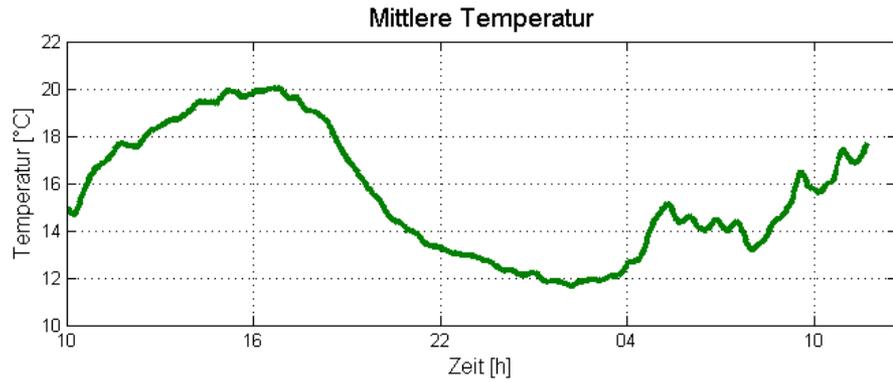


Tachymeter

- Anschlusspunkte und freie Visuren nötig
- Trigonometrische Höhenübertragung weitaus weniger aufwändig als Nivellement
- Refraktion kann zu Problemen führen
- Meteobedingungen müssen sauber erfasst werden
- Auch bei verdecktem Himmel sind Messungen möglich (enge Täler)
- Fazit: *möglich*



Temperatureinfluss auf EDM



GNSS



- Keine Anschlusspunkte nötig
- Gute Satellitensichtbarkeit nötig ✓
- Nur mit differentiell[✓]em GNSS können Punkte im cm Bereich gemessen werden
- Referenzdaten nötig
- Funkverbindung für RTK-Messungen
- Das Messnetz muss auch bei GNSS-Messungen gelagert werden ✓
- Fazit: *gut*

Laserscanner



- In diesem Fall käme höchstens ein ‚longrange‘ Scanner in Frage
 - Vernünftiger Standort mit Sicht auf den Hang nötig
 - Die Distanz zum Hang darf nicht zu gross sein
 - Der Hang muss nicht betreten werden
-
- Fazit

Photogrammetrie



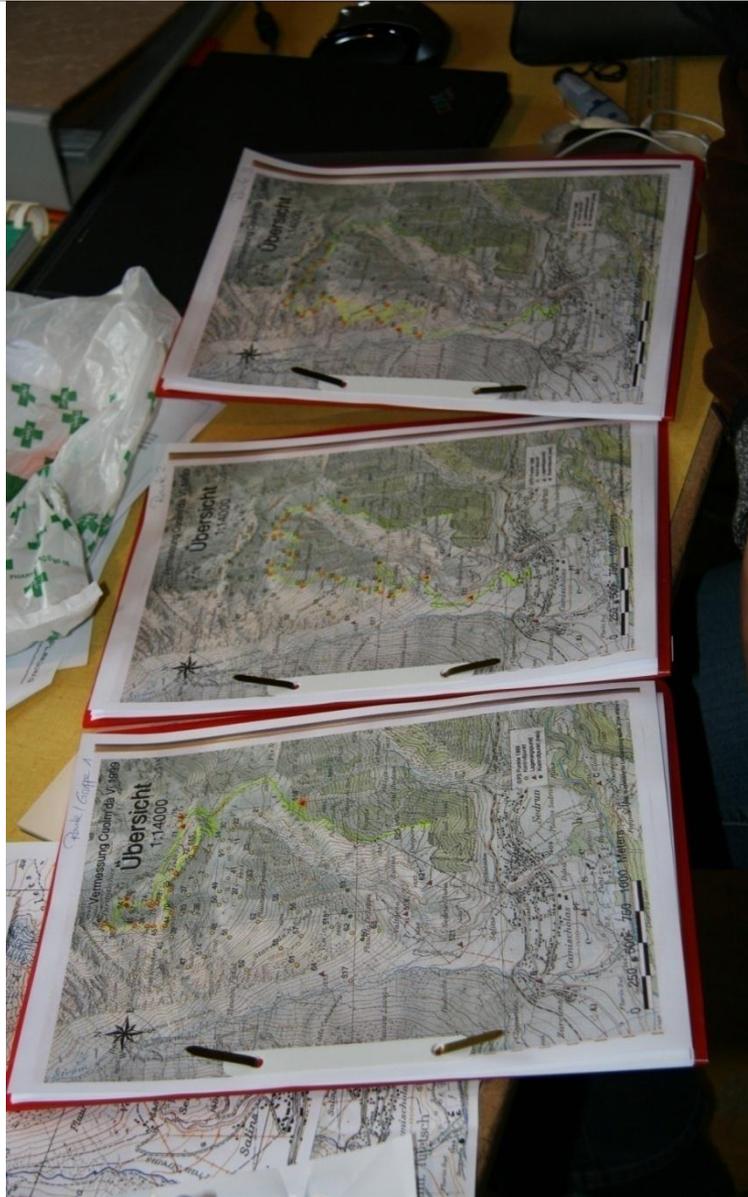
- Markierte Punkte im Gelände nötig
 - Signalisierte Referenzpunkte nötig
 - Messflug nötig
 - Nachträgliche Auswertung
-
- Fazit: *gut*

