



Vermessung / GIS – Grundlagen

Bahntechnologie und Mobilität

Dipl.Ing. Arnold Eder
Stand: 30. März 2019

INHALTSVERZEICHNIS

1. ALLGEMEINES / GRUNDBEGRIFFE.....	5
1.1 Einleitung.....	5
1.2 Erdmodelle	6
1.2.1 geometrisches Erdmodell	6
1.2.2 physikalisches Erdmodell	7
1.3 Einheiten Längen-, Flächen- und Volumenmaß.....	7
1.4 Einheiten Winkelmaß	8
1.5 Ziel und Zweck einer Vermessung	8
2. INSTRUMENTENKUNDE.....	10
2.1 Einfache Messinstrumente.....	10
2.1.1 Schnurlot.....	10
2.1.2 Der Fluchtstab.....	10
2.1.3 Stahlmassband	11
2.2 Der Theodolit	12
2.2.1 Achsen des Theodolits	12
2.2.2 Horizontalwinkel	13
2.2.3 Vertikalwinkel / Zenitwinkel(-distanz)	13
2.2.4 Einteilung der Theodolite	14
2.2.5 Zentriereinrichtungen.....	15
2.2.6 Genauigkeitsklassen	17
2.2.7 Aufstellen des Theodolits.....	17
2.2.8 Winkelmessung.....	18
2.3 Streckenmessung.....	19
2.3.1 Vergleich der Verfahren.....	19
2.3.2 Elektrooptische Entfernungsmessung.....	19
2.3.3 berührungslose Entfernungsmessung (Laser).....	20
2.4 Höhenbestimmung / Nivellement / Nivelliergeräte.....	21
2.4.1 Höhenbezug.....	21
2.4.2 geometrisches Nivellement.....	21
2.4.3 Nivelliergeräte	23
2.4.4 Liniennivellement.....	27
2.4.5 Trigonometrische Höhenbestimmung	29
3. KOORDINATENSYSTEME/KOORDINATENRECHNUNG.....	32
3.1 geographische Koordinaten	32
3.2 Abbildungen / Projektionen	32
3.2.1 Soldner-Cassini Projektion	33
3.2.2 Gauß'sche konforme Projektion.....	33
3.3 Landessystem: Gauß-Krüger Koordinatensystem.....	34
3.4 Koordinatenrechnungen.....	36
3.4.1 Winkelfunktionen	36

3.4.2 erste Hauptaufgabe der Koordinatenrechnung.....	36
3.4.3 zweite Hauptaufgabe der Koordinatenrechnung.....	37
4. MESSMETHODEN / MESSVERFAHREN	39
4.1 Überblick	39
4.2 Aufnahme / Koordinatenbestimmung	40
4.2.2 Polygonzug	40
4.2.2 Polaraufnahme / Geländeaufnahme	41
4.2.3 Bogenschnitt	42
4.2.4 Vorwärtsschnitt.....	43
4.2.5 Rückwärtsschnitt	44
4.3 Absteckung.....	44
5. GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)	46
5.1 Grundprinzip.....	46
5.2 DGPS – differenzielles GPS.....	48
5.3 Transformation ins Landessystem.....	49
5.4 Methoden von GPS	50
5.4.1 Post-Processing	50
5.4.2 Echtzeitmessung = RTK (Real Time Kinematic).....	50
5.4.3 Referenzdienste	50
6. PHOTOGRAMMETRIE + LASERSCANNING	51
6.1 PHOTOGRAMMETRIE	51
6.1.1 Kurzbeschreibung	51
6.1.2 Bildflug.....	52
6.1.3 Bildmaßstab	52
6.1.4 analoge Luftbildfilme.....	53
6.1.5 digitale Bildflüge	53
6.1.6 photogrammetrische Auswertung	54
6.1.7 photogrammetrische Auswertegeräte	54
6.1.8 Passpunkte und Verknüpfungspunkte.....	55
6.1.9 Genauigkeiten	55
6.2 LASERSCANNING (ALS)	56
6.2.1 ALS-Grundprinzip.....	56
6.2.2 ALS-Prozesse	58
6.2.3 Beispiele	59
7. LANDESVERMESSUNG, KATASTER	60
7.1 Organisation des Vermessungswesens in Österreich	60
7.1.1 Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen	60
7.1.2 Vermessungsämter	60
7.1.3 Vermessungsbefugte	61
7.1.4 Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen (Zivilgeometer)	61

7.2 Das Festpunktfeld	62
7.3 Grundbuch und Kataster	63
7.3.1 Grundbuch	64
7.3.2 Kataster	66
7.3.3 Teilung	68
7.3.4 Kataster in der Praxis	69
8. AUFGABEN BEI EISENBAHNINFRASTRUKTURUNTERNEHMEN (ÖBB)	71
8.1 allgemeine Bemerkungen	71
8.2 Vermessung in der Planungsphase	71
8.3 Vermessung im Bau (bauherrenseitig)	72
8.4 Vermessung nach Bau	72
9. DATENMANAGEMENT UND GIS	73
9.1 Datenmanagement	73
9.2 GIS (geographische Informationssysteme)	74
9.2.1 Allgemeines / Definition	74
9.2.2 GIS bei ÖBB-Infrastruktur: infra:gis	74
9.2.3 CAD versus GIS	75
10. LITERATURHINWEISE	76

1. ALLGEMEINES / GRUNDBEGRIFFE



1.1 Einleitung

Die Vermessungskunde (Geodäsie) beschäftigt sich mit der Vermessung und Berechnung größerer oder kleinerer Teile der Erdoberfläche und ihrer Darstellung in digitalen Geländemodellen Karten und Plänen.

Geodäsie (Erdmessung, Landesvermessung): beschäftigt sich mit der Bestimmung der Figur und des Schwerefeldes der Erde. Das Wort Geodäsie stammt aus dem Griechischen und bedeutet übersetzt Erdeinteilung

Erdvermessung: Erfassung der globalen Parameter der Erde sowie Schaffung von Erdmodellen und Weltkoordinatensystemen

Landesvermessung: Schaffung und Verwaltung des staatlichen Festpunktfeldes und der staatlichen Koordinatensysteme

Vermessung: Vermessung in herkömmlichen Sinn: beschäftigt sich mit dem Rest

Verschiedene Disziplinen:

Katastralvermessung: beschäftigt sich mit der auf das Grundeigentum bezogenen Daten (Kataster)

Ingenieurvermessung: erstellt die Grundlagen für technische Projekte

Photogrammetrie: „Vermessung aus der Luft“, metrische Auswertungen von Messbildern

Die Fernerkundung: (Remote Sensing) wertet Messbilder in interpretativer Hinsicht aus (z.B. Falschfarbenbilder zur Erkennung von Gewässerverschmutzung).

Kartografie: beschäftigt sich mit Kartenherstellung

Benachbarte Disziplinen:

Markscheidkunde: bergmännische Vermessung unter und über Tag im Zusammenhang mit Aufsuchung und Gewinnung von Rohstoffen

Die Meeresgeodäsie: erforscht sowohl die Meeresoberfläche als auch die Meeresböden, oft im Zusammenhang mit der Förderung von Rohstoffen und der Verlegung von Kabeln und Pipelines

GIS: geographische Informationssysteme – „Konkurrenz“ mit Geografen etc.

Klassische vermessungstechnische Arbeiten gliedern sich in:

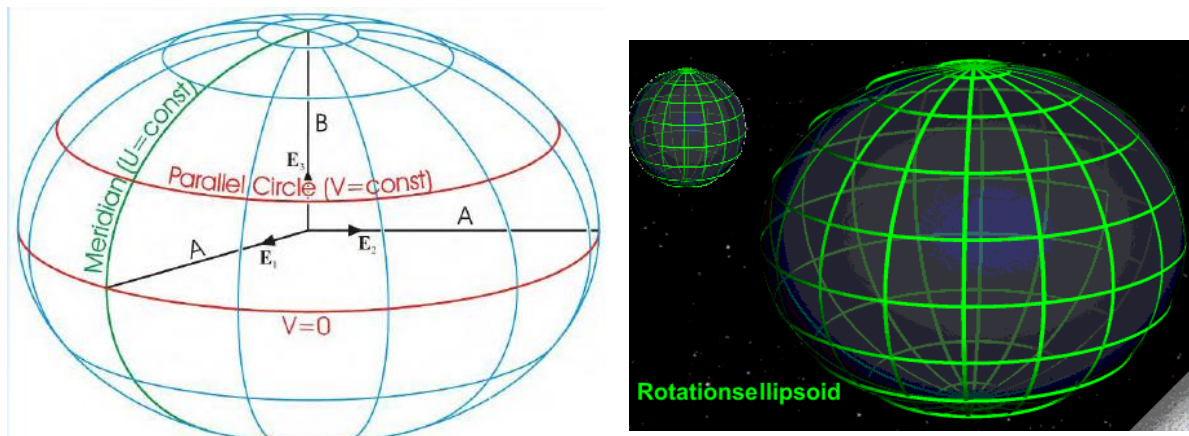
- Horizontal- bzw. Lagemessungen
- Vertikal- bzw. Höhenmessungen
- Kombinierte 3D-Vermessungen
- GPS-Messungen

Einstimmungsvideo: St.Gotthardtunnel

1.2 Erdmodelle

Die Erdfigur kann man durch 2 grundverschiedene Modelle darstellen:

1.2.1 geometrisches Erdmodell



Das abgeflachte Rotationsellipsoid passt sich der Erdfigur am besten an. Die Dimensionen können durch die große und die kleine Halbachse (a bzw.b) beschrieben werden und variieren sowohl nach dem Alter als auch nach dem Gebiet der Bestimmung.

Zwei Beispiele :

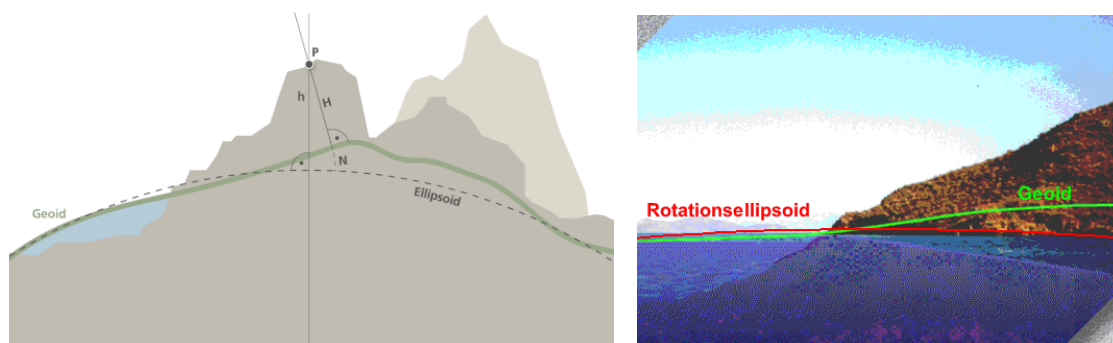
Bessel 1842	a = 6 377 397	b = 6 356 079
WGS 1984	a = 6 378 137	b = 6 356 752

Für manche Aufgaben genügt die Verwendung einer Kugel. Der Radius der mit dem Ellipsoid volumsgleichen Kugel ist 6371 km, der Radius der Schmiegekugel für Österreich ist 6379 km.

Ist das Vermessungsgebiet kleiner als 10 km im Durchmesser, so kann für Lagemessungen (Grundriss) die Erde durch eine Ebene approximiert werden. -> Abbildung in ein ebenes Koordinatensystem durch Gauss-Krüger Abbildung: nur in diesem kann man auch wirklich rechnen)

1.2.2 physikalisches Erdmodell

das andere wird bei der Bestimmung von Höhen gebraucht: **physikalisches Erdmodell**: dieses Modell steht in jedem Punkt normal auf die Lotlinie (hängt mit Schwerkraft zusammen: Niveaulfläche) und geht durch die Ozeane: Geoid (in Ö: bezogen auf Adria)



Der Abstand zwischen Geoid und Rotationsellipsoid wird als **Geoidundulation** bezeichnet. Die **Lotabweichung** ist der Winkel zwischen einer geometrisch definierten Ellipsoidnormalen und der physikalisch definierten Lotrichtung in einem Punkt. Sie beschreibt die Richtung des Schwerevektors, dargestellt in einer Nord/Süd- und in einer Ost/Westkomponente. Für das gesamte Staatsgebiet Österreichs können Lotabweichungen bezogen auf das Bessel-Ellipsoid berechnet und abgegeben werden.

1.3 Einheiten Längen-, Flächen- und Volumenmaß

Längenmaß:

seit 1875: m (Meter), hm (Hektometer=100m), km (Kilometer=1000m) etc.

alte Längenmaße:

1 Meile = 40000 Wiener Klafter = 7585,936m

1 Klafter = 6 Fuß = 1,896484m

1 Fuß = 12 Zoll = 0,316081m

1 Zoll = 12 Linien = 2,634005cm

aus diesem alten Längenmaß leitet sich auch der Maßstab der alten Katastralmappe 1:2880 ab: 1 Zoll im Plan entsprechen 40 Klafter in der Natur ($12 \cdot 6 \cdot 40 = 2880$)

Flächenmaß:

m^2 (Quadratmeter), Ar (100 m^2), Hektar (10000 m^2), Quadratkilometer (1000000 m^2) etc.

alte Flächenmaße:

1 Quadratmeile = 10000 Joch

1 Joch = 40x40 Klafter = 5754,64 m^2

1 Viertel = $\frac{1}{4}$ Joch

1.4 Einheiten Winkelmaß

Altgrad: 360° (Vollkreis), 1°=60' (Minuten), 1'=60'' (Sekunden): wird noch in der Astronomie, Erdmessung etc. verwendet

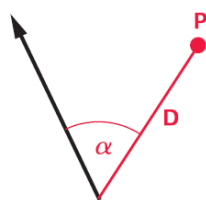
Neugrad: 400g (Vollkreis: gon), 1g=100c (Neuminuten), 1c=100cc (Neusekunden): wird im Vermessungsbereich verwendet und seit 1937 im Vermessungswesen verwendet

Bogenmaß: 2pi rad (Vollkreis)

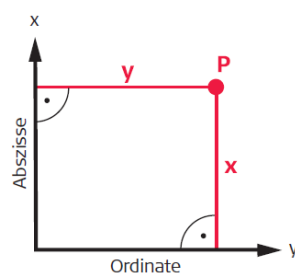
1.5 Ziel und Zweck einer Vermessung

Polarkoordinaten

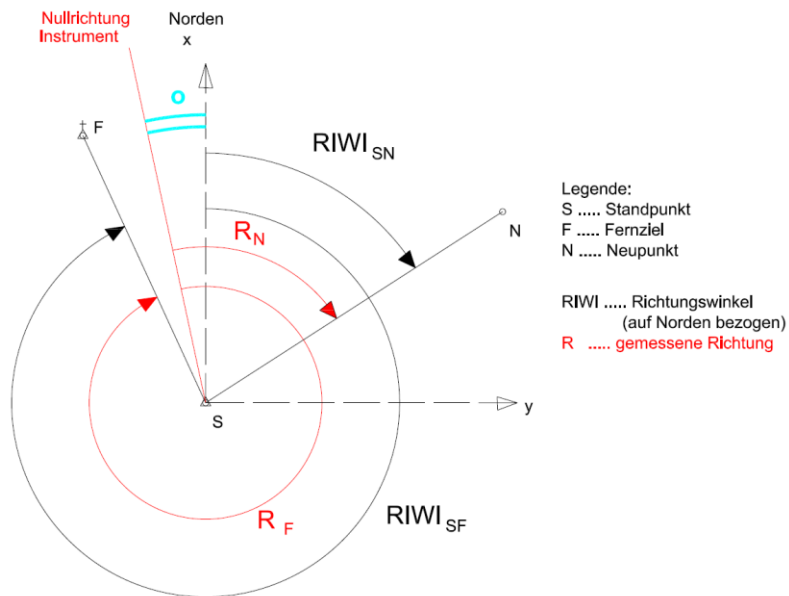
Nullrichtung



Rechtwinklige Koordinaten



Ziel einer Vermessung ist es Koordinaten zu bestimmen: man unterscheidet dabei rechtwinklige Koordinaten (Koordinatenpaare Y, X) und Polarkoordinaten (Winkel, Seite). Nach Aufstellung eines Messinstrumentes über einen Punkt mit bekannten rechtwinkligen Koordinaten werden ein oder mehrere Fernziele anvisiert (z.B: Kirchen), deren Koordinaten man kennt: daraus werden die noch Norden orientierten Richtungswinkel errechnet (2. Hauptaufgabe der Koordinatenrechnung), verglichen mit den gemessenen Richtungen zu diesen Punkten ergibt die Differenz die Orientierungsunbekannte. Dann werden zu den einzelnen Detailpunkten Richtungen und Seiten gemessen: wenn man zu den gemessenen Richtungen die Orientierungsunbekannte addiert erhält man die genordeten Richtungswinkel: mit diesen Winkeln (Riwi) und den horizontalen Seiten (s) ermittelt man mit der 1. Hauptaufgabe der Koordinatenrechnung die Koordinatendifferenzen: $dy=s*\sin(Riwi)$, $dx=s*\cos(Riwi)$ und die Koordinaten der Detailpunkte.



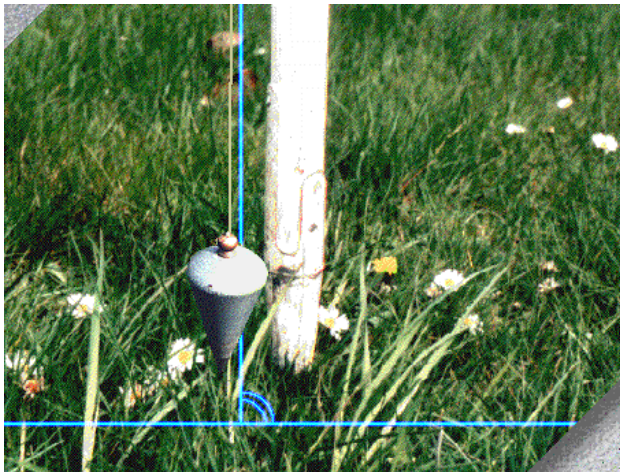
Diese Punktwolke wird von einem CAD-Programm eingelesen, durch Linien verbunden etc. und als **CAD-Plan** aufbereitet.