Im Folgenden wird auf diese Methode näher eingegangen:

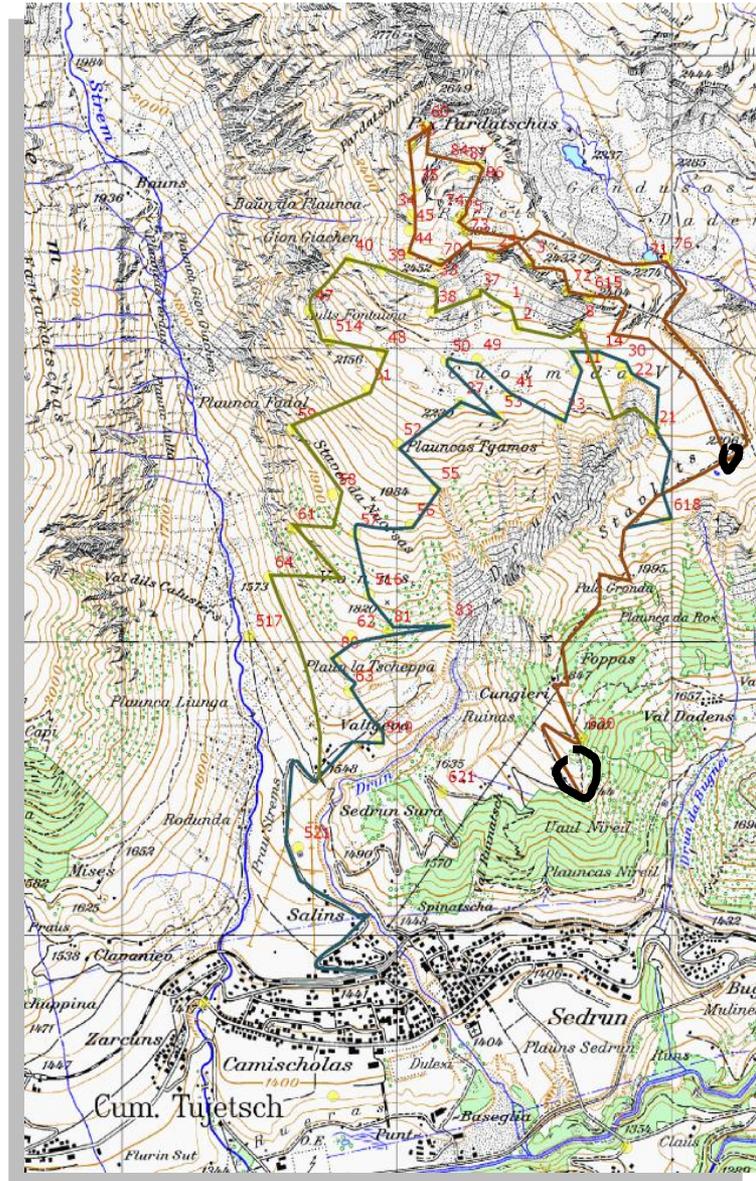
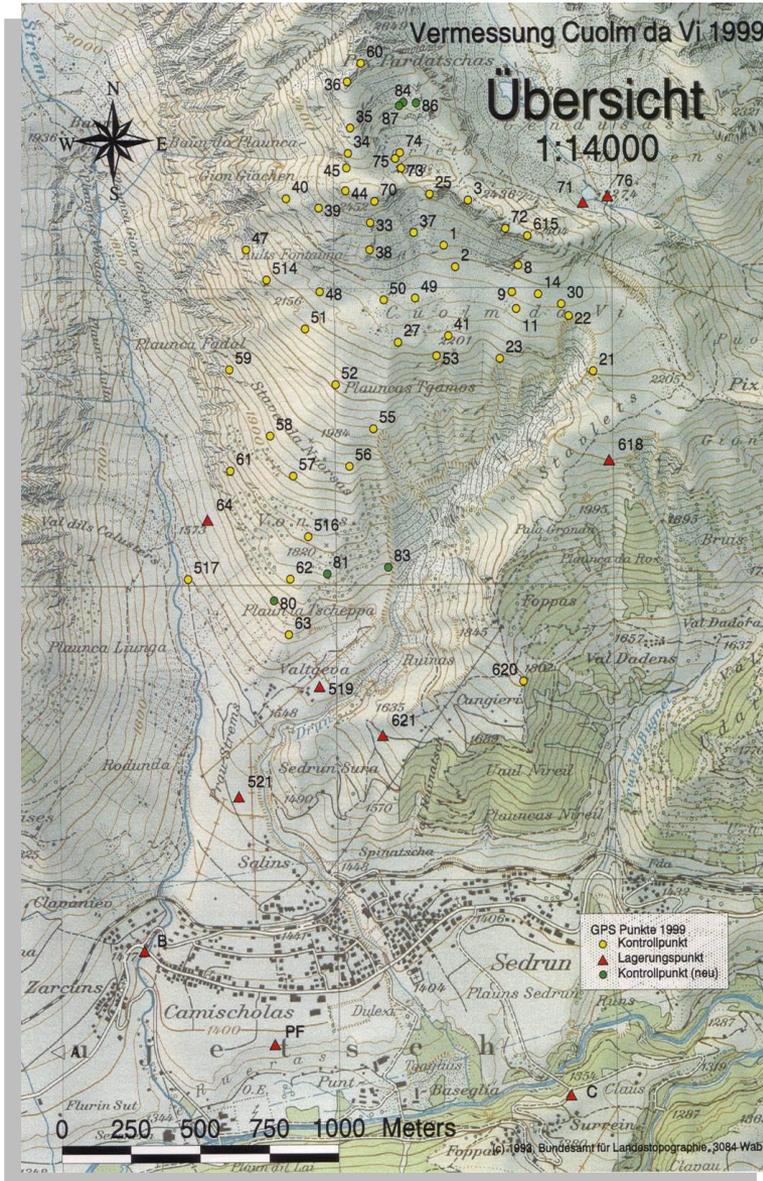
GNSS

- Lage des Messgebietes:
 - südhang, unbewaldet
 - zugänglich
- Zusätzliche Erfordernisse:
 - Referenz
 - GSM-Empfang
- Lagerung:
 - Lagerungspunkte (stabil)

Planung und Vorbereitung



Punktkarte und Messrouten



Messroutenplanung

Marschtabelle		Route: Cuolm da Vi - R3				Datum: 06.07.2007			
Erstellt von: Janine Peterhans									
Gewünschte Marschgeschwindigkeit (in km/h) :		5							
Geländepunkt Landeskarte(n) No:	Zwischenwerte von Geländepunkt zu Geländepunkt				Gesamtsummen vom Start zum betref- fenden Geländepunkt				Pausen
	Höhe u.M.	Horizontaldistanz in km	Höhendifferenz in Meter	Leistungs-kilometer	Marschzeit	Horizontaldistanz in km	Leistungs-kilometer	geplante Abmarschzeit	
Ort, Flurname oder Koordinaten	km	m	Lkm	h:mm	km	Lkm	h:mm		h:mm
Wegende Cungiari	1750				0		10:21		
Seilbahnstation Ausstieg	1845	0.2	95	1.2	0:13	0.2	1.2	10:34	
LP 618 / Weg	2100	0.9	255	3.5	0:41	1.1	4.6	11:15	11:15
KP 21	2200	0.4	100	1.4	0:16	1.5	6.0	11:36	0:05
KP 8	2330	0.2	130	1.5	0:18	1.7	7.5	11:59	12:15
KP 2 // Pause 30'	2300	0.3	-30	0.6	0:07	2.0	8.1	12:41	12:35
KP 1	2330	0.1	30	0.4	0:04	2.1	8.5	12:50	13:25
KP 37	2330	0.2	0	0.2	0:02	2.3	8.7	13:02	13:45
KP 38	2340	0.2	10	0.3	0:03	2.5	9.0	13:15	14:05
KP 33	2390	0.2	50	0.7	0:08	2.7	9.7	13:28	14:40
KP 39	2380	0.2	-10	0.3	0:03	2.9	10.0	13:36	15:00
KP 40	2350	0.1	-30	0.4	0:04	3.0	10.4	13:45	15:15
KP 47	2170	0.3	-180	2.1	0:25	3.3	12.5	14:20	15:50
KP 514 // Pause 10'	2180	0.2	10	0.3	0:03	3.5	12.8	14:38	16:20
KP 48	2220	0.2	40	0.6	0:07	3.7	13.4	14:50	16:30
KP 51	2170	0.1	-50	0.6	0:07	3.8	14.0	15:02	16:40
KP 58	1930	0.4	-240	2.8	0:33	4.2	16.8	15:40	17:45
KP 59	1930	0.3	0	0.3	0:03	4.5	17.1	15:53	17:20
KP 57	1910	0.4	-20	0.6	0:07	4.9	17.7	16:05	18:00
KP 61	1800	0.2	-110	1.3	0:15	5.1	19.0	16:30	18:40
LP 64	1650	0.7	-150	2.2	0:26	5.8	21.2	17:01	19:30
KP 517	1580	0.2	-70	0.9	0:10	6.0	22.1	17:16	0:05
Bahnhof Sedrun	1440	1.5	-140	2.9	0:34	7.5	25.0	17:50	
TOTAL Marschzeit ohne Pausen					04:49				
Höhenmeter:		720							
Höhenprofil:									