2. INSTRUMENTENKUNDE

2.1 Einfache Messinstrumente

2.1.1 Schnurlot



Das Schnurlot stellt den Bezug zur Senkrechten bzw. Horizontalen dar. Ein Schnurlot benützt man bei Aufstellen von Theodoliten (optisches Lot defekt), Arbeit mit Winkelprismen, beim Abloten

2.1.2 Der Fluchtstab



Der **Fluchtstab** (2m-2,20m lang) dient zur kurzzeitigen Markierung von Vermessungs- oder Geländepunkten. Beim **Einfluchten in eine Gerade** oder **Verlängern von Geraden (Hauseck)** ist er unverzichtbar. Zum Aufstellen auf hartem Untergrund oder über einen Festpunkt wird ein **Stabstativ=“Spinne“ mit Lattenrichter** benutzt.

2.1.3 Stahlmassband



Das Stahlmassband hat meist eine Länge von 20,30 oder 50m. Es ist in cm geteilt, die dm sind beschriftet. Es wird nach Möglichkeit direkt am Boden gemessen oder kann auch gelotet werden: dafür werden wieder **Fluchtstab und Lattenrichter** oder Schnurlot verwendet

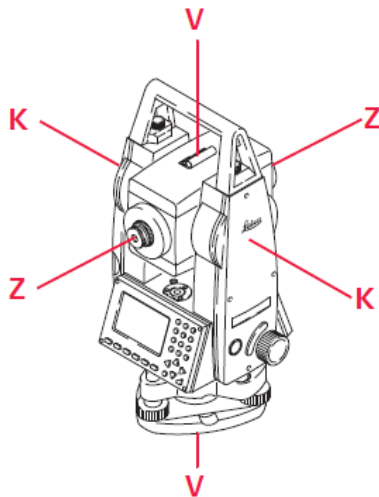
2.2 Der Theodolit

Der **Theodolit** ist ein Instrument mit dem sich sowohl Horizontal- als auch Vertikalwinkel messen lassen

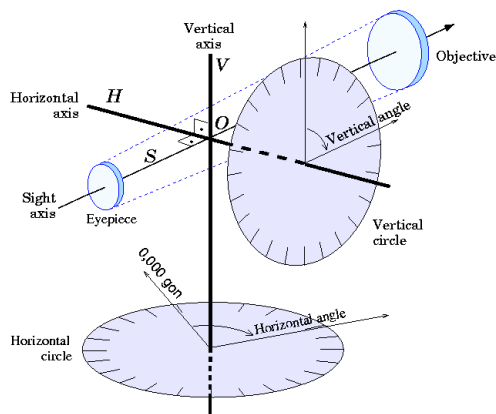
2.2.1 Achsen des Theodolits

- a) Die Zielachse ZZ ist senkrecht zur Kippachse KK
- b) Die Kippachse KK ist senkrecht zur Stehachse VV
- c) Die Stehachse VV steht streng lotrecht
- d) Die Vertikalkreisablesung ist im Zenit exakt «Null»

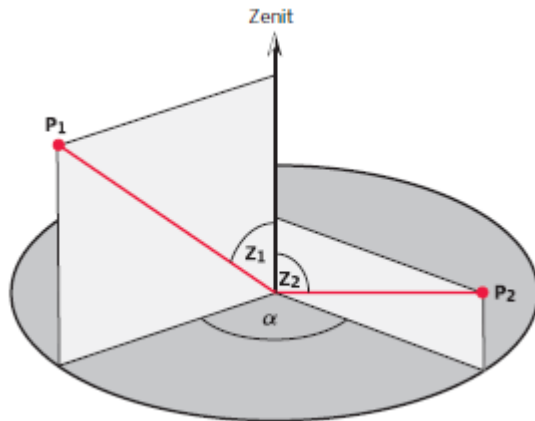
Die 3 Achsen müssen jeweils einen rechten Winkel bilden und die Stehachse muss lotrecht im Raum stehen (Horizontieren des Instruments vor Beginn einer Messung) – da in der Regel auch über einen Punkt genau aufgestellt werden muss (Zentrierung), kann dies nur ein iterativer Vorgang sein



2 Teilkreise für Horizontalwinkelmessung und Vertikalwinkelmessung. Werte wurden früher abgelesen und werden bei modernen Instrumenten automatisch abgetastet und ermittelt:

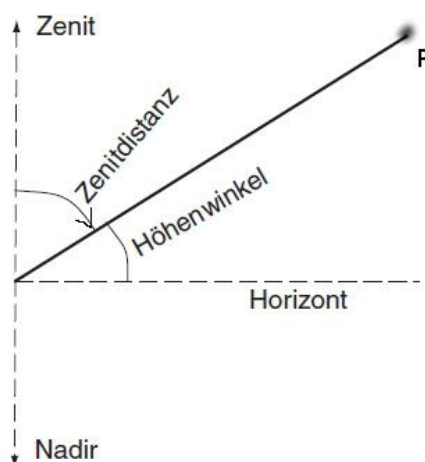


2.2.2 Horizontalwinkel



Die Schnittlinien der beiden Vertikalebene mit der Horizontalebene schließen den Horizontalwinkel α ein. Er ist die Differenz zwischen gemessenen Richtungen RP_1 und RP_2 – es ist zu beachten, dass diese Richtungen sich auf eine „zufällige Nullrichtung“ (Teilkreis-Null) beziehen – aus diesem Grund muss immer die **Orientierungsunbekannte** durch die Messung zu **Fernzielen** bestimmt werden – erst dann erhält man die für die Koordinatenrechnung wichtige auf Norden bezogenen Richtungswinkel. Wertebereich $0g - 400g$ (gon=Neugrad). Horizontalwinkel sind relevant für die Lagebestimmung und Koordinatenrechnung.

2.2.3 Vertikalwinkel / Zenitwinkel(-distanz)



Der Zenitwinkel z ist der Winkel zwischen der Richtung zum Zenit und der Richtung zu einem Zielpunkt P der sowohl über dem Horizont, im Horizont als auch unter dem Horizont liegen kann. Wertebereich $0g - 400g$ (gon=Neugrad). Zenitwinkel sind relevant für die Höhenbestimmung und die Reduktion der schiefen Seiten!

2.2.4 Einteilung der Theodolite

2.2.4.1 klassischer Theodolit



Rein opto-mechanisches Instrument mit klassischen Teilkreisen und Ableseeinrichtungen – heute nur mehr selten im Einsatz.

2.2.4.2 elektronischer Theodolit



keine klassischen Teilkreise und keine Ableseeinrichtungen und Beleuchtungsspiegel sondern opto-elektronisches Abtastsystem – auch nur mehr selten im Einsatz

2.2.4.3 Totalstation



Die Totalstation wird auch als elektronischer Tachymeter bezeichnet. Die Streckenmessung erfolgt mit einem eingebauten elektronischen Distanzmesser, die Richtungsmessungen laufen wie beim elektronischen Theodolit automatisch ab. Alle Daten werden auf einem Speichermedium abgespeichert und automatisch weiterverarbeitet = automatischer Datenfluss. Es gibt auch bereits Laserstationen bei denen die Entfernungsmessung berührungslos über Laser erfolgt!

2.2.5 Zentriereinrichtungen

2.2.5.1 Stativ



Das Stativ trägt den Theodolit und muss die Horizontierung und Zentrierung über einen Bodenpunkt ermöglichen. Die zentrale **Befestigungsschraube=Herzschraube** ist innerhalb

von 5cm frei beweglich und erlaubt kleine Lagekorrekturen durch Verschieben des Theodolits am Stativteller.

2.2.5.2 Schnurlot



Für die Zentrierung des Theodolits über einen Bodenpunkt wird entweder ein optisches Lot (Normalfall) oder Schnurlot verwendet. Das Schnurlot wird in die Herzschaube eingehängt.

2.2.5.3 optisches Lot



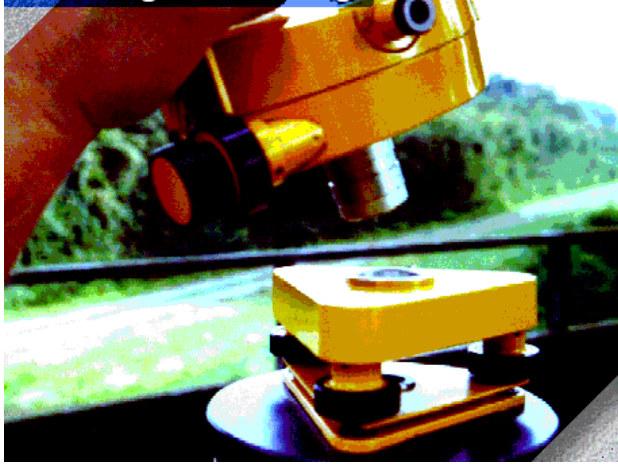
Das optische Lot befindet sich im um die Stehachse drehbaren „Oberbau“ des Theodolits und ist ein Okular mit einem Fadenkreuz mit Sicht zum Bodenpunkt.

2.2.5.4 Laserlot



Laserpunkt markiert am Boden die Senkrechte und muß mit dem Bodenpunkt in Übereinstimmung gebracht werden (siehe links: „roter Punkt“):

2.2.5.5 Zwangszentrierung



Die Zwangszentrierung ist eine mechanische Vorrichtung die den Austausch von Messgeräten (Theodolit, Zieltafeln) erlaubt ohne eine neuerliche Zentrierung vorzunehmen: damit wird die Genauigkeit gesteigert. Die **Zwangszentrierung** ist bei bestimmten Messmethoden (Polygonzugsmessung, trigonometrisches Nivellement) zweckmäßig und beim Wechsel von verschiedenen Messmitteln (z.B.: GPS-Antenne und Totalstation)

2.2.6 Genauigkeitsklassen

Entsprechend dem Verwendungszweck und der Genauigkeit unterscheidet man:

Bautheodolit: Fernrohrvergrößerung: 20-fach, Teilkreisintervall: 0,01g, Querabweichung auf 100m: 4,7cm

Ingenieurtheodolit: Fernrohrvergrößerung: 25-fach, Teilkreisintervall: 0,001g, Querabweichung auf 100m: 4,7mm

Präzisionstheodolit: Fernrohrvergrößerung: 30-fach, Teilkreisintervall: 0,0003g, Querabweichung auf 100m: 1,5mm

Astrogeodätischer Theodolit: Fernrohrvergrößerung: 80-fach, Teilkreisintervall: 0,0001g, Querabweichung auf 100m: 0,5mm

Anmerkung (Faustregel): **eine Neuminute bewirkt auf 100m eine Querabweichung von 1,6 cm (Verhältnis PI / 200)**

2.2.7 Aufstellen des Theodolits



Vor dem Messen muss der Theodolit/Totalstation **horizontalisiert** werden. Wird er über einen bekannten Bodenpunkt aufgestellt, dann muss er auch **zentriert** werden. Dies ist in der Regel ein iterativer Prozess.

Die *Grobhorizontierung* erfolgt über das Verstellen der Stativbeine und Kontrolle durch Dosenlibelle, die Zentrierung durch das Verschieben des Instruments und Kontrolle durch optisches Lot oder Schnurlot und die *Feinhorizontierung* durch die Fußschrauben und Kontrolle durch **Röhrenlibelle**

2.2.8 Winkelmessung

In der Regel werden nach **Anvisieren des Zieles** (Fadenkreuz auf Ziel einstellen) sowohl Horizontalwinkel und Vertikalwinkel gemessen. Die Horizontalwinkel werden für die Lageberechnung benötigt, die Vertikalwinkel für die Reduktion der schiefen Seiten und die Höhenbestimmung. Beim klassischen Theodolit werden die beiden Winkel abgelesen und in einem Feldbuch notiert, beim elektronischen Theodolit werden sie automatisch abgetastet und angezeigt. Bei der Totalstation wird auch gleichzeitig die Entfernungsmessung ausgelöst und gemeinsam mit den beiden Winkeln gespeichert. Bei hochgenauen Messungen wird zur Genauigkeitssteigerung in 2 Kreislagen gemessen (Fernrohr wird „durchgeschlagen“). Vor der Einmessung der Detailpunkte wird die Richtung zu einem oder mehreren Fernzielen gemessen (Orientierungsunbekannte). Nach Abschluss aller Messungen auf dem jeweiligen Standpunkt wird zur Kontrolle die Messung zu mindestens einem Fernziel wiederholt (Kontrolle!).

Horizontalwinkelmessung:

Standpunkt	Zielpunkt	Ablesung Lage I	Ablesung Lage II	Horizontalwinkelmessung			Mittel aus allen Beobachtungen	Bemerkungen (Ziel)	
				Ablesung I reduziert	Ablesung II reduziert	Satzmittel			
				$\frac{I + II}{2}$ $v_z = \frac{400 \cdot (I+II)}{2}$	Zenitwinkelmessung I - II	$z = \frac{I - II}{2}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
AP 52	AP 57	107:83:6	307:83:3						
	10	238:62:0	38:61:7						
	20	311:70:9	111:70:5						
	30	41:45:5	241:45:6						

Zenitwinkelmessung:

Standpunkt	Zielpunkt	Ablesung Lage I	Ablesung Lage II	Horizontalwinkelmessung			Mittel aus allen Beobachtungen	Bemerkungen (Ziel)	
				Ablesung I reduziert	Ablesung II reduziert	Satzmittel			
				$\frac{I + II}{2}$ $v_z = \frac{400 \cdot (I+II)}{2}$	Zenitwinkelmessung I - II	$z = \frac{I - II}{2}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
AP 33	5	68:29:3	331:71:5						
AP 17	4	110:62:8	289:37:3						
	7	77:53:4	322:47:5						

2.3 Streckenmessung

2.3.1 Vergleich der Verfahren

Methode / Gerät	Genauigkeit	max. Distanz
Stahlmaßband	2-5 cm pro 100m	100m
Elektroopt. Entfernungsmessung (Totalstation)	3mm + 2ppm (mm/km)	ca. 2 km
Laser	0,5 – 2mm	100-200m
GPS	1 bis 2 ppm	50km
Reichenbach-Methode	dm-Bereich	100m
Basislatte	mm-Bereich	30m

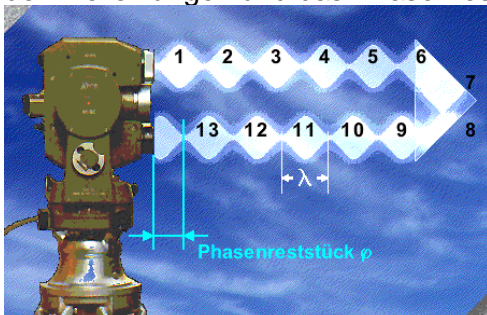
Auf die *Basislatte* wird hier nicht näher eingegangen und auch die *Reichenbach-Methode* hat heute kaum mehr Relevanz. Das Stahlmassband wurde bereits in 2.1.5 beschrieben.

2.3.2 Elektrooptische Entfernungsmessung

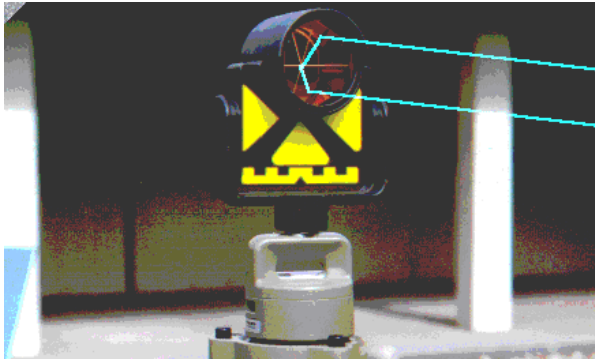


Bei der elektrooptischen Entfernungsmessung wird das Licht am Streckenende (Reflektor) reflektiert. Die Strecke wird 2mal durchlaufen und ergibt sich als $2s=c \cdot t$ (c =Lichtgeschwindigkeit, t =Laufzeit): Impulszeitverfahren

Das 2. häufig verwendete Verfahren ist das Phasenvergleichsverfahren: es wird die Anzahl der Wellenlängen und das Phasenreststück gemessen: daraus ergibt sich die Entfernung.



Am Zielpunkt können keine einfachen Spiegel verwendet werden, da diese nie so genau ausgerichtet werden können um die entsprechenden Signale zu erhalten: aus diesem Grund werden Prismenreflektoren verwendet: der ausfallende Strahl verläuft immer parallel zum einfallenden Strahl!

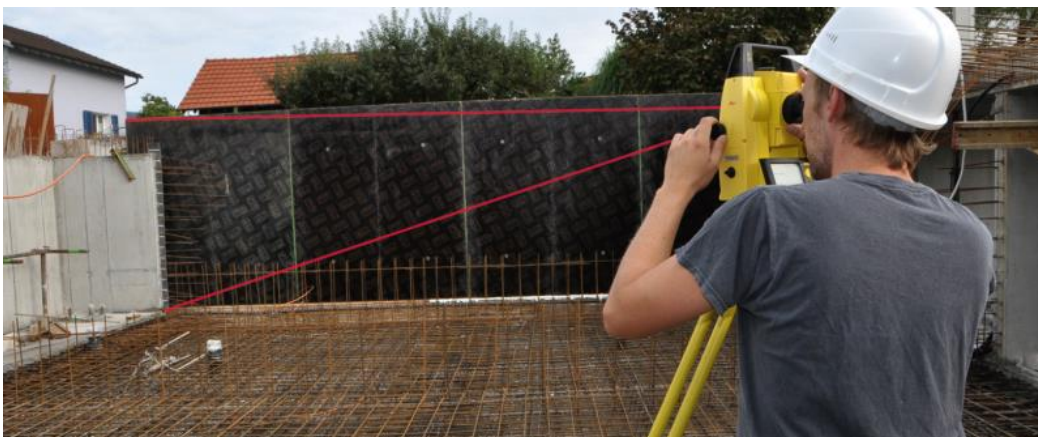


Die Genauigkeit der elektrooptischen Entfernungsmessung wird durch 2 Anteile beschreiben:

- ein zufälliger bzw. konstanter Anteil mit dem man bei jeder Messung zu rechnen hat: z.B.: 3mm
- ein entfernungsabhängiger Anteil: z.B. 2ppm (pars per million): das sind 2mm auf 1km

2.3.3 berührungslose Entfernungsmessung (Laser)

- Im Unterschied zur elektrooptischen Entfernungsmessung muß kein Reflektor am Zielpunkt aufgestellt werden sondern das Ziel kann direkt anvisiert werden. Bei neueren Geräten ist der Laser schon direkt in der Totalstation integriert



Voraussetzungen:

- nicht zu lange Entfernungen: Reichweite ist begrenzt auf bis zu ca. 100m
- das Ziel muß gutes Reflexionsverhalten haben

2.4 Höhenbestimmung / Nivellement / Nivelliergeräte

Es gibt verschiedene Verfahren der Höhenbestimmung:

- geometrisches Nivellement: Genauigkeit <1mm
- trigonometrisches Nivellement: Genauigkeit mehrere mm bis cm
- Höhenbestimmung durch GPS: Genauigkeit: im besten Fall 2-3cm
- *barometrische Höhenmessung: Genauigkeit: m*

In diesem Abschnitt wird nur auf das geometrische Nivellement eingegangen und auf die entsprechenden Messinstrumente: Nivelliere

2.4.1 Höhenbezug

Man kann im Prinzip lokale Höhen verwenden (man definiert irgendwo Null) oder das staatliche Höhensystem: letzteres ist natürlich zu empfehlen und in den meisten Fällen auch notwendig. Die Höhenmessung in Österreich bezieht sich auf den Adriapegel im Hafen von Triest (Mittelwasser der Adria aus dem Jahre 1875): daher spricht man immer von „Höhen über Adria“. In Deutschland wird das Normalnull auf den Amsterdamer Pegel bezogen. Die Höhen der ehemaligen Warschauer-Pakt-Staaten vom Pegel von Riga ab. Unterschiede betragen zwischen 20 und 40 cm. Vorsicht also bei länderübergreifenden Projekten – bei Infrastrukturprojekten häufig der Fall.

Die Höhenfestpunkte werden wie die Lagefestpunkte von der staatlichen Stelle BEV (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen) geführt und gewartet.

In Wien hat das lokale System „Wiener Null“ eine Bedeutung: **H=156,680m** über Adria: das von der MA41 gewartete Höhennetz ist dichter als das Netz vom BEV und wird bei Projekten in Wien in der Regel verwendet.

Die Stabilisierung der Höhenfestpunkte erfolgt mit Nieten, Bolzen, Schrauben etc.: sie werden zur leichteren Auffindbarkeit durch Topographien beschrieben.

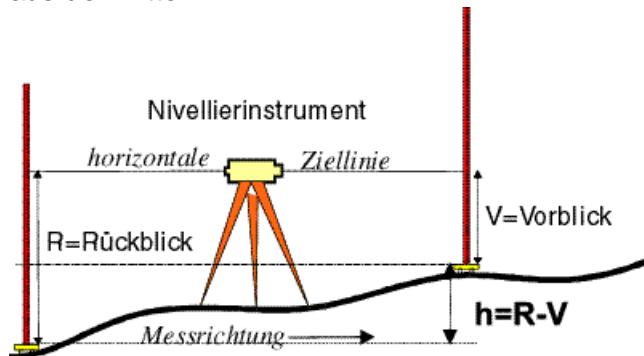
Anmerkung: die Wartung des amtlichen Festpunktfeldes ist in den letzten Jahren eindeutig schlechter geworden!

2.4.2 geometrisches Nivellement

Wie lässt sich der Höhenunterschied zwischen 2 Punkten im Gelände bestimmen?

Das auf dem Stativ befestigte Nivelliergerät wird immer ungefähr in der Mitte der beiden Punkte positioniert: damit werden systematische Fehler infolge instrumenteller, geometrischer und meteorologischer Einflüsse eliminiert – das Instrument muss dabei nicht unbedingt in der Verbindung der beiden Punkte stehen: man spricht auch vom „Nivellieren

aus der Mitte“



Die Nivellierlatte wird in den Punkten A und B aufgehalten: zur vertikalen Ausrichtung wird in der Regel ein Lattenrichter angehalten:

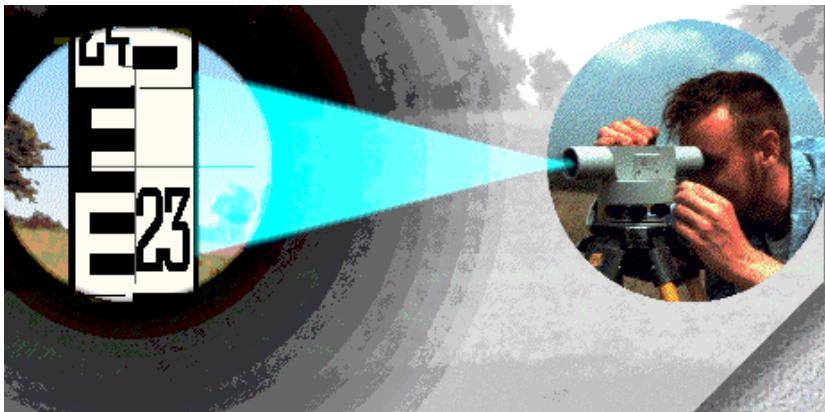


Der Lattenrichter besteht aus einer Winkelschiene mit außen angebrachter Dosenlibelle.

Um den Höhenunterschied zwischen den beiden Punkten zu bestimmen, macht man zu erst die Ablesung R (Rückblick) und nach Drehen des Nivelliers die Ablesung V (Vorblick)

Beispiel:

für den Rückblick erhält man in diesem Fall 2,363: die Zentimeter werden direkt abgelesen, die Millimeter werden geschätzt



Für den Vorblick erhält man 1,085: die Werte werden in einem Feldbuch eingetragen: der gesuchte Höhenunterschied ergibt sich aus Rückblickablesung minus Vorblickablesung:

$$dh = R - V$$

Ist die Höhe von A gegeben lässt sich die Höhe von B bestimmen:

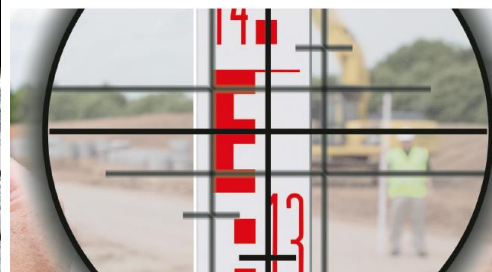
$$hB = hA + dh$$

Auf diesem Grundprinzip beruhen alle Nivellierverfahren

Pkt. Nr.	Rückblick r	Vorblick v	Höhendiff. $\Delta h=r-v$
A	2,363		
B		1,085	1,278
r	2,363		
v	- 1,085		
Δh	1,278	= Höhenunterschied A B	

2.4.3 Nivelliergeräte

2.4.3.1 klassisches Nivellier

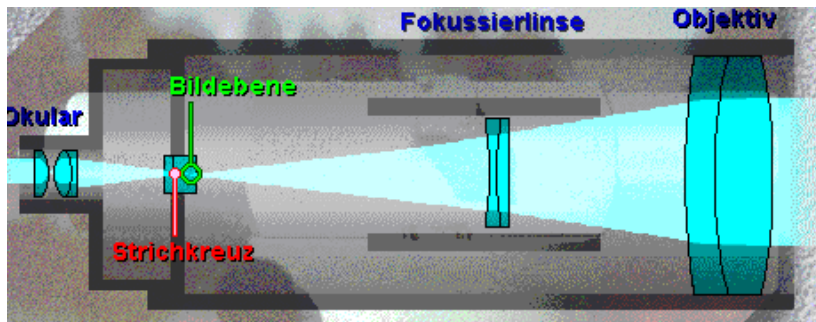


Messfernrohr:

ist sowohl beim Theodolit als beim Nivelliergerät ein wesentlicher Teil des Meßinstrumentes. Es erfüllt 2 Funktionen:

- Vergrößerung und damit bessere Genauigkeit bei der Zieleinstellung
- Realisierung einer genau definierten Zielrichtung

Das Objektiv erzeugt in der Bildebene eine Abbildung des angezeigten Gegenstandes. Die Position dieser Bildebene verändert sich mit unterschiedlichen Bildweiten. Bildebene und Strichkreuzebene müssen unbedingt zusammenfallen: dies wird mit der Fokussierschraube erreicht. Die Betrachtung erfolgt durch das Okular.



Objektiv:

Das mehrlinsige vergütete Objektiv bildet den anvisierten Gegenstand über die Fokussierlinse auf das Strichkreuz ab: es ist ein wichtiger Teil des Messfernrohres

Fokussierschraube:

Dient zur Einstellung der Abbildungsschärfe. Da man bei jedem Ziel eine andere Zielweite hat, muss die Bildschärfe stets durch die Fokussierschraube neu eingestellt werden.

Kompensator:

Dient zur automatischen Horizontierung der Ziellinie. Er kompensiert die verbleibenden Neigungen nach dem Horizontieren mit der relativ groben Dosenlibelle. Durch leichtes Tippen auf das Gerät überprüft man seine Funktionsfähigkeit („Einschwingen des Bildes“)

Okular:

Durch das mehrlinsige Okular werden das Strichkreuz und das Bild des angezielten Objektes betrachtet: wenn Strichkreuz und Bild optimal scharf gestellt sind kann man mit der Messung beginnen.

Dosenlibelle:

Dient zum groben Horizontieren. Sie besteht aus einem flüssigkeitsgefüllten, kugelförmig ausgeschliffenen Glaskörper mit einer Gasblase. Durch Drehen der Fußschrauben wird die Dosenlibelle „ins Spiel gebracht“. Nur eine ausreichende Grobhorizontierung gewährleistet das ordnungsgemäße Funktionieren des Kompensators.

Umlenkprisma:

Ist ein Spiegel durch den die Dosenlibelle betrachtet wird

Seitenfeintrieb:

Das Nivelliergerät ist reibungsgelagert. Durch einfaches Drehen des Oberbaus lässt sich das Ziel grob einstellen. Die Feineinstellung erfolgt durch den Seitenfeintrieb (dabei schaut man durchs Fernrohr).

Fußschrauben:

Mit den 3 Fußschrauben wird das Gerät im Zusammenspiel mit der Dosenlibelle grobhorizontiert.

2.4.3.2 digitales Nivellier



Beim Digitalnivellier ist die Lattenablesung automatisiert. Nach dem Anvisieren der codierten Latte mit dem Strickkreuz löst man die Messung aus. Beim Anvisieren der Latte wird ein Ausschnitt der Codeteilung im Digitalnivellier abgebildet und mit dem gespeicherten Code der kompletten Latte verglichen. Die vollautomatische geräteinterne Auswertung liefert sofort den zur Ausschnittsmitte gehörigen Ablesewert. Weiterer Vorteil: man benötigt kein Feldbuch mehr und Ablesefehler werden vermieden. Ist das Digitalnivellier zusätzlich mit einer elektronischen Teilkreisablesung ausgestattet, so kann es als Nivelliertachymeter beim Flächennivellement eingesetzt werden.

2.4.3.3 Nivellierlatten und Zubehör



Die Nivellierlatte von 3 oder 4 m Höhe hat eine Zentimeterteilung. Die vollen Meter und die Dezimeter sind beziffert, die Millimeter werden geschätzt.

Die Nivellierlatte eines Digitalnivelliers trägt anstelle der metrischen Teilung einen Strichcode:



Bei der Messung muss die Nivellierlatte exakt senkrecht aufgestellt werden: dafür verwendet man einen Lattenrichter. Beim Nivellieren führt jeder Lattenträger einen Lattenuntersatz („Frosch“) mit sich:



Frosch: eine schwere gusseiserne Platte mit 3 spitzen Füßen und einen Tragegriff – auf der Oberseite befindet sich in der Mitte eine Kuppe zum Aufsetzen der Nivellierlatte. Der Lattenuntersatz dient bei Wechsellagen (Liniennivellement) als Unterlage für die Latte. Er wird kräftig in den Untergrund eingetreten.

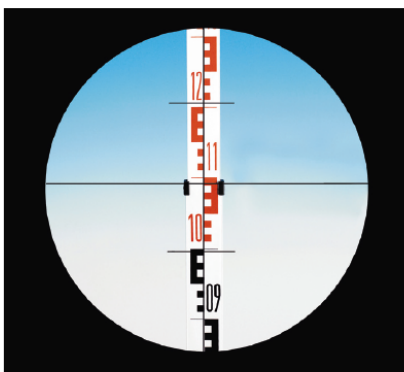
Zu jedem Nivelliergerät gehört natürlich auch ein Stativ – dieses Stativ ist in der Regel leichter und schmaler als ein Theodolitstativ.

2.4.3.4 Nivellierprobe

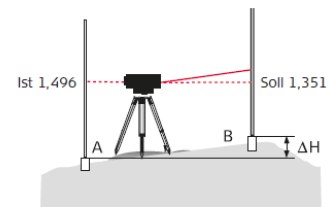
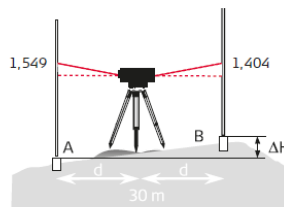
Nach dem Prinzip des geometrischen Nivellements muß die Ziellinie des Nivelliergerätes exakt horizontal verlaufen. Bei korrekt funktionierender Röhrenlibelle (bei alten Geräten – ohne Kompensator) bzw. korrekt funktionierendem Kompensator sollte dies auch der Fall sein. Zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Funktion ist von Zeit zu Zeit bzw. eine Nivellierprobe durchzuführen:

Bei einem neuen Nivellier wird der Kompensator bei Raumtemperatur justiert, sodass die Ziellinie – auch bei leicht geneigtem Instrument – horizontal ist. Das ändert sich jedoch bei größeren Temperaturunterschieden ($> 10^\circ - 15^\circ$), nach längeren Transporten und starken Vibrationen. Deshalb ist in solchen Fällen und vor allem dann, wenn nicht immer mit gleichen Zielweiten gearbeitet werden kann, die Ziellinie zu überprüfen.

1. In flachem Gelände zwei Nivellierlatten im Abstand von max. 30 m aufstellen.
2. Das Instrument so aufstellen, dass die Abstände zu den beiden Latten gleich sind (abschreiten genügt).



3. Beide Latten ablesen und Höhenunterschied berechnen (Bild unten links).
 Lattenablesung A = 1,549
 Lattenablesung B = 1,404
 $\Delta H = A - B = 0,145$
4. Instrument ca. 1 m vor Latte A aufstellen und Latte ablesen. (Bild unten rechts).
 Lattenablesung A = 1,496
5. Sollablesung B berechnen:
 $- \Delta H = 0,145$
 Sollablesung B = 1,351
6. Latte B ablesen. Ist die Differenz zur Sollablesung größer als 3 mm, sollte die Ziellinie justiert werden (siehe Gebrauchsanweisung).



2.4.3.5 Genauigkeitsklassen

Als Maß zur Angabe der Genauigkeit gilt die Standardabweichung mit der der Höhenunterschied zwischen zwei 1 km entfernten Punkten durch ein Liniennivellement in Hin- und Rückweg bestimmt werden kann: Standardabweichung pro km Doppelnivellement.

Nach Genauigkeit bzw. Verwendungszweck unterscheidet man 3 Nivellementarten:

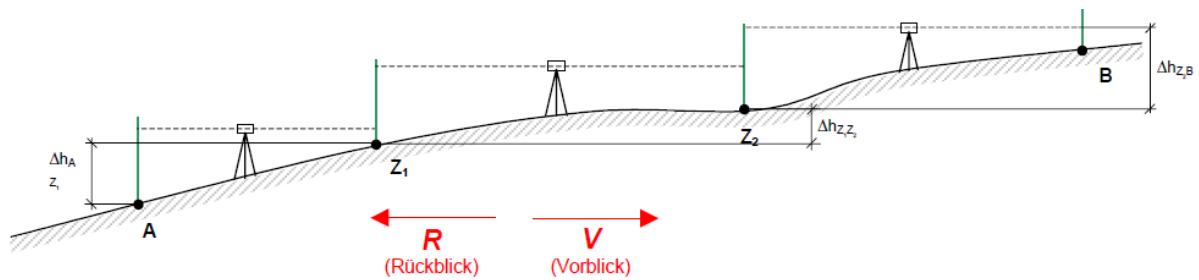
Baunivellement: Baunivellier, max. Zielweite 50m, Genauigkeit: 1cm

Ingeniurnivellement: Ingenieurnivellier, max. Zielweite: 30m, Genauigkeit: 2– 5mm

Fein-/Präzisionsnivellement: Präzisionsnivellier, max. Zielweite: 20m, Genauigkeit: 0,2-1mm

2.4.4 Liniennivellement

Von einem Liniennivellement spricht man wenn die Höhen mehrere Punkte „in einem Zug“ ermittelt und dabei mehrere Aufstellungen notwendig sind: man beginnt in der Regel bei einem Punkt mit einer bekannten Höhe und endet bei einem zweiten Punkt mit bekannter Höhe: ein Liniennivellement kann dabei über mehrere km führen bei maximalen Zielweiten von 30-50m



$$\Delta H_{AB} = \sum \Delta h = \Delta h_{AZ_1} + \Delta h_{Z_1Z_2} + \Delta h_{Z_2B}$$

Die einzelnen Δh sind dabei immer die Differenzen zwischen R (Rückblick) – V (Vorblick)
Die dazwischenliegenden Punkte können entweder Punkte sein deren Höhen man bestimmen will oder normale „Wechselpunkte“ für die nur ein Lattenuntersatz („Frosch“) verwendet wird.

Da die Höhe des Endpunktes B bekannt ist kann sie mit der berechneten verglichen werden und es ergibt sich ein Höhenabschlußfehler: liegt der Abschlußfehler innerhalb der vorgegebenen Fehlergrenze (unterschiedlich für technisches Nivellement, Präzisionsnivellement) wird er proportional zur Anzahl der gemessenen Höhenunterschiede auf diese aufgeteilt.

Bei einer geschlossenen Nivellementschleife ist die Höhe des Punktes B gleich der Höhe des Punktes A (identer Anfangs- und Endpunkt) und die Summe aller Höhenunterschiede sollte 0 sein.