TOTAL Marschzeit ohne Pausen		04:49
Höhenmeter:		720

Rekognoszierung



Rekognoszierung



Punktversicherung



Punktversicherung

- Die Punkte müssen langfristig dauerhaft versichert werden
- Die Punkte sollten wo immer möglich auf öffentlichem Grund liegen (einfacher zugänglich)
- Die Punkte sollten für nachfolgende Vermessungen verwendbar sein
- Die Visuren zu benachbarten Punkten müssen frei sein
- Bei GPS Messungen muss ein freier Horizont gute Satellitenbeobachtungen gewährleisten
- Für jeden Punkt wird ein Protokoll erstellt.

Punktversicherung

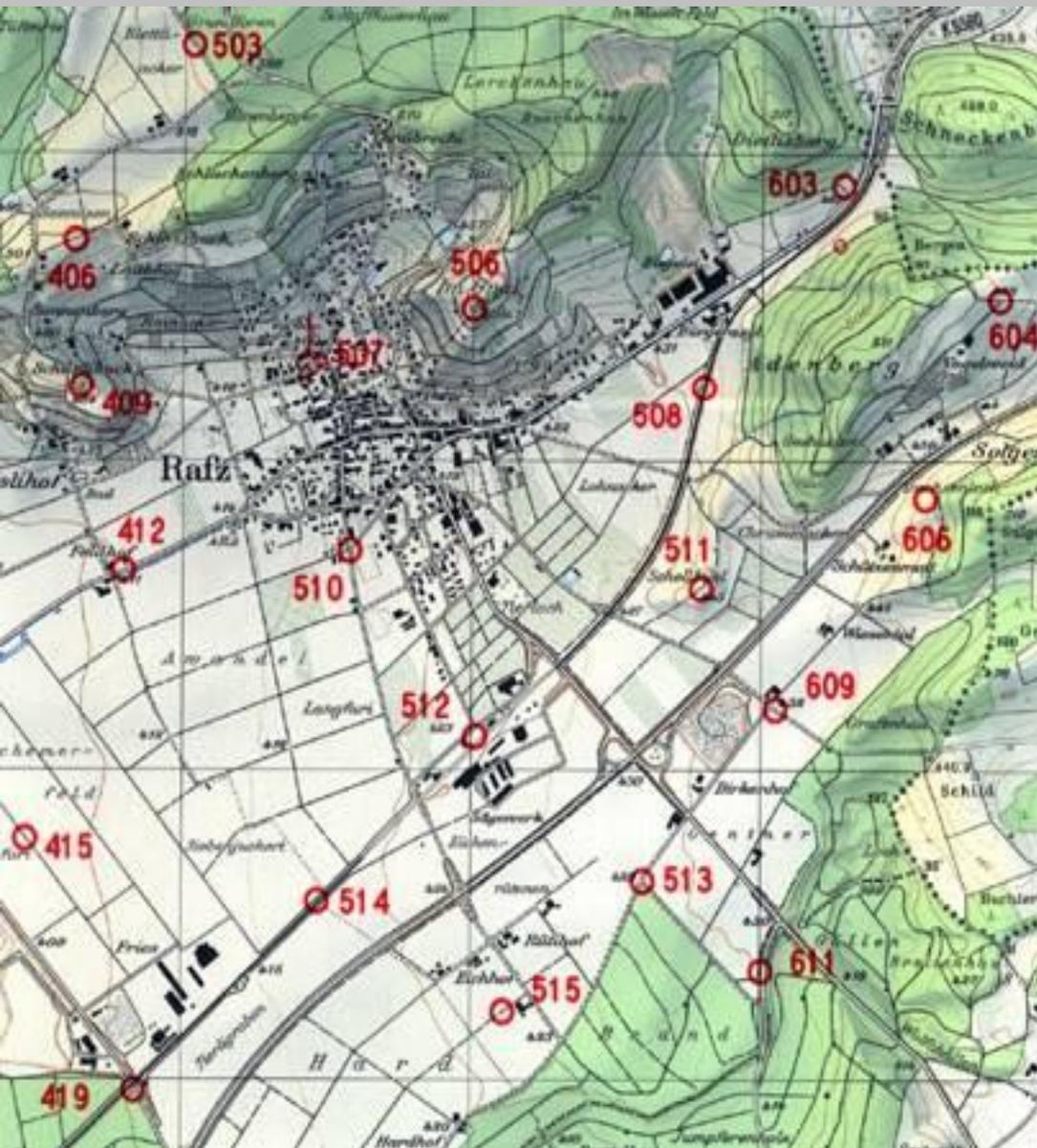


Beispiele eines Punkprotokolls

Y = 683 793.03 X = 273 586.08 H = 444.69 Granitstein 18/18/70 20 cm unter ZR-Sch ø 40 cm		LK 1051 511 0	
Eigent. Polit. Gemeinde Rafz		Steinsatz Dreieck nach NW (oben) Unterirdisch Bodenplatte aus Granit -0.867m	
		Nachführung 1966 VinO 1974 S 10.07.1986 Verl,Sch 05.1996 VinO,K,HinO 1998 S	
Kt Bezirk ZH Bülach	Gemeinde Rafz	Kreis 4847	Anm. im GB 1986
Erstellung 10. 8. 1919		Operat: 244 Sektion: 4	
		41	

HFP2 Y = 623 294.751 X = 208 577.109 H = 703.938 Prüz. Niv. Bolzen mit Stiffloch		LK 1148 BE_1431	
GPS Sichtbarkeit ungeeignet			
		Beschreibung / Einmessung Gebäude Nr. 4, Turm, Nordwestfassade, Nordecke, in Granitquader. 0.55 m über Boden 0.24 m von Quaderkante OK 0.15 m von der Ostecke	