LINIENNIVELLEMENT - 1 cm Latte:

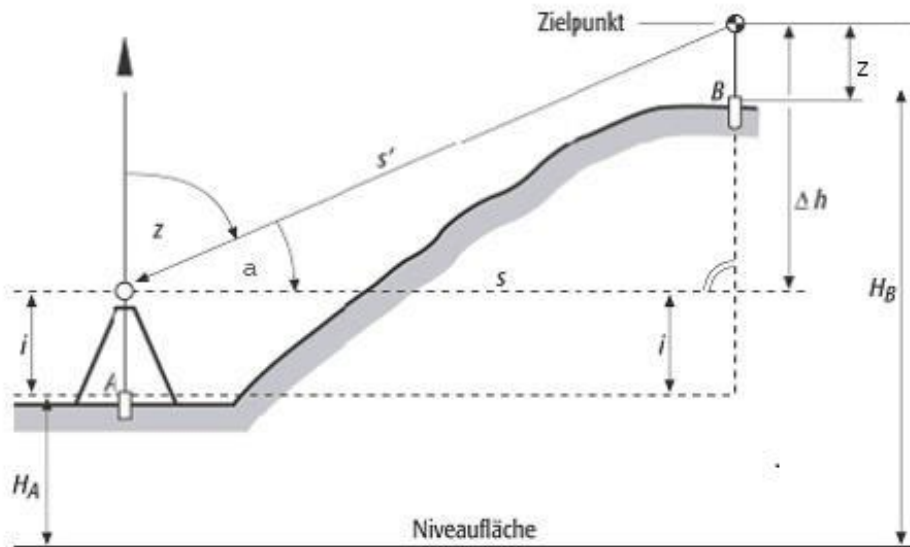
PNR	RUECK	SEIT	VOR	H
HB1				123,459
1*	0,666		0,887	123,238
2*	0,777		0,923	123,092
NHB2	0,888	0,644		123,336
NHB3		0,755		123,225
NHB4		0,923		123,057
3*			1,222	122,758
4*	0,567		0,566	122,759
HB1	1,301		0,610	123,450
HB1				123,459 fh= 0,009

FEHLERAUFTEILUNG:

PNR	H
HB1	123,459
NHB2	123,340
NHB3	123,229
NHB4	123,061
HB1	123,459

2.4.5 Trigonometrische Höhenbestimmung

Die trigonometrische Höhenmessung ist eine indirekte Höhenmessmethode, die durch die elektrooptische Entfernungsmessung sehr wirtschaftlich ist aber doch etwas ungenauer als das geometrische Nivellement. Bei größerer Zielweiten über 200m ist in jedem Fall auch der Einfluss der Erdkrümmung und der Refraktion zu berücksichtigen.



Unter Refraktion versteht man die Brechung des Messstrahls in den verschiedenen optisch dichten Luftschichten. Als Erdradius wird 6370 km angenommen, die Refraktionskurve wird näherungsweise als flacher Kreisbogen mit achtfachem Erdradius dargestellt und mit $k=0,13$ angegeben. Bei ungünstigen atmosphärischen Verhältnissen können Schwankungen von 100% möglich sein!

Aus obiger Skizze ergibt sich die Ingenieurformel für die trigonometrische Höhenmessung mit:

$$H_B = H_A + s' \cdot \cos z + (s' \cdot \sin z)^2 / (2 R) \cdot (1 - k) + l - Z$$

bzw.

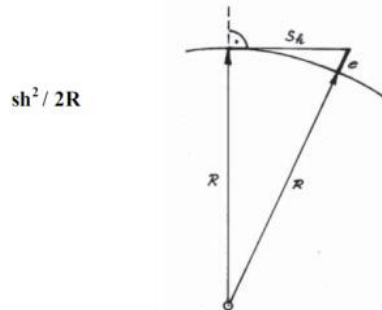
$$H_B = H_A + s \cdot \cot z + s^2 / (2 R) \cdot (1 - k) + l - Z$$

s' schiefe Seite, s horizontale Seite

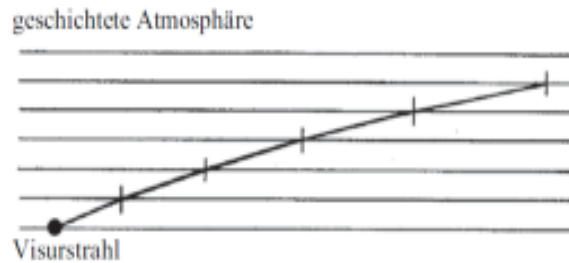
z Zenitwinkel, l Instrumentenhöhe, Z Zielhöhe

R Erdradius = 6370km, k Refraktionskoeffizient = 0,13

Erdkrümmung:



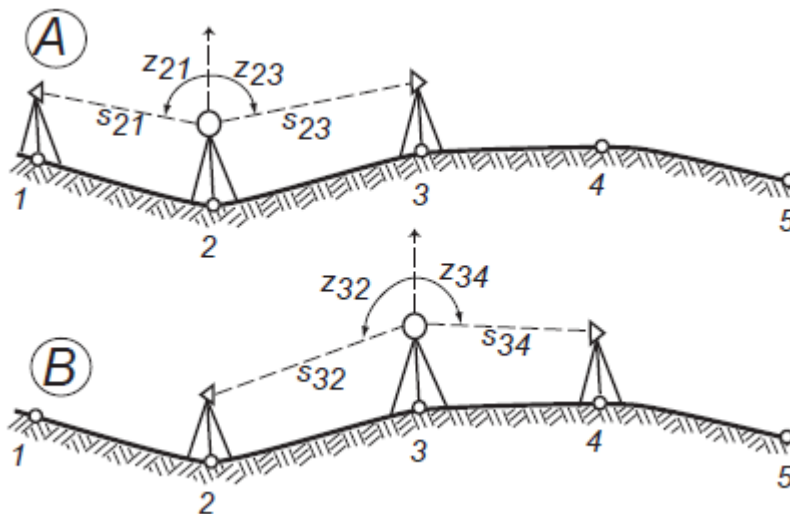
Refraktion:



Der Visurstrahl wird beim Durchgang durch die Atmosphäre stetig gebrochen sodass ein Kreisbogen entsteht. Der Radius entspricht in der Normalatmosphäre etwa dem 8-fachen Erdradius. Somit ist die Wirkung der Refraktion ein Achtel der Wirkung der Erdkrümmung -> $k = 1/8 = 0,13$

Einfluß durch Erdkrümmung und Refraktion: 7cm bei 1km Entfernung

2.4.5.1 Trigonometrisches Nivellement



Fortlaufende Bestimmung der Höhenunterschiede von Neupunkten durch trigonometrische Höhenmessung: bekannt ist die Höhe des Anfangspunktes, in der Regel auch die Höhe des Endpunktes.

Nach fortlaufender Messung der Zenitwinkel, der Seiten, der Instrumentenhöhen und der Zielhöhen werden die Höhenunterschiede ermittelt. Ist die Höhe des Endpunktes bekannt kann ein Höhenabschlußfehler ermittelt werden, der auf die einzelnen Höhenunterschiede aufgeteilt wird.

Das trigonometrische Nivellement wird in der Regel gemeinsam mit der Polygonzugsmessung ausgeführt: gleichzeitige Bestimmung der Lage und der Höhe von Polygonpunkten.

Trigon. Nivellement mit schiefer Seite:

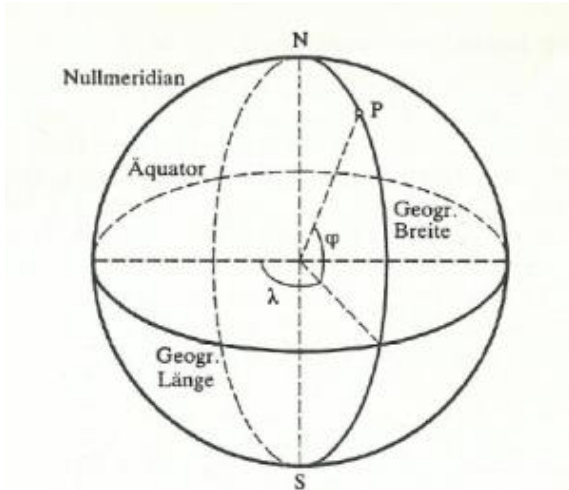
PNR	SEITE	ZNWI	H		
HB1			123,459		I= 1,345
TP1	112,456	99,5566	124,388	Z= 1,200	I= 1,444
TP2	117,345	88,4440	145,817	Z= 1,200	I= 1,324
TP3	66,456	102,3450	143,494	Z= 1,200	I= 1,456
TP3			143,530	f= 0,036	

FEHLERAUFTEILUNG:

PNR	H
HB1	123,459
TP1	124,402
TP2	145,845
TP3	143,530

3. KOORDINATENSYSTEME/KOORDINATENRECHNUNG

3.1 geographische Koordinaten



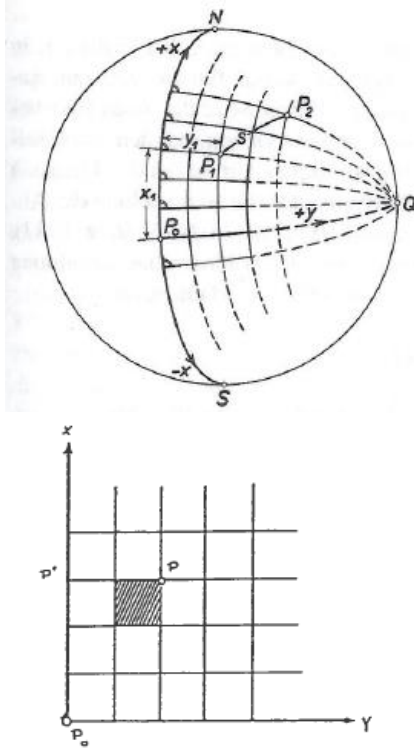
Die Koordinaten auf der Kugel oder am Ellipsoid werden geographische Koordinaten genannt: wir unterscheiden die geographische Länge λ und die geographische Breite ϕ . Punkte gleicher geographischer Breite liegen auf Breitenkreisen oder Parallelkreisen, Punkte gleicher geographischer Länge liegen auf Meridianen. Auf der Kugel sind diese Meridiane Großkreise und auf dem Rotationsellipsoid sind die Meridiane Ellipsen. Diese Koordinatensysteme sind in der Erdmessung und Landesvermessung relevant. Auch die aus der Satellitenmessung bekannten WGS84-Koordinatensysteme fallen in diese Kategorie: in diesem Fall wird zusätzlich die Höhe über dem Ellipsoid angegeben. Umrechnungen von geographischen Koordinaten (ϕ , λ , h) in räumliche kartesische Koordinaten (Y , X , H) sind jederzeit möglich.

3.2 Abbildungen / Projektionen

Die Rechenoperationen mit geographischen Koordinaten sind nicht trivial und daher wurde schon immer versucht in die Ebene abzubilden – in ebenen Koordinatensystemen sind Rechenoperationen relativ einfach. Aus diesem Grund muss es Abbildungsvorschriften bzw. Projektionen vom Ellipsoid auf die Ebene geben. Die Abbildung muss nicht unmittelbar in die Ebene erfolgen, sondern kann auch über Flächen erfolgen, die in die Ebene abgewickelt werden können – also Zylinder- und Kegelflächen.

Grundsätzlich unterscheidet man 3 Arten von Abbildungen: streckentreue, flächentreue und winkeltreue (konforme) Abbildungen wobei letztere für die Geodäsie besonders interessant sind.

3.2.1 Soldner-Cassini Projektion

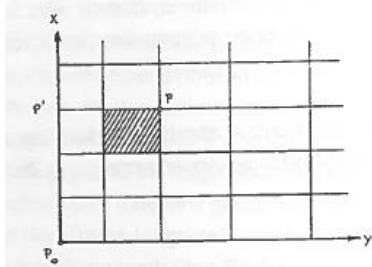


Abbildungsgesetz:
 $X_e = X_s$ $e \dots$ Ebene
 $Y_e = Y_s$ $s \dots$ Sphäre

Bei der früher verwendeten „Soldnerschen Abbildung“ bildet man den ellipsoidischen Hauptmeridian unter Wahrung seiner Länge auf der Abszissenachse eines ebenen kartesischen Systems ab und trägt die ellipsoidischen Ordinaten in ihrer wahren Länge auf den ebenen Ordinaten ab: dadurch ist keine Streckentreue und auch keine Winkeltreue gegeben -> Nachteile da die Vermessung grundsätzlich stark auf Winkelmessungen aufbaut

3.2.2 Gauß'sche konforme Projektion

Später ging man auf „**Gaußsche Abbildung**“ über, die die Forderung stellte, dass das ebene Abbildung dem ellipsoidischen Urbild ähnlich sein sollte – die ebene Ordinate wird so gedehnt, dass Winkeltreue besteht – natürlich kommt es dabei zu größeren Streckenverzerrungen in Abhängigkeit von der Entfernung vom Nullmeridian.



Abbildungsgesetz:
 $X_e = X_s$ $e \dots$ Ebene
 $Y_e = Y_s + Y_s^3/6R^2$ $s \dots$ Sphäre

Formel wegen Projektionsverzerrung: $d(p) = s \cdot y^2/2R^2$

Tabelle für Projektionsverzerrung (Seiten werden länger):

Entfernung Nullmeridian	100m-Seite	1km-Seite
10km	+0,000m	+0,001m
30km	+0,001m	+0,011m
50km	+0,003m	+0,031m
100km	+0,012m	+0,123m
150km	+0,028m	+0,276m

Zusätzlich zur Projektionsverzerrung hat streng genommen eine Reduktion der gemessenen Strecken auf den Meereshorizont zu erfolgen:

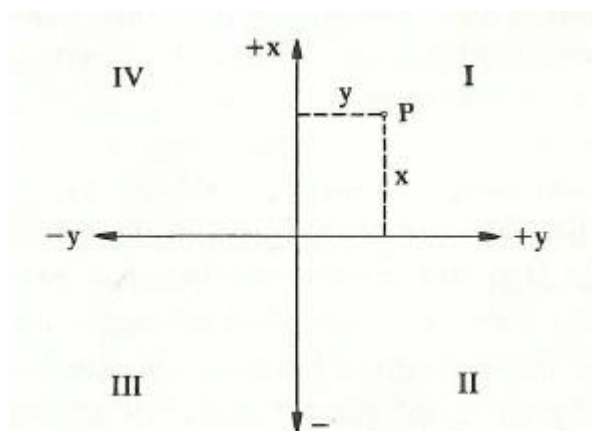
Formel für Reduktion wegen Meereshöhe: $d(H) = s \cdot H/R$

Tabelle für Höhenreduktion (Seiten werden kürzer):

Meereshöhe	100m-Seite	1km-Seite
100m	-0,002m	-0,016m
300m	-0,005m	-0,047m
500m	-0,008m	-0,078m
1000m	-0,016m	-0,157m
1800m	-0,028m	-0,276m

3.3 Landessystem: Gauß-Krüger Koordinatensystem

In der Vermessungstechnik werden in der Regel ebene orthogonale (rechtwinkelige) Koordinatensysteme verwendet, die im Gegensatz zur Mathematik und Geometrie rechtsdrehend sind. Die positive X-Achse zeigt nach oben und die positive Y-Achse nach rechts.



Weiters ist es in der Vermessungstechnik üblich die Y-Koordinate zuerst zu schreiben. Die Koordinatenebene wird in 4 Quadranten geteilt, die im Uhrzeigersinn mit römischen Ziffern bezeichnet werden.

In Österreich wird die winkeltreue Gauß-Krüger-Abbildung in Form der 3°-Meridianstreifen verwendet.

Wir haben 3 Landeskoordinatensysteme mit der Bezeichnung M28, M31, M34. Diese Bezeichnung ist die geographische Länge der Mittelmeridiane bezogen auf das Kap Ferro, dem westlichsten Punkt Europas. Ferro hat eine geographische Länge von 17°40' westlich von Greenwich. Die Koordinaten werden als Gauß-Krüger-Koordinaten bezeichnet.

Auch das Gauß-Krüger Koordinatensystem ist ein ebenes orthogonales Koordinatensystem: die X-Koordinate wird vom Äquator weggezählt und trägt daher 5-Millionen-Werte: sie ist daher immer positiv!

z.B.: X=5341725,12

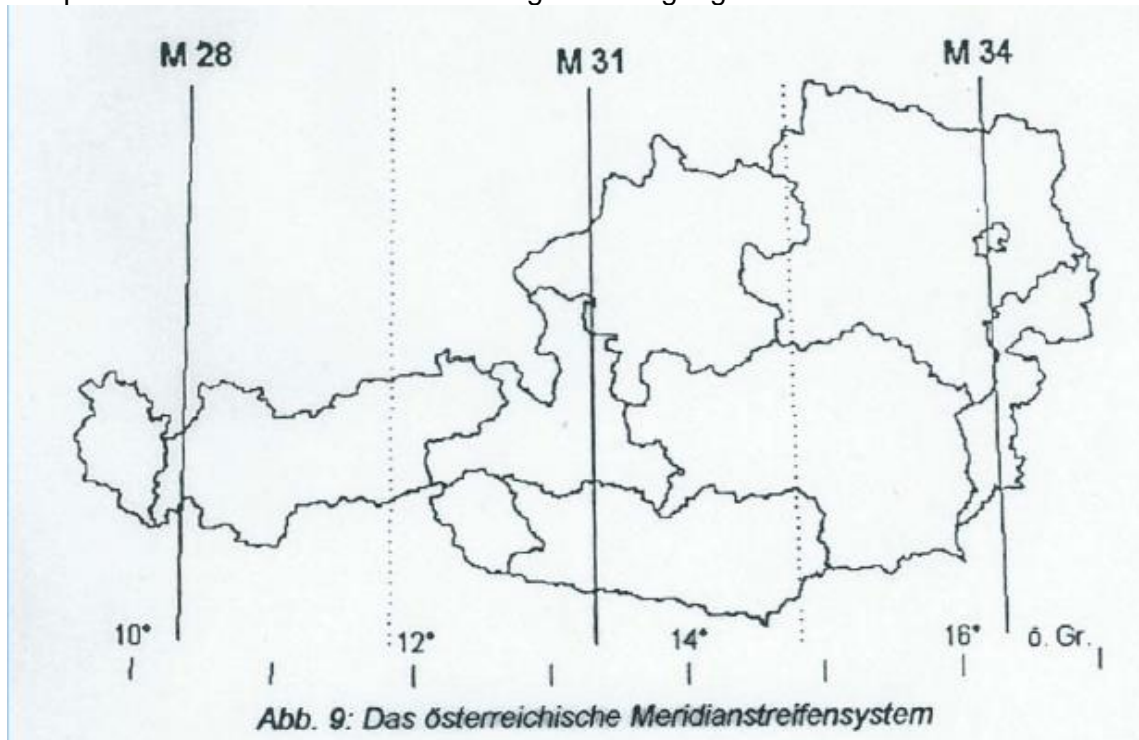
Aus rechentechnischen Gründen werden die 5-Millionen-Werte aber weggelassen:

z.B.: X=341725,12

Die Y-Koordinate kann sowohl positive als auch negative Werte annehmen: da die Mittelmeridiane einen Abstand von ca 300 km haben, liegt der Wertebereich zwischen -150000 und +150000:

der Bereich zwischen -150000 und -120000 und zwischen +120000 und +150000 wird als Übergangsbereich zwischen 2 Koordinatensystemen bezeichnet: hier werden Koordinaten von Festpunkten oft in beiden Koordinatensystemen angegeben. Dadurch ist auch eine Umrechnung von einem System ins andere möglich (Koordinatentransformation).