		Nachführung 1988 Revision 25.05.2000 K 30.03.2004 Id.1432 Zug 41	
Kt Bezirk BE Trachselwald	Gemeinde Sumiswald	Ortsbezeichnung Sumiswald, Kirche	
PUNKT IN BEARBEITUNG			
Erstellung 1928		Zug 102	
14.12.2004 Pierre du Niton 373.600 m.ü.M.			

Punktkarte



	Landesvermessung LV95
	Lagefixpunkt LFP1
	Lagefixpunkt LFP2
	Kirchturm, Kapelle
	Haustürmchen
	Aussichts-Turm
	Steinmann, Pfeiler
	Pyramide
	Giebel
	Signalstein
	Lochbolzen
	andere Markierung
	Stationspunkt
	zusätzlicher Punkt
	Topopunkt

<http://map.fpds.admin.ch/index.php>

Punktprotokolle

Punktprotokoll Cuolm da Vi 2007			
22	05.07.2007	David Grimm, Irma Pečkyte Geodätischer Projektkurs Sedrun	
	<p>Planausschnitt</p>  <p>Bolzen, photogrammetrische Markierung</p>		
 <p>Blickrichtung Süd Felsblock im Grashang oberhalb Grand Canyon</p>			
Koordinaten			
	Y	X	H
2005	702843.549	172905.092	2274.283
2007			

Punktprotokoll Cuolm da Vi 2007			
36	05.07.2007	David Elsig, Jeanine Peterhans Geodätischer Projektkurs Sedrun	
	<p>Planausschnitt</p>  <p>Bolzen, photogrammetrische Markierung</p>		
 <p>Blickrichtung Südost auf einzelmem grossen Felsblock, Punkt erst von oben sichtbar</p>			
Koordinaten			
	Y	X	H
2005	702053.192	173697.910	2557.434
2007			