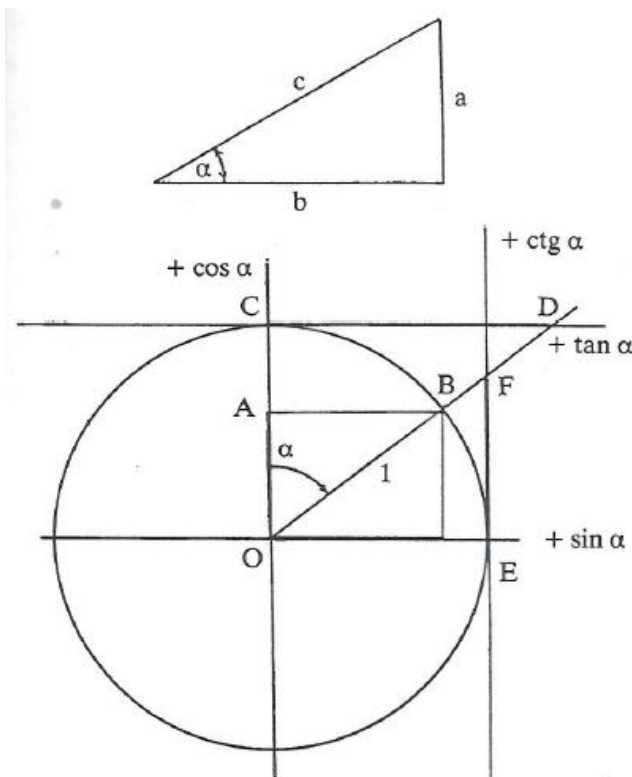
Beispiel: Amstetten an der Westbahn liegt im Übergangsbereich zwischen M31 und M34



3.4 Koordinatenrechnungen

3.4.1 Winkelfunktionen

Winkelfunktionen beruhen auf der Ähnlichkeit von Dreiecken. Ihre Definition kann am rechtwinkligen Dreieck oder Einheitskreis erfolgen:



$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{AB}{1} = AB$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{OA}{1} = OA$$

$$\tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{AB}{OA} = \frac{CD}{1} = CD \text{ (OAB-OCD)}$$

$$\text{ctg } \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Gegenkathete}} = \frac{OA}{AB} = \frac{EF}{1} = EF \text{ (OAB-FEO)}$$

- Formeln aus der Definition

$$\tan \alpha = \frac{1}{\text{ctg } \alpha} \quad \text{ctg } \alpha = \frac{1}{\tan \alpha}$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \quad \text{ctg } \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

- Formeln aus dem pythagoräischen Lehrsatz

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1, \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}, \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

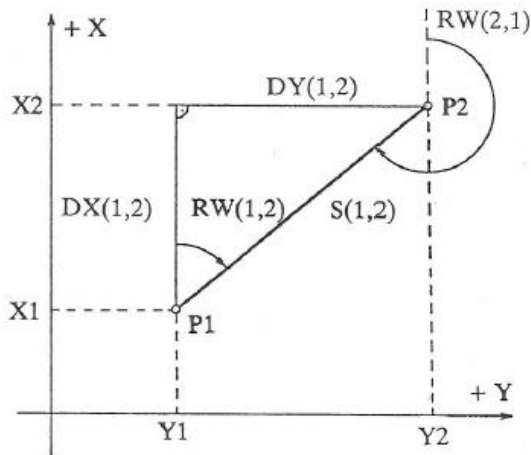
- Funktionen des Komplementärwinkels

$$\begin{aligned} \cos(100 \text{ gon} - \alpha) &= \sin \alpha \\ \sin(100 \text{ gon} - \alpha) &= \cos \alpha \\ \text{ctg}(100 \text{ gon} - \alpha) &= \tan \alpha \\ \tan(100 \text{ gon} - \alpha) &= \text{ctg } \alpha \end{aligned}$$

3.4.2 erste Hauptaufgabe der Koordinatenrechnung

Die erste Hauptaufgabe dient zur Umwandlung von Polarkoordinaten in rechtwinklige Koordinaten: wird auch als „Polarpunkte rechnen“ bezeichnet: aus den Koordinaten eines (Stand) Punktes werden über Richtungswinkel und Entfernung die Koordinaten eines (Neu)Punktes berechnet. Vor der Berechnung sind schief gemessenen Seiten auf die Horizontale zu reduzieren (horizontale Seite s = schiefe Seite * sin Zenitwinkel) und die Richtungswinkel (auf Norden bezogen) erhält man durch die Ermittlung der Orientierungsunbekannten durch die Messung zu einem oder mehreren Fernzielen (aus 2. Hauptaufgabe) und Addition zu gemessenen Richtungen:

Geg: P1 (Y1, X1), S (1, 2), RW (1, 2)
Ges: P2 (Y2, X2)



$$Y2 = Y1 + dy = Y1 + s(1,2) \cdot \sin RW(1,2)$$

$$X2 = X1 + dx = X1 + s(1,2) \cdot \cos RW(1,2)$$

in der Regel wird diese Arbeit durch im Büro durch Rechenprogramme erledigt: die Messdaten werden in den PC übernommen, die Standpunkte und Fernziele sind bereits gespeichert – die Auswertung läuft dann automatisch ab.

Anwendung: bei Geländeaufnahmen (Polaraufnahme) in Kombination mit der 2. Hauptaufgabe (für Orientierung) – im Büro

3.4.3 zweite Hauptaufgabe der Koordinatenrechnung

Die zweite Hauptaufgabe dient zur Umwandlung von rechtwinkligen Koordinaten in Polarkoordinaten: wird auch als „Absteckdaten rechnen“ bezeichnet: aus den Koordinaten zweier Punkte wird die Entfernung und der Richtungswinkel (z.B. für die Absteckung) berechnet.:

Geg: P1 (Y1, X1), P2 (Y2, X2)
Ges: RW (1, 2), RW (2, 1) S (1, 2)

$$\tan RW(1,2) = (Y2 - Y1) / (X2 - X1) = dy/dx \rightarrow RW(1,2)$$

Quadrantenregel:

1. Quadrant: +dy, +dx, +tan, +arctan -> $RW(1,2) = \arctan(dy/dx)$
2. Quadrant: +dy, -dx, -tan, -arctan -> $RW(1,2) = 200 + \arctan(dy/dx)$
3. Quadrant: -dy, -dx, +tan, +arctan -> $RW(1,2) = 200 + \arctan(dy/dx)$
4. Quadrant: -dy, +dx, -tan, -arctan -> $RW(1,2) = 400 + \arctan(dy/dx)$

$$RW(2, 1) = RW(1, 2) \pm 200g$$

$$S(1, 2) = (Y2-Y1)/\sin RW(1, 2) = (X2-X1)/\cos RW(1, 2)$$

Oder

$$S(1, 2) = \sqrt{(Y2-Y1)^2 + (X2-X1)^2}$$

Umsetzung in einem Basic-Programm:

PI=3.141592653589796#: RHO=200/PI

Sub polar static

*IF DX=0 THEN RW=100 else RW=atn(dy/dx)*RHO: IF RW<0 THEN RW=RW+200*

IF RW=0 AND DX<0 OR DY<0 THEN RW=RW+200

*S=sqr(Dy*DY+DX*DX)*

end sub

4. MESSMETHODEN / MESSVERFAHREN

4.1 Überblick

Methoden der Lagebestimmung:

Polygonzug: siehe 4.2.1 – für Verdichtung des Festpunktfeldes und Basis für Geländeaufnahme

Polaraufnahme = Geländeaufnahme: siehe 4.2.2

Bogenschnitt: siehe 4.2.3 - Bestimmung der Koordinaten von Detailpunkten durch Messung von Seiten von 2 bekannten Punkten aus („Einbandeln“); links und rechts beachten – siehe 4.2.3

Vorwärtsschnitt: Bestimmung der Koordinaten von Detailpunkten durch Richtungsmessung von 2 Standpunkten aus (Einschneiden): siehe 4.2.4

Rückwärtsschnitt: Bestimmung der Koordinaten des Standpunktes durch Richtungsmessung zu 3 Fernzielen: siehe 4.2.5

Methoden der Höhenbestimmung:

geometrisches Nivellement: siehe 2.4.2

trigonometrische Höhenbestimmung, trigonometrisches Nivellement: siehe 2.4.5

kombinierte Verfahren:

gleichzeitige Bestimmung von Lage und Höhe (z.B.: Geländeaufnahme: Polaraufnahme kombiniert mit trigonometrischer Höhenbestimmung): siehe 4.2

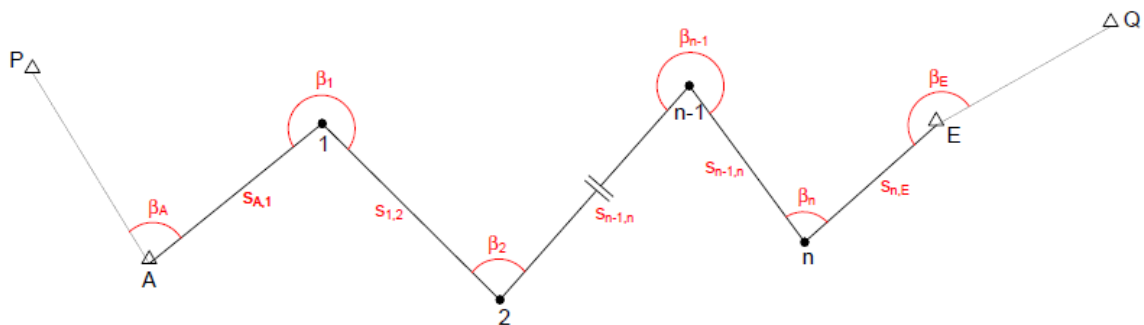
Absteckung:

Umkehrmethode zur Aufnahme: eingerechnete Punktkoordinaten werden in die Natur übertragen: siehe 4.3

4.2 Aufnahme / Koordinatenbestimmung

4.2.2 Polygonzug

Beginnt und endet auf einem Festpunkt (A, E) und hat von diesen Festpunkten jeweils eine Anschlussrichtung zu weiteren Festpunkten (P, Q).



Geg: die Festpunkte A und E als Standpunkte, die Festpunkte P und Q als Anschlussrichtungen (Fernziele)

Gem: die Polygonseiten $s_{A,1}$, $s_{1,2}$, $s_{n,E}$

die Brechungswinkel β_A , β_1 , β_2 und β_E . Gesehen in Messrichtung liegen die Brechungswinkel bei korrekter Winkelberechnung ("Richtung vor - Richtung zurück") stets links vom Polygonzug !

Ges: die Koordinaten der Polygonpunkte 1, 2 = Standpunkte für Geländeaufnahme etc.

Beispiel:

	Y	X			
A:100040	-82590,110	400452,760	RA1=361,5230		
P:100039	-82555,290	400410,210	168,3640	387,9754	
			ORIENTWI= 387,9754		
E:100048	-82847,330	400890,820	RE2=378,8080		
Q:100049	-82906,760	400958,440	160,0988	193,9994	
			ORIENTWI= 193,9994		
<i>PNR</i>	<i>RI</i>	<i>RI</i>	<i>DIST</i>		
			168,628		
p1	82,5658	309,4658	135,428		
p2	347,6585	144,0750	212,529		
<S>=	516,585	fy=	0,069	fx=	0,108
fß=	-0,0075	f1=	0,058	fq=	0,114

Ausgleichung / Aufteilung:

PNR	Y	X	RIWI	DIST
100040	-82590,110	400452,760	349,5119	168,637
p1	-82710,265	400571,086	376,4073	135,448
p2	-82759,320	400697,339	372,8225	212,558
100048	-82847,330	400890,820		

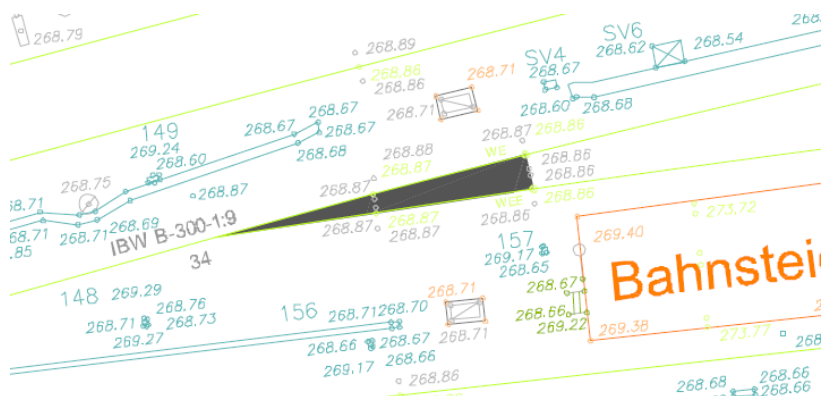
4.2.2 Polaraufnahme / Geländeaufnahme

Bei einer Geländeaufnahme werden alle Punkte dreidimensional polar aufgenommen. Die Seiten, Horizontalwinkel und Vertikalwinkel werden gemessen und die Koordinaten und Höhen bestimmt.

In einer Übersichtsskizze (Feldskizze) trägt man die wesentlichen Details ein, die später erfasst werden sollen: durch die geocodierte Messung (Codetabelle für die einzelnen Objekte) und den Einsatz von Totalstationen kann teilweise auf die Feldskizze verzichtet werden.

Anschließend wählt man geeignete Standpunkte aus um das Gelände optimal zu erfassen. In der Regel werden zwischen den einzelnen Standpunkten Polygonzüge gelegt, die im Büro als erstes ausgewertet werden: Polygonzugsberechnung bzw. Netzausgleich: die Koordinaten der Standpunkte werden errechnet, die Orientierungsunbekannten bestimmt und die Koordinaten der Detailpunkte mit der 1. Hauptaufgabe bzw. die Höhen mit der trigonometrischen Höhenmessung bestimmt.

Die Arbeiten werden im Büro durch Rechenprogramme (Standardsoftware: 2 Anbieter in Österreich) erledigt: die Messdaten werden in den PC übernommen, die Standpunkte und Fernziele sind bereits gespeichert – die Auswertung läuft dann automatisch ab: automatischer Datenfluss von der Aufnahme bis zum (fast) fertigen Plan.



Beispiel: Auswertung einer Geländeaufnahme (Lage- und Höhe):

Geg: Standpunkt p1, Richtungen zu 2 Fernzielen

Gem: die Richtungen (Horizontalwinkel und Vertikalwinkel) und schiefen Seiten zu den Detailpunkten 1001, 1002, 1003, die Instrumentenhöhe des Standpunktes und die Zielhöhen bei den Detailpunkten

Ges: die Koordinaten der Detailpunkte und die Sperrmasse zwischen diesen Punkten

	PNR	Y	X	H/RI	ORWI
			RI	SEITE	ZNWI
Standpunkt:p1	-82710,265		400571,086	127,224	I= 1,750
Fernziel1:p2	-82759,320		400697,339	309,4650	66,9423
Fernziel2:100040	-82590,110		400452,760	82,5660	66,9458
				OM=	66,9444
			122,3450	40,122	102,3456
1001	-82703,551		400531,557	126,046	Z = 1,450
			125,2230	37,122	104,3470
1002	-82705,720		400534,330	124,991	Z = 1,450
			133,2450	45,222	99,2350
1003	-82710,400		400525,867	128,068	Z = 1,450

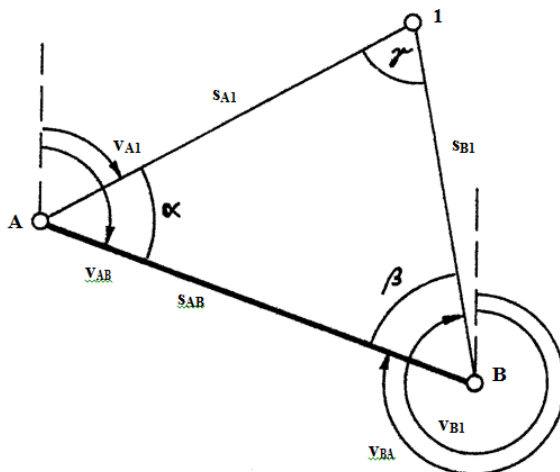
SPERRMASSBERECHNUNG:

PNR	Y	X	DIST
1001	-82703,551	400531,557	
1002	-82705,720	400534,330	3,521
1003	-82710,400	400525,867	9,671

z.B.: Geländeaufnahme / CAD-Plan Hbf Wien

4.2.3 Bogenschnitt

Punktbestimmung durch Distanzmessung



Geg.: die Punkte A und B

Gem.: die bereits horizontierten Distanzen sA1, sB1

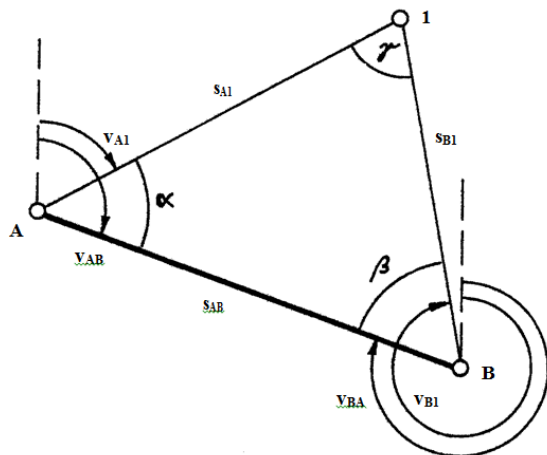
Ges.: Punkt 1 und Punkt 1a auf der anderen Seite!

Beispiel:

PNR	Y	X	S1/RIWI1	S2/RIWI2
p1	-82710,265	400571,086		
p2	-82759,320	400697,339	135,448	
2001	-82776,444	400610,691	-77,125	-88,324
			134,3315	12,4216
2001a	-82688,186	400644,983	77,125	88,324
			218,4832	340,3931

4.2.4 Vorwärtsschnitt

Punktbestimmung durch Winkelmessung



Geg.: die Punkte A und B

Gem.: die Winkel Alfa und Beta bzw. die gemessenen Richtungen – es können auch weitere Fernziele einbezogen werden

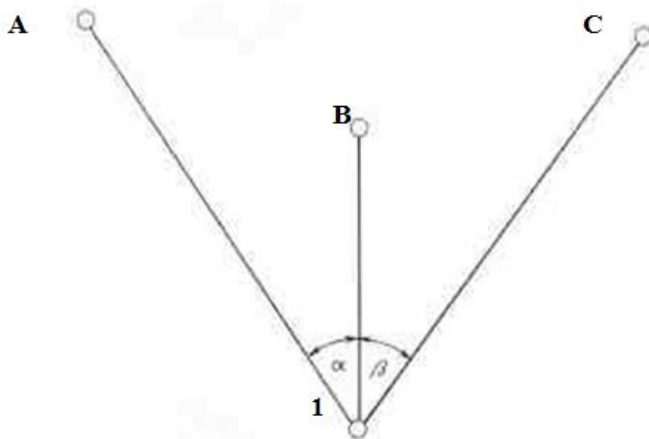
Ges.: Punkt 1

Beispiel:

PNR	Y	X	RI RI1/S1	ORWI RI2/S2
p1	-82710,265	400571,086		
p2	-82759,320	400697,339	309,4663	66,9410
100040	-82590,110	400452,760	82,5657	66,9461
			OM=	66,9441
p2	-82759,320	400697,339		
p1	-82710,265	400571,086	123,4412	52,9661
				52,9661
3001	-82636,884	400598,581	10,2330	290,2450
			78,363	157,301
3002	-82622,548	400578,993	27,3330	292,4440
			88,072	180,866
3003	-82626,910	400570,592	33,4330	295,6430
			83,356	183,295

4.2.5 Rückwärtsschnitt

ist eine **Methode** der Punktbestimmung nur durch Winkelmessung bzw. Messung von Richtungen zu bekannten Punkten: 3 Punkte sind notwendig, zur Kontrolle sollte man aber zumindest 4 Punkte anvisieren.



Geg.: die Punkte A, B und C, die nicht begehbar sein müssen

Gem.: die Winkel Alfa und Beta im Standpunkt 1 bzw. die Richtungen zu den 3 Punkten

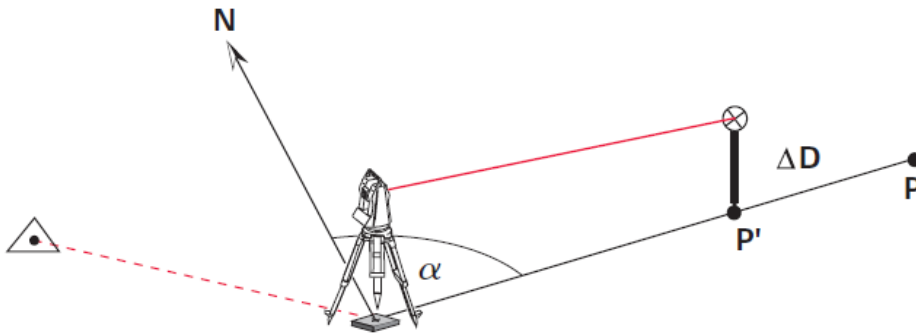
Ges.: der Standpunkt 1

PNR	Y	X	RI
p2	-82759,320	400697,339	78,3064
100048	-82847,330	400890,820	75,0552
3001	-82636,884	400598,581	169,1000
4001	-82710,527	400559,737	SG= -0,99862 (Schnittgüte)

4.3 Absteckung

Absteckung = Übertragung von Koordinaten in die Natur:

Die abzusteckenden Seiten und Richtungswinkel werden im Büro errechnet oder bei Totalstationen im Feld automatisch ermittelt: es muss dabei nur ein entsprechendes Messdatenfile vom PC auf das Speichermedium übertragen werden – der Rest läuft im Feld ab.



Nach Eingabe der Standpunktnummer werden die Koordinaten des Standpunktes aus dem Speicher geholt, das erste Fernziel eingestellt und nach Eingabe der Nummer des Fernzieles wird der Richtungswinkel ermittelt und damit ist das Gerät automatisch orientiert.

Für die Absteckung werden fortlaufend die Nummern der abzusteckenden Punkte eingegeben, die Richtungen werden automatisch ermittelt und das Instrument visiert das Ziel automatisch an: der Spiegelträger wird eingefluchtet und anschließend werden laufend die Seiten gemessen und mit den errechneten Seiten (Soll) verglichen: diese Differenzen werden dem Spiegelträger mitgeteilt = iterativer Prozess.

Steht keine Totalstation zu Verfügung ist die Absteckung etwas komplizierter: die Einstellungen müssen manuell anhand von Abstecklisten / Absteckprotokollen vorgenommen werden.

Geg.: Standpunkt p2

Ges.: Absteckdaten (Richtungswinkel nach Norden und horizontale Seite) zu den Punkten 101-125

<i>PNR</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>DIST</i>	<i>RIWI</i>
p2	-82759,320	400697,339		
101	-82784,687	400708,135	27,569	325,6158
102	-82788,420	400698,225	29,113	301,9377
103	-82767,761	400661,182	37,129	214,6006
105	-82746,727	400614,222	84,066	190,4274
106	-82710,527	400559,737	145,997	178,3064
108	-82708,793	400575,534	131,869	174,9671
116	-82713,761	400557,490	147,083	179,9509
118	-82653,489	400483,901	238,235	170,6955
122	-82648,438	400497,455	228,579	167,7572
124	-82783,671	400705,317	25,625	320,1557
125	-82767,009	400659,442	38,669	212,7435

5. GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)

5.1 Grundprinzip

Das NAVSTAR-GPS Satellitensystem wurde zur weltweiten Echtzeitpositionierung entwickelt.

24 Satelliten (derzeit etwa 31 aktive) bewegen sich auf 6 Bahnen in ca. 20.000 km Höhe. Sie sind so angeordnet, dass jederzeit an jedem Ort der Erde zumindest 6-8 Satelliten sichtbar sind.



Video GPS/GNSS

Die Bahndaten der Satelliten sind bekannt. Ihre aktuellen Positionen werden in einem erdgebundenen Koordinatensystem = WGS84 (World Geodetic System 84) angegeben:

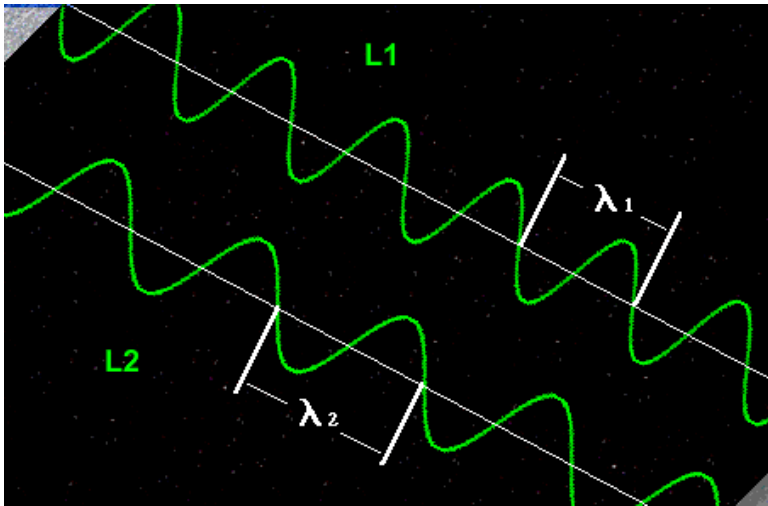
Satellitenempfänger auf der Erde können ihre Position in diesem Weltkoordinatensystem stets und sofort bestimmen: die Positionsbestimmung erfolgt über Streckenmessungen. Im Prinzip lässt sich die Position durch die Messung der Entfernungen zu 3 Satelliten bestimmen: räumlicher Bogenschnitt: Schnitt von 3 Kugeln



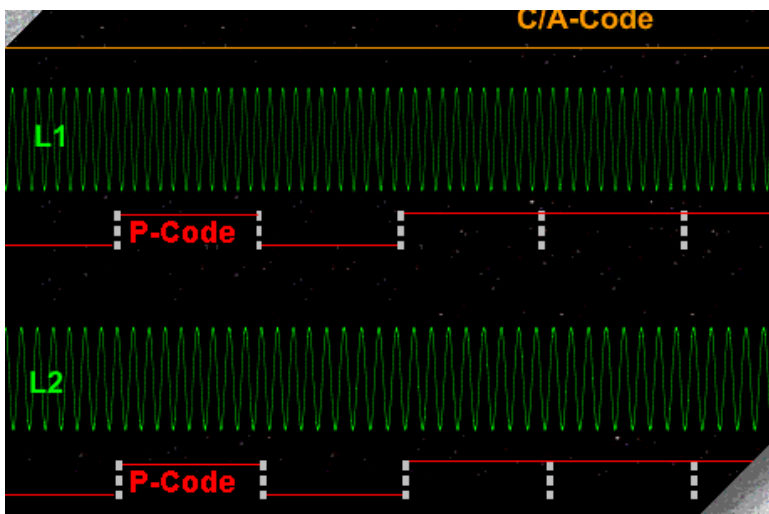
Die Entfernung ergibt sich auch hier wieder durch die Formel $2s = c \cdot t$ (Strecke=Lichtgeschwindigkeit mal Zeit): soll eine Strecke auch nur auf einen Meter genau gemessen werden muß die Zeit auf 3,3 Nanosekunden genau gemessen werden ($3,3 \cdot 10^{-9}$): dies ist eine hohe Anforderung.

Für die Satelliten ist dies realisiert: sie besitzen hochpräzise Atomuhren, für die Empfänger nicht: es kommt als 4. Unbekannte also noch die Uhrendifferenz dazu: diese würde die Streckenmessung verfälschen und nur Pseudostrecken liefern: durch die Messung zu einem 4. Satellit bekommt man dieses Problem in den Griff: es müssen daher immer zumindest 4 Satelliten sichtbar sein!

Die Satellitensender erzeugen 2 Kurzwelligensignale die mit L1 und L2 bezeichnet werden (Wellenlänge 19,05cm und 24,45 cm)



L1 und L2 dienen als Trägerwellen für 2 Code-Signale: den präzisen P-Code (Prezise-Code: auf L1 und L2) und den groben C/A-Code (nur auf L1). Auch die Daten über die Bahn des Satelliten werden über L1 übertragen.

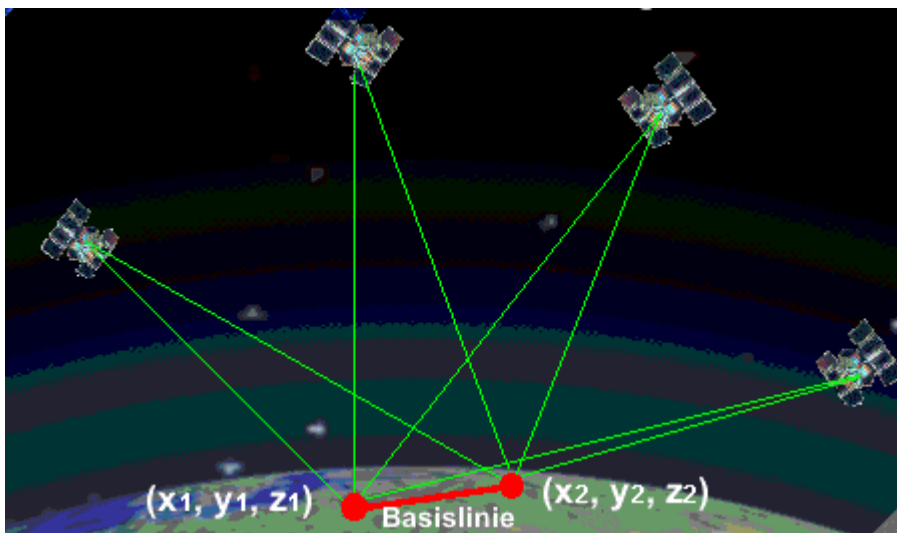


Neben den GPS-Satelliten werden derzeit schon auch die russischen Glonass- Satelliten einbezogen und künftig die Galileo-Satelliten.

5.2 DGPS – differenzielles GPS

Die absoluten Koordinaten bieten nur eine Genauigkeit für Ortung etc. (10-100m) aber nicht für eine hochpräzise Vermessung. Die relativen Positionen zueinander = Basislinien können aber recht gut bestimmt werden, da viele Fehlereinflüsse wegfallen.

Beim DGPS wird auf zu mindestens 2 Stationen gleichzeitig gemessen: damit werden die Koordinatendifferenzen zwischen diesen beiden Stationen sehr genau bestimmt. Man benötigt daher immer eine **Referenzstation** mit bekannten WGS84-Koordinaten und eine mobile Station = **Rover**.



Zusätzlich erfolgt die Messung hier zur Genauigkeitssteigerungen nicht über Codemessungen, sondern über Trägerphasenmessungen – ähnlich wie bei der elektrooptischen Entfernungsmessung. Neben dem Phasenreststück müssen die ganzzahligen Vielfachen der Trägerwelle bestimmt werden: dabei darf es keine Mehrdeutigkeiten = ambiguity geben. In der Regel werden Mehrkanalempfänger eingesetzt: diese erlauben es gleichzeitig zu verschiedenen Satelliten und auf unterschiedlichen Trägerfrequenzen zu messen.

Nur mit Trägerphasenmessungen kann man entsprechende Genauigkeiten erreichen:

Real-Time: 2-3 cm: kurze Beobachtungszeiten von wenigen Sekunden

Post-processing: kleiner 1cm: lange Beobachtungszeiten bis zu mehreren Stunden

Höhe: in der Regel doppelt so ungenau

5.3 Transformation ins Landessystem

Um aus den WGS-Koordinaten Landeskoordinaten und Höhen zu erhalten zu erhalten, müssen die aus der GPS-Messung ermittelten Punkte ins System der Landeskoordinaten transformiert werden. Die Anbindung an das Landeskoordinatensystem geschieht über die Positionierung der Antennen über mindestens 3 Punkten, deren Koordinaten und Höhen auch im Landessystem bekannt sind.

Die Transformation erfolgt über eine sogenannte 7-Parameter Transformation: 3 Verschiebungen, 3 Drehungen und ein Maßstabsfaktor

Bericht Transformation Klassisch 3D



System A	17116 ÖBB Salzburg-Schw	System B	17116 trafo stp
Ellipsoid:	WGS 1984	Ellipsoid:	Bessel
System:	WGS84	System:	-
		Höhenmodus:	Orthometrisch

Transformationsparameter

Anzahl der Passpunkte:	34	Transformationsmodell:	Bursa Wolf
Rotationsursprung:	X0	0.0000	m
	Y0	0.0000	m
	Z0	0.0000	m

Nr.	Parameter:	Wert	r.m.s.	Einheit
1	Verschiebung dX	-839.5438	3.1213	m
2	Verschiebung dY	262.5072	5.8667	m
3	Verschiebung dZ	-317.7120	1.6830	m
4	Rotation um X	-2.26753	0.13514	"
5	Rotation um Y	-7.82846	0.10734	"
6	Rotation um Z	14.45967	0.13977	"
7	Massstab	-0.7008	0.1217	ppm

Sigma a priori: Sigma a posteriori: 1.0000 0.0034

Residuen m

Kartesisch:				
System A	System B	dX	dY	dZ
0173-0179-094	0173-0179-094	0.0018	-0.0001	0.0000
2196-02036630	2196-02036630	-0.0026	-0.0016	-0.0033
2197-02039040	2197-02039040	0.0004	0.0007	0.0007
2198-02040380	2198-02040380	0.0007	0.0008	0.0004
2199-02041900	2199-02041900	0.0001	0.0008	0.0007
2200-02042300	2200-02042300	-0.0005	0.0016	0.0011

5.4 Methoden von GPS

5.4.1 Post-Processing

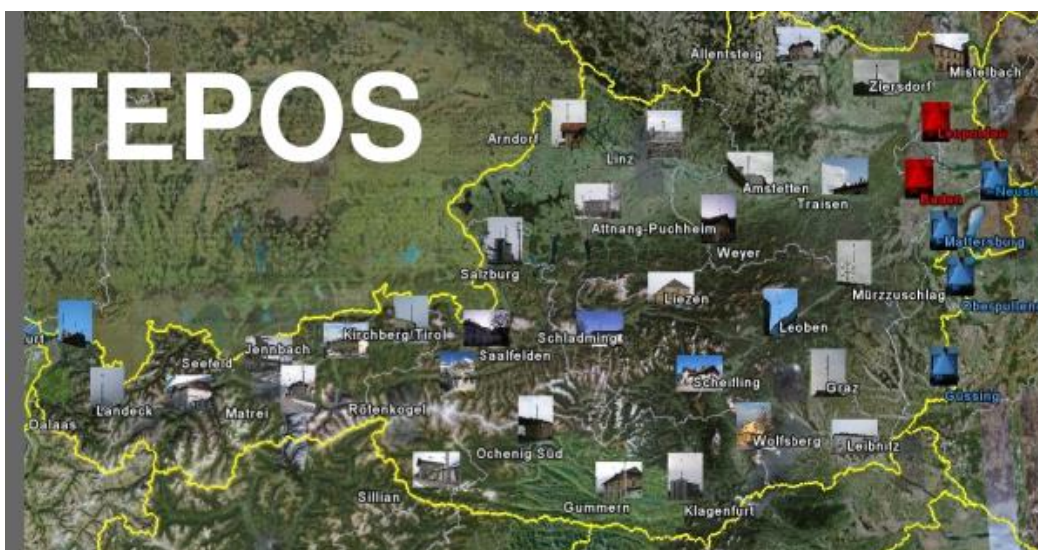
Im Post-Processing erfolgt die Auswertung der Datensätze der Referenzstation und der mobilen Station im Büro – dafür gibt es geeignete Auswerteprogramme: im Unterschied zu herkömmlichen Auswertemethoden kann man GPS hinsichtlich der Auswertung durchaus als Black-Box bezeichnen.

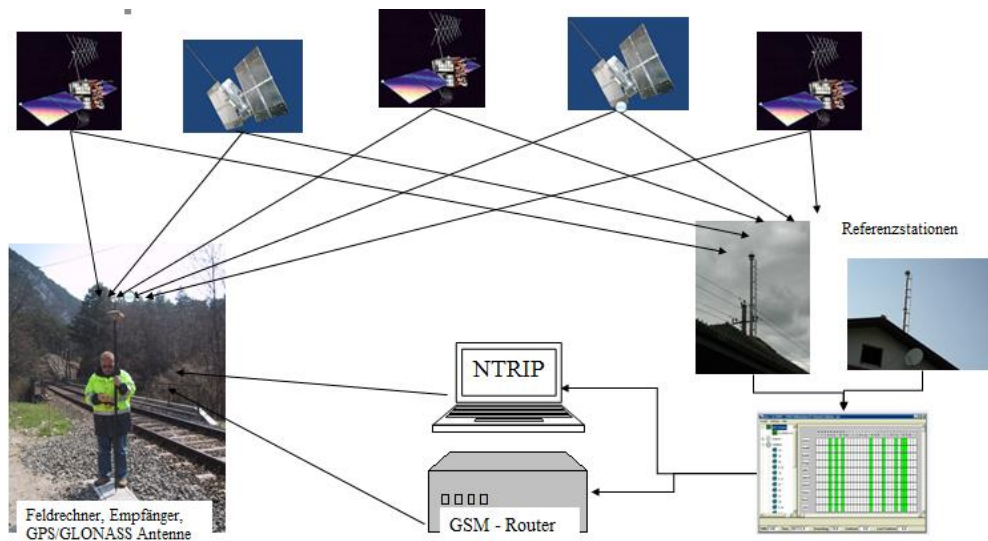
5.4.2 Echtzeitmessung = RTK (Real Time Kinematic)

Bei der Echtzeitmessung werden Mess- und Korrekturdaten direkt per Funk ausgetauscht - es können damit auch Echtzeitkoordinaten ermittelt werden und auch sofort Absteckungen vorgenommen werden. Neben den Problemen mit Abschattungen (nicht genügend Satelliten sind sichtbar: v.a. wenn es Abschattungen im Süden gibt) kann es in diesem Fall noch zusätzlich Probleme mit der Telemetrie=Funk geben.