Messung



Aufstellen der Referenzstation



Messung RTK

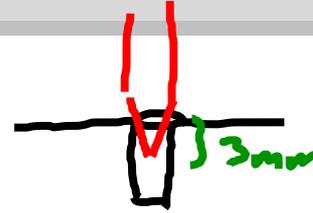


Rapid Static Messung



Messungen

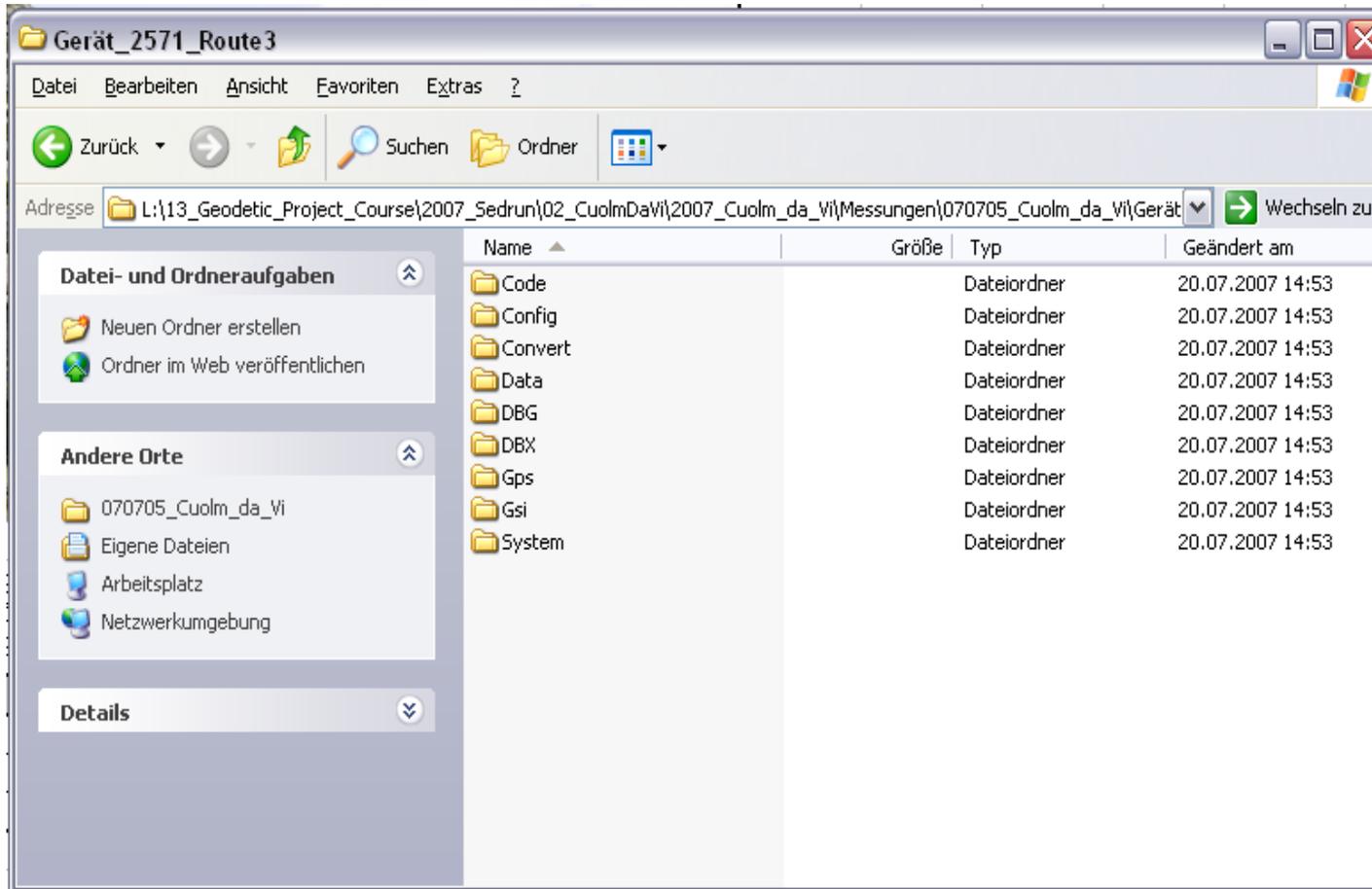
- Bei den Messungen beachten:
- Horizontiert halten
 - Das ist bei Wind gar nicht so einfach [film](#)
- Einsinken der Messspitze je nach Punktart.
- Satellitensichtbarkeit