5.4.3 Referenzdienste

In letzter Zeit werden auch Referenzdienste angeboten: man kann dadurch auf die 2. Station = Referenzstation verzichten und kann die Daten zukaufen: System APOS von der staatlichen Behörde BEV bzw. TEPOS (externe Bezeichnung: EPOSA) von ÖBB/Wienstrom und diverse sonstige Energieversorger.





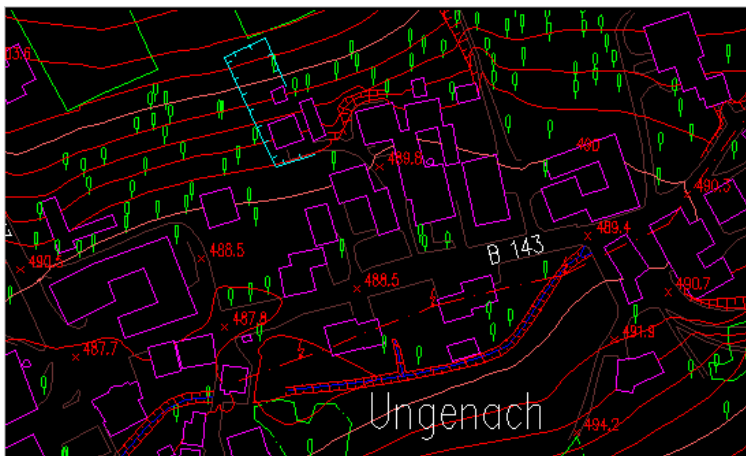
6. PHOTOGRAMMETRIE + LASERSCANNING

6.1 PHOTOGRAMMETRIE

6.1.1 Kurzbeschreibung

Die Photogrammetrie ist eine spezielle Methode der Vermessung, bei der die Lage, Größe und Form von Objekten 3-dimensional aus Bildern (Photographien) rekonstruiert werden kann. Voraussetzung dafür ist, dass ein Objektpunkt in mindestens zwei von verschiedenen Positionen aufgenommenen Fotos abgebildet ist.

Die Ergebnisse einer **photogrammetrischen Auswertung** sind typischerweise Karten (Lage- und Höhenpläne), entzerrte photographische Bilder (**Orthophotos**) oder **Digitale Geländemodelle**.



photogrammetrische Strichauswertung



Großmaßstäbiges Orthophoto überlagert mit Inhalt der Digitalen Katastralmappe

Abhängig von der Position der Kamera während der Aufnahme unterscheidet man zwischen Aerophotogrammetrie (= Luftbildmessung) und terrestrischer Photogrammetrie (= Erdbildmessung).

Bei der Luftbildmessung befindet sich die Kamera in einem **Vermessungsflugzeug** und die Aufnahmeachse der Kamera zeigt möglichst exakt senkrecht nach unten zur Erdoberfläche (Senkrechtaufnahmen).

Terrestrische Photogrammetrie: wird zur Vermessung von Gebäuden, Brücken, Industrieanlagen, Maschinen und ingenieurtechnischen oder künstlerischen Modellen eingesetzt. Aufnahme vom Boden aus aber gleiches Mess- und Auswerteprozess.

6.1.2 Bildflug

Beim photogrammetrischen Bildflug wird das Interessensgebiet streifenweise systematisch mit Vermessungsflugzeugen und **Luftbildkamern** befliegen. In regelmäßigen Abständen werden innerhalb des Flugstreifens Senkrechtaufnahmen ausgelöst, sodass sich aufeinanderfolgende Bilder um mindestens 60 % überlappen. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Streifen wird so gewählt, dass auch hier eine Überlappung von mindestens 20 % zustande kommt. Diese Längs- und Querüberdeckung ist notwendig, um dafür zu sorgen, dass jeder Geländepunkt in mindestens zwei Aufnahmen abgebildet und damit die 3-dimensionale photogrammetrische Auswertung ermöglicht wird. Bei digitaler Kamera noch höhere Überdeckungen und größere Bildanzahl.

6.1.3 Bildmaßstab

Das Gelände wird im Luftbild verkleinert dargestellt. Das Verhältnis von Entfernungen zwischen Punkten im Bild und denselben Punkten in der Natur wird als Bildmaßstab bezeichnet. Der Bildmaßstab kann daher näherungsweise aus Vergleich von Entfernungen im Bild und einer maßstäblichen Karte abgeleitet werden. Eine andere Möglichkeit besteht in der Berechnung des Verhältnisses zwischen **Kammerkonstante (Brennweite)** und **Flughöhe** über Grund.

6.1.4 analoge Luftbildfilme

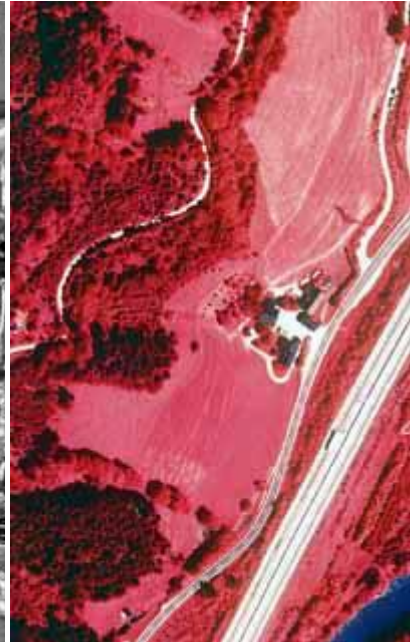
Schwarz/Weiß-Filme, Farbfilme, Falschfarbenfilme (Infrarot) benutzt



*Luftbildfilm
Farb-Positiv-Film*



*Luftbildbild
Schwarz/Weiß-Negativ-Film*



*Luftbildbild
Farbinfrarot-Positiv-Film*

6.1.5 digitale Bildflüge

In den letzten Jahren werden beinahe nur mehr digitale Bildflüge durchgeführt (z.B. Vexcel Ultracam). Allerdings noch sehr hohe Anschaffungskosten.



6.1.6 photogrammetrische Auswertung

Die 2-dimensionale oder 3-dimensionale Rekonstruktion von Objekten aus photographischen Bildern wird als photogrammetrische Auswertung bezeichnet. Sie wird von Auswertern unter Ausnutzung der Fähigkeit zum stereoskopischen Sehen auf photogrammetrischen Auswertegeräten durchgeführt.

Die Ergebnisse einer photogrammetrischen Auswertung sind typischerweise digitale Daten für Geoinformationssysteme (GIS), digitale oder analoge Karten (Lage- und Höhenpläne), entzerrte photographische Bilder (Orthophotos), Einzelpunkte (z. B. Grenzpunkte) oder Digitale Geländemodelle.

Wichtig vor der Auswertung ist die Orientierung der Bilder:

Relative Orientierung:

Die Bilder müssen so zueinander gedreht werden und verschoben werden damit ein stereoskopischer Effekt entsteht und die Situation bei der Aufnahme wiedergegeben wird!

Aerotriangulation:

Aerotriangulation ist eine photogrammetrische Methode, um für einen Bildblock durch Messung der Koordinaten von Pass- und Verknüpfungspunkten in den Bildern gleichzeitig die Orientierungsparameter aller Bilder zu bestimmen (=relative Orientierung). Die Koordinatenmessungen werden einem numerisch aufwendigen Ausgleichungsverfahren unterzogen und daraus die Koordinaten der Projektionszentren und Bild Drehungen berechnet.

Der wirtschaftliche Vorteil der Aerotriangulation liegt darin, dass im Vergleich zur Einzelbildorientierung deutlich weniger **Passpunkte** benötigt werden und die Genauigkeit nur unwesentlich gegenüber der Orientierung von Einzelbildern abnimmt.

Absolute Orientierung:

Damit erfolgt die Transformation vom Bildkoordinatensystem ins Landessystem

6.1.7 photogrammetrische Auswertegeräte

Photogrammetrische Auswertegeräte sind optische Präzisionsinstrumente, auf denen von einem Auswerter photogrammetrische Auswertungen durchgeführt werden können. Dazu werden über Linsen- und Spiegelsysteme dem linken und rechten Auge des Auswerter jeweils ein Bild zugeführt, die vom Gehirn wie beim natürlichen räumlichen Sehen zu einem Raumbild verschmolzen werden. Zusätzlich wird eine virtuelle Messmarke eingeblendet, die gegenüber dem Raumbild bewegt werden kann. Das Raumbild wird auch als photogrammetrisches Modell bezeichnet. Die Auswertung beruht nun darauf, dass der Auswerter die Meßmarke auf ausgewählte Punkte des Modelles aufsetzt und die Positionen der Meßmarke in einem 3-dimensionale Koordinatensystem registriert werden können. Je nach Art des Auswertegerätes unterscheidet man zwischen Analogauswertegeräten, analytischen Auswertegeräten und digitalen Auswertegeräten.



*Analytisches Auswertegerät
SD-2000 (Leica)*



*Digitales Auswertegerät
ImageStation ZII (Intergraph)*

6.1.8 Passpunkte und Verknüpfungspunkte

Passpunkte sind zur Ermittlung der **äußeren Orientierung** von Bildern (=relative Orientierung und absolute Orientierung) erforderlich. Es sind ausgewählte Punkte, deren Position in der Natur exakt eingemessen wird und die gleichzeitig im Luftbild identifiziert und gemessen werden können. Entweder handelt es sich um natürliche Passpunkte (z. B. Kanaldeckel, Gebäudeecken, ...) oder vor dem Flug mit hellen Signaltafeln markierte Passpunkte. Aus den 3-dimensionalen Koordinaten der Punkte in der Natur und den 2-dimensionalen Koordinaten der Punkte in den Bildern lassen sich die Orientierungsparameter der Bilder rechnerisch ermitteln.

6.1.9 Genauigkeiten

Die Genauigkeiten in der Lage und in der Höhe sind grundsätzlich getrennt zu betrachten, da sie von unterschiedlichen Parametern beeinflusst werden.

Die Lagegenauigkeit ist direkt proportional zum Bildmaßstab bzw. konstant bezogen auf das Bild. Die verwendete Objektivbrennweite spielt keine nennenswerte Rolle. Als Richtwerte können für signalisierte Punkte $\pm 6 \mu\text{m}$ (= 0,006 mm) und für natürliche Punkte $\pm 15 \mu\text{m}$ im Bild angegeben werden. Der Genauigkeitsunterschied liegt zum großen Teil in der Definitionsunsicherheit und damit geringeren Identifizierbarkeit von natürlichen Punkten (z. B. Hausecken, Zaunecken, Kanaldeckeln, Feldecken, ...) gegenüber den signalisierten Punkten.

Die Höhengenaugigkeit von Einzelpunkten ist in guter Näherung linear proportional zur Flughöhe über Grund (= Aufnahmeentfernung) und kann mit $\pm 0,1$ Promille der Aufnahmeentfernung angegeben werden.

Beispiel:

Bildmaßstab 1:15000, Kammerkonstante = 21 cm
Flughöhe über Grund = 3150 m

Lagegenauigkeit:

6 μm im Bild entsprechen 9 cm in der Natur

15 μm im Bild entsprechen 22,5 cm in der Natur

Höhengenaugigkeit:

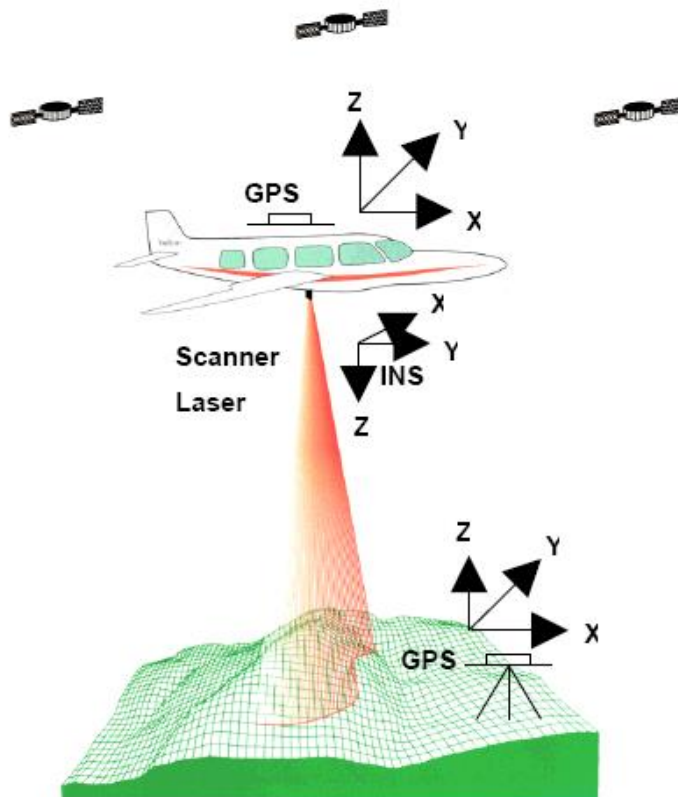
0,1 Promille der Aufnahmeentfernung entsprechen 31,5 cm in der Natur

Beispiel: **photogrammetrische Strichauswertung**

6.2 LASERSCANNING (ALS)

6.2.1 ALS-Grundprinzip

Laserscanner sind Sensorsysteme, die zur direkten Erfassung der topographischen Geländeoberfläche dienen. Mit der kommerziellen Verfügbarkeit von flächenhaft abtastenden Lasersensoren, sogenannten Laserscannern, ist der Übergang von der früheren linearen zur flächendeckenden Erfassung der Geländeoberfläche möglich. Der Vorteil der Laserscanning-Techniken ist in der vollständigen digitalen Weiterverarbeitung zu sehen, die dann offline im Büro geschieht.

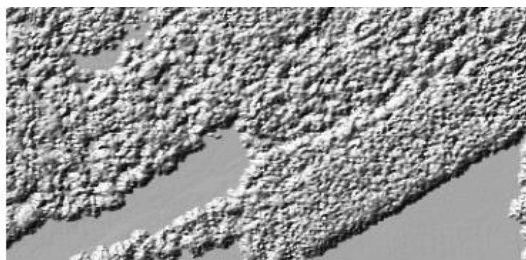
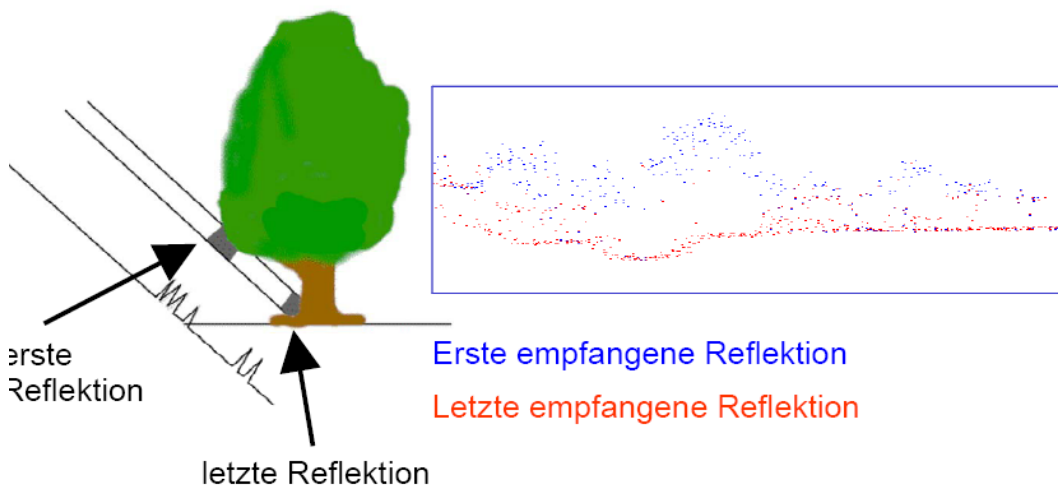


Beispiel: **ALS = Airborne Laser Scanning**

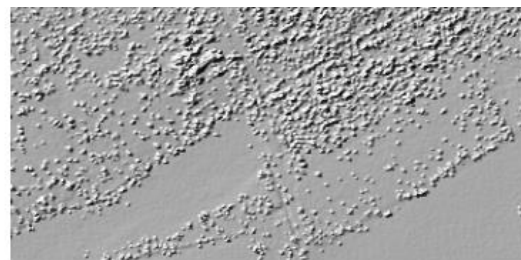
Die auf dem Markt angebotenen Laserscanner können nach dem Messprinzip unterschieden werden in:

- **gepulste Laser:** bieten die Möglichkeit, die erste und letzte Reflektion des ausgesandten Signals getrennt zu messen. Daher kann bei einer Messung im Wald, aufgrund der hohen Durchdringungsraten durch Laub- und Nadelwaldbestände, zwischen dem Bodenprofil (letzte Reflektion) und dem Bedeckungsprofil (erste Reflektion) unterschieden werden.
- obiges Prinzip liegt beim permanent messenden **Continuous Wave (CW) Laser** nicht vor.

Gepulste Laser: **First Pulse / Last Pulse**



Erste Reflektionen



Letzte Reflektionen

Hinsichtlich des Scanprinzips kann noch zwischen Scannern mit kippenden oder rotierenden Spiegeln bzw. mehrfach nebeneinanderliegenden Laserdioden, wobei jeder Diode eine bestimmte Messrichtung zugewiesen wird, differenziert werden. Die Öffnungswinkel für die flächenhafte Abtastung liegen bei etwa 10 Grad. Bei Flughöhen von 1.000-1.500 m sind Genauigkeiten in der Lage von 1 m und in der Höhe von 0.1-0.3m zu erreichen. Die erreichbare Genauigkeit wird im Wesentlichen durch die Genauigkeit der Sensorpositionierung/-orientierung mittels GPS und INS limitiert.