Auswertung im Büro



Messungen auf Computer laden



- Messungen in LGO laden
- Überprüfen der Messdaten
 - Antennenhöhen
 - Punktnummern
 - Punkthöhen
- Bei Rapid Static Messungen die Referenz zuweisen
- Daten für die Ausgleichung in LTOP oder Cremer exportieren

- Notwendige Angaben für eine Ausgleichung mit LTOP:
 - Näherungskoordinaten
 - Netzkonfiguration (Messelemente)
 - a priori - Genauigkeitsannahmen
- Koordinatenfile (*.koo): Näherungskoordinaten aller Punkte
- Messfile (*.mes): Netzkonfiguration, Messungen
- Steuerfile (*.dat): Steuerparameter für die Ausgleichung, a priori - Genauigkeitsannahmen

Ausgleichung in LTOP

Mes-File für LTOP Ausgleichung

```
$$ME
SLS01                                ANF.
LX3                                  702486.448
LY3                                  173296.4988
LH3                                  2430.7031
LX25                                 702347.5544
LY25                                 173317.7529
LH25                                 2408.4507
LX34                                 702053.4804
LY34                                 173455.8699
LH34                                 2460.6317
```

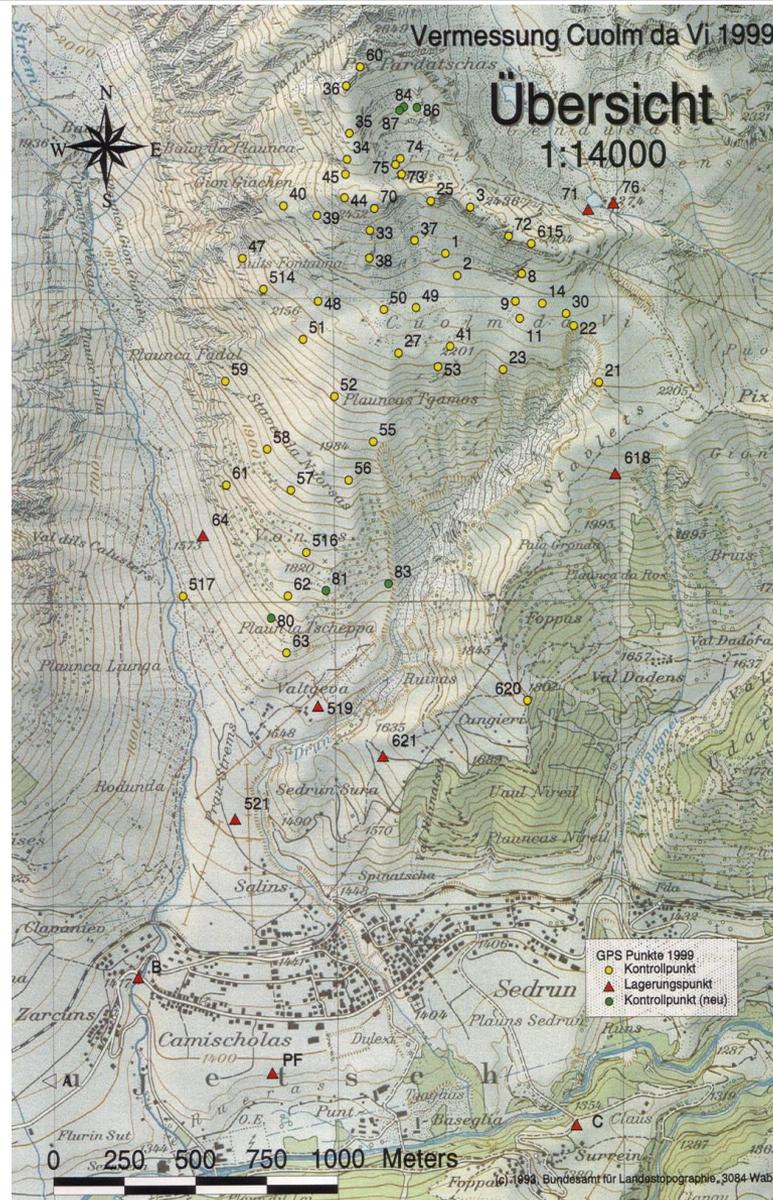
Die Koordinaten aus LGO stehen allerdings in folgendem Format zur Verfügung. [Messungen](#)

Neu Formatieren

- Um die Messungen in LTOP auszugleichen ist eine neue Formatierung nötig
- Bei wenigen Messungen kann dies manuell in einem Texteditor geschehen
- Sinnvoller ist allerdings etwas zu programmieren!

→ Programm

Lagerung der Messungen



Zusammenstellen der definitiven Koordinaten

Bei Deformationsmessungen, und somit auch bei Hangrutschmessungen werden die Punkte meist später nochmals gemessen.

Koordinatenliste GPC 2007							
1	Koordinaten Juli 2007						
1	Koordinaten Juli 2004						
1	Koordinaten Juli 2002						
517	Koordinaten Juli 1999						
Lagerungspunkte 07							
Nr.	Y	X	H	Nr.	Y	X	H
A	700222.4407	170037.9852	1420.5137	76	702987.031	173310.1461	2274.8493
B	701300.4753	170766.2581	1417.1071	519	701938.4802	171658.2973	1595.221
C *	702834.587	170274.2443	1355.4714	521	701641.1529	171298.2783	1511.3681
64	701536.8912	172223.0531	1652.7301	618	702986.1291	172418.8991	2102.7736
71	702899.0727	173288.7876	2275.7238	621	702166.2489	171490.518	1645.8874
* Punkt C nur Lagefixpunkt; Restliche Punkte Lage- und Höhenfixpunkte							
Beobachtungspunkte 07							
Nr.	Y	X	H	Nr.	Y	X	H
1	702398.0873	173144.6217	2334.9597	52	702002.7996	172674.6839	2108.2797
2	702438.454	173071.0882	2309.2939	53	702369.398	172770.4191	2196.9697
3	702486.4172	173296.5159	2430.7131	54	702253.9683	172739.5665	2163.5011
8	702664.5807	173077.2889	2335.9777	55	702139.6302	172525.2031	2043.0887
9	702642.0314	172986.1404	2293.026	56	702050.9345	172399.3043	1957.7651
11	702657.1802	172929.3376	2277.346	57	701846.8419	172368.0935	1915.4134
14	702735.5676	172979.3536	2310.3262	58	701765.1838	172504.2044	1931.343
21*	702931.190	172717.793	2203.139	59	701618.4651	172727.6705	1927.0602
22	702843.5457	172905.0877	2274.3042	60	702102.8077	173759.6745	2583.0308
23	702596.5971	172761.0425	2188.1015	61	701619.5646	172387.2083	1791.3067
25	702347.5272	173317.7649	2408.4595	62	701833.8983	172020.7758	1750.5427
27	702230.5969	172816.2206	2229.4802	63	701827.7328	171833.3887	1664.0848
30	702817.5232	172944.5359	2292.797	70	702149.5964	173289.9667	2443.8093
33 *	702133.473	173220.109	2392.603	72	702620.1764	173200.7662	2403.4943
34	702053.4345	173455.871	2460.6379	73	702246.1309	173405.4817	2396.3076
35	702062.8713	173542.2609	2499.7833	74	702242.315	173458.2143	2405.6948
36	702053.1842	173697.9079	2557.4549	75	702224.9961	173437.9424	2406.929
37	702289.913	173186.0319	2335.9196	80	701775.4898	171947.7838	1701.6447
38	702129.875	173129.0177	2340.7203	81	701968.0427	172037.9855	1768.4364
39	701945.3736	173269.2501	2378.6886	83	702189.2709	172059.0065	1717.4703
40	701828.3213	173302.9369	2350.3013	84	702256.1451	173628.1597	2490.2117
41	702412.2092	172838.0536	2211.1925	86	702302.3456	173626.0573	2490.7068
44	702043.2472	173327.5738	2444.9841	87	702241.435	173617.0606	2482.7005
45	702047.6644	173406.2876	2432.3685	514 *	701755.843	173029.026	2183.216
47	701683.3274	173131.5607	2170.2878	516	701900.4341	172163.4275	1818.6262
48	701947.7766	172988.6092	2220.4114	517	701464.5697	172021.7229	1572.3357
49	702293.3585	172965.1593	2271.9486	615	702698.9517	173176.1616	2403.7372
50	702180.2683	172959.5444	2255.6912	620	702674.4128	171671.3273	1806.5206
51	701894.0616	172862.5922	2169.4112				
* Punkte zerstört							

Bewegungen