Punktdichte: 4 Punkte / m² bis 16 Punkte / m²

Die Genauigkeit der Laserdaten hängt stark ab von der Genauigkeit der Georeferenzierung!

6.2.2 ALS-Prozesse

Flugplanung

- Anforderungen, Machbarkeit, Ökonomische Planung

Datenerfassung

- Laserrohdaten (Binärdateien)
- Rohdatenaufbereitung

Rohdatenprozessierung

- Kalibrierung
- Trajektorienauswertung
- Rohdatenauswertung
- Georeferenzierung
- Streifenabgleich
- ev. Feingeoreferenzierung

Klassifizierung

- Klassifizierung der Punktwolke
- Filterungen von bestimmten Objekten
- Nachbearbeitung

Darstellung

- digitale Geländemodelle
- digitale Oberflächenmodelle
- Höhenschichtenlinien
- Objekte: automatische Objekterkennung immer noch nicht zufriedenstellend

Weiterverarbeitung

- Für Projektierungen
- Für GIS (geogr. Informationssysteme)
- Dokumentation
- Visualisierungen

Airborne-Laserscanning erlaubt also die massenhafte Weiterverarbeitung von 3D-Daten in kürzester Zeit für Zwecke der Visualisierung, Zustandsänderungen und Projektierungen, die relative Genauigkeit ist sehr gut und kann bei wenigen cm liegen, die absolute Genauigkeit ist abhängig von der Qualität der Georeferenzierung

6.2.3 Beispiele

6.2.3.1 Laserscanprojekt Salzburg: Punktwolke

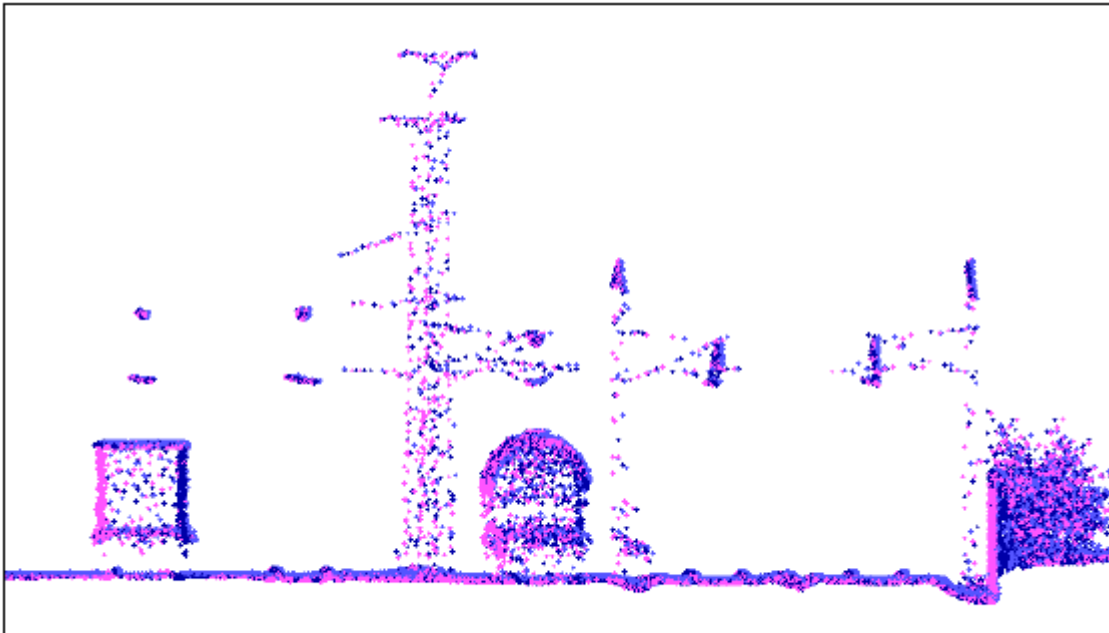


Abbildung 3: ALS-Punktwolke im Gleisbereich (Aufriß)

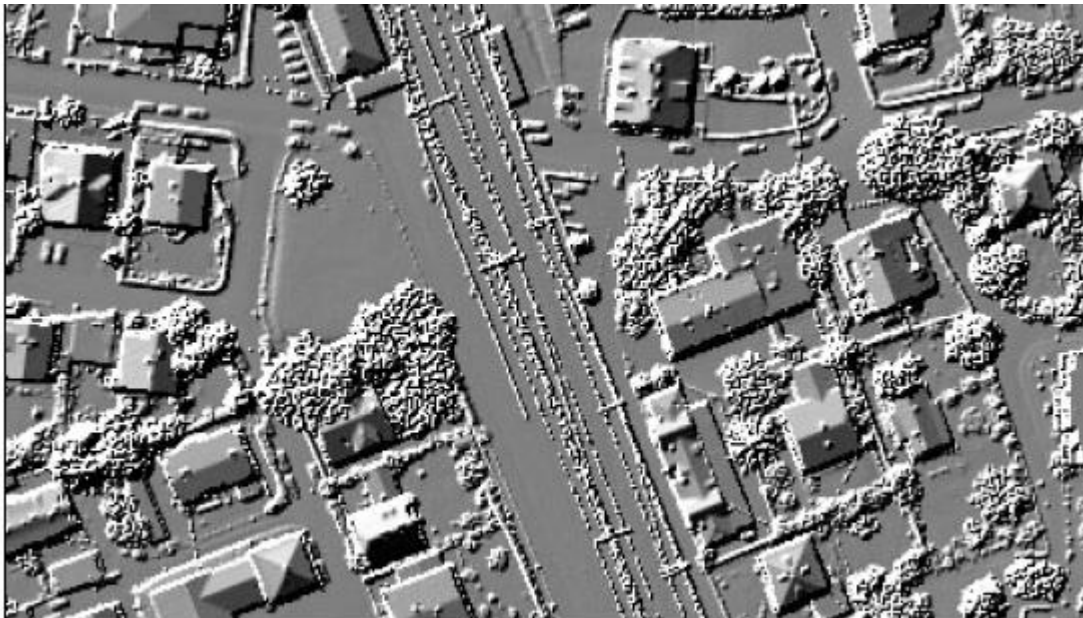


Abbildung 4: Shading eines Flugstreifenausschnittes (unbearbeitetes Oberflächenmodell)

7. LANDESMESSEUNG, KATASTER

7.1 Organisation des Vermessungswesens in Österreich

7.1.1 Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

Das BEV ist eine dem Bundesministerium für **Bundesministerium** für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort nachgeordnete Bundesbehörde mit den Aufgabenbereichen Vermessung und Geoinformation und Mess- und Eichwesen. Sitz der Zentrale ist Wien, österreichweit ist das BEV mit 58 (früher 67) Dienststellen in allen Bundesländern vertreten. Zu diesen Dienststellen gehören auch die Vermessungsämter.

Die Aufgabenschwerpunkte des **Fachbereiches Vermessung und Geoinformation** im BEV sind die **Grundlagenvermessung (Festpunktfeld etc.)**, die Anlegung und Führung des **Katasters** zur Dokumentation der räumlichen Zuordnung der Eigentumsrechte an Grund und Boden und die topographische Landesaufnahme. Die Ergebnisse dieser Arbeiten bilden als nationale **Geobasisdaten** die Grundlage der österreichischen Geodaten-Infrastruktur.

Wichtige Anwendungsbereiche sind beispielsweise Raumplanung, Telematik/Verkehrslenkung, Umwelt- und Naturschutz, Landesverteidigung, innere Sicherheit sowie Land- und Forstwirtschaft.

Der **Fachbereich Mess- und Eichwesen** umfasst das Nationale Metrologie-Institut und die nationale Eichbehörde. Als Nationales Metrologie-Institut ist das BEV verantwortlich für die Bereithaltung und Weiterentwicklung der nationalen Messnormale. Die Aufgaben der Eichbehörde sind Vollzugsmaßnahmen im Rahmen des gesetzlichen Messwesens, die sicherstellen, dass die zum Schutz und zur Sicherheit der Wirtschaft und Gesellschaft notwendigen Messungen mit der erforderlichen Genauigkeit und den gesetzlichen Bestimmungen entsprechend durchgeführt werden.

7.1.2 Vermessungsämter

Im Vermessungsgesetz sind den Vermessungsämtern genau definierte Aufgabenbereiche der Landesvermessung innerhalb ihres Sprengels übertragen worden. Dabei handelt es sich insbesondere um die Führung des Grenzkatasters und die damit verbundenen Amtshandlungen. Bei den Vermessungsämtern ist ebenso wie bei Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen die Einsichtnahme in den Grenzkataster gegen Gebühr möglich. In ihrer Behördenfunktion stellen Vermessungsämter Bescheide über die Umwandlung von Grundstücken in den Grenzkataster aus sowie auch als Grundlage der grundbücherlichen Durchführung von Teilungsplänen.

Die Örtliche Zuständigkeit der Vermessungsämter ist durch die Sprengelverordnung geregelt, indem mehrere Gerichtsbezirkssprengeln als einem Vermessungsamt zugehörig erklärt werden.

7.1.3 Vermessungsbefugte

Das Vermessungsgesetz nennt im § 43 (in Verbindung mit § 1 LiegTeilG) den Kreis der Vermessungsbefugten und regelt ihre Befugnisse. Neben den Vermessungsbehörden selbst sind

- Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen
- Dienststellen des Bundes oder der Länder, die über entsprechend qualifizierte Bedienstete verfügen innerhalb ihres Wirkungsbereiches (die ÖBB seit ca. 15 Jahren nicht mehr)
- Agrarbehörden innerhalb ihres Wirkungsbereiches

befugt:

- Grennzeichen (Grenzsteine, Grenzmarken etc.) anzubringen
- Planurkunden für Zwecke grundbücherlicher Teilungen, Umwandlungen in den Grenzkataster und zur Aktualisierung des Katasters (Mappenberichtigungspläne, Änderungen der Benützungsarten, Flächenbestimmungen) zu verfassen.

Bei der Durchführung ihrer vermessungstechnischen Tätigkeiten, ist es den Vermessungsbefugten ausdrücklich gestattet, fremde Grundstücke (mit Ausnahme der Gebäude) zu betreten und befahren und Vermessungszeichen zu setzen.

7.1.4 Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen (Zivilgeometer)

sind als Ziviltechniker mit öffentlichen Glauben versehene Personen (§ 4 Abs. 3 ZTG) und als Vermessungsbefugte für die Dokumentation von Eigentum an Grund und Boden verantwortlich.

Voraussetzung für die Berufsausübung ist das Studium Vermessungswesen und Geoinformation an einer Technischen Universität, eine dreijährige einschlägige Praxis und die Ablegung der Ziviltechnikerprüfung. Das Berufsgesetz (§ 14 ZTG) und ihre Vereidigung verpflichtet sie zur uneingeschränkten Objektivität und Einhaltung aller gesetzlichen Regelungen und Normen. Sie haften persönlich für ihre Tätigkeit und unterliegen einem strengen Disziplinarrecht.

Wenn ihnen auch nicht die Kompetenz zur endgültigen Festlegung von Grenzen zukommt – dies obliegt im Streitfall den Gerichten – so sind sie allein durch ihre Unabhängigkeit und ihr Fachwissen berufen, bei allen katastertechnischen Fragen, insbesondere bei Grenzproblemen über rechtliche und technische Grundlagen aufzuklären und eine gütliche Einigung herbeizuführen. Damit haben sich Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen in der Bevölkerung ein hohes Maß an Vertrauen erworben, das Sie in ihrem Handeln mit Richtern gleichstellt: Das Ergebnis ihrer Tätigkeit wird stets dasselbe sein, wer auch immer sie beauftragt.

Ihre Pläne begründen als öffentliche Urkunden vollen Beweis über die Richtigkeit ihres Inhalts und genießen dieselbe Beweiskraft, als wären sie von Ämtern oder Behörden ausgestellt.

Auch in Ihrer Nähe gibt es die Kanzlei eines Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen; informieren Sie sich unter <http://www.arching.at/> auf der Seite ihres Bundeslandes.

7.2 Das Festpunktfeld

Bei jeder Grenzvermessung muss stets messtechnisch der exakte Lagebezug zum amtlichen Festpunktfeld hergestellt und alle relevanten Daten, insbesondere auch die Koordinaten der Grenzpunkte im Landeskoordinatensystem dokumentiert werden. Mit diesen Angaben in den archivierten Urkunden ist sichergestellt, dass jeder Grenzpunkt im Rahmen der gesetzlichen Toleranzmaße von wenigen cm wieder rekonstruierbar ist bzw. Unstimmigkeiten mit veränderten Grenzzeichen in der Natur (z.B. falsch situierten Zäunen) jederzeit aufgedeckt werden können. Wegen des Bezuges aller Fest- und Grenzpunktkoordinaten auf unveränderbare Gegebenheiten der Erdgeometrie (Äquator, definierter Meridian) können auch katastrophale Elementarereignisse wie etwa Erdbeben die Rechtssicherheit des Grenzkatasters nicht stören. Selbst wenn alle Festpunkte zerstört wären, ließe sich trotzdem – wenngleich mit hohem Aufwand – das Festpunktfeld ebenso wie die Grenzpunkte wiederherstellen.

Die Bestimmung der Festpunkte ebenso wie im Anschluss daran jene der Grenzpunkte erfolgte nach dem jeweiligen Stand der Technik: Früher durch Winkelmessung in Dreiecken (Triangulierung) bzw. mittels Maßband (bei Grenzpunkten), heute mit elektronischen Totalstationen oder GPS. Technologische Innovationen führten zu präziseren Ergebnissen und mehr Informationen in den Plänen. Für die Genauigkeit einer Rekonstruktion früherer (30 – 100 Jahre) Messungen ist daher stets die damalige Messmethode mit den ihr anhaftenden Messunsicherheiten maßgeblich.

Das amtliche Festpunktfeld weist mehr als **250.000** Festpunkte auf, deren Lage durch Koordinaten im Landeskoordinatensystem Gauß-Krüger vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen gemeinsam mit den Vermessungsämtern bestimmt wurden und auch laufend geführt werden. Diese Festpunkte sind in der Natur dauerhaft stabilisiert und im Kartenwerk sowie mit schematischen Punktskizzen (Topographien) dokumentiert, um ihre Auffindbarkeit zu erleichtern.

Bsp: Topografie für KT 80-6:

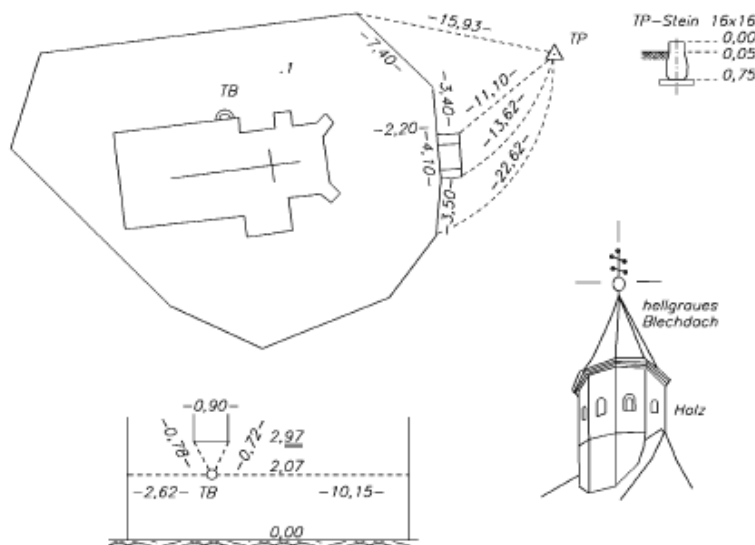
KZ	Stabilisierung, Bezug	J.Lage	y_{GK} [m]	x_{GK} [m]	Op.Lage	h [m]	Op.Höhe	SHW
A1	TP-STEIN/STEIN OBERFLÄCHE	1982	-82140,82	5416235,32	N/44	536,88	N/1982	G
B1	TB/LOCH MITTE	1900	-82168,99	5416226,15	N/44	540,88	N/91	
T1	KNAUF/MITTE	1986	-82162,74	5416223,14	N/302	580,18	N/302	
T2	KNAUF/KREUZ QUERBALKEN	1986	-82162,74	5416223,14	N/302	560,74	N/302	

KZ	KG-Nr.	KG-Name	Gst.Nr.	Mbl.
A1	21151	Kleinzwettl	2	6742-31/3
B1	21151	Kleinzwettl	1	6742-31/3
T1	21151	Kleinzwettl	1	6742-31/3
T2	21151	Kleinzwettl	1	6742-31/3

Orientierungspunkte	Punktname	Pkt.Art	KZ	Stab.Art	AL	Jahr	SHW
108-6	GASTERN,PFARRKIRCHE	TP	T1	KNAUF/MITTE	4	1986	
128-6	HUSCHKABERG	TP	J1	STE/SPITZE	4	1980	

Lage- und Wegbeschreibung:

Teil 1 / 1



7.3 Grundbuch und Kataster

Mit **Grundbuch** und **Kataster** ist das Eigentum an Grundstücken geregelt und dokumentiert; nach den Festlegungen der Raumordnungsgesetze werden Flächenwidmungs- und Bebauungspläne erlassen, in denen die Ausdehnung bebaubarer Flächen sowie die Art der möglichen baulichen Nutzung festgelegt sind. Gefahrenzonenpläne zeigen gefährdete Flächen und den Gefährungsgrad auf; daneben gibt es noch eine Reihe weiterer gesetzlicher Festlegungen, die auf Grund und Boden unmittelbar Bezug haben.

Grund und Boden gehört zu unseren kostbarsten Gütern; er ist nicht vermehrbar und verantwortlich für Lebensqualität und wirtschaftliche Entwicklung der Gesellschaft. Dementsprechend sorgfältig schützen Gesetze sowohl das Eigentum des einzelnen wie auch das öffentliche Interessen an einer nachhaltigen Nutzung im Interesse der heutigen und späteren Generationen.

7.3.1 Grundbuch

Das Grundbuch ist ein öffentliches Register, in das Grundstücke und die sie betreffenden privaten Rechte und Verpflichtungen eingetragen sind.

Das Grundbuch ist öffentlich zugänglich, die darin enthaltenen Eintragungen genießen **öffentlichen Glauben**, d.h. jedermann darf sich auf ihre Richtigkeit und Vollständigkeit verlassen.

Das Grundbuch wird von jenem Bezirksgericht geführt, in dessen Sprengel sich die Liegenschaft befindet. Es besteht aus *Hauptbuch* und *Urkundensammlung*. Das Hauptbuch wird jeweils für eine Katastralgemeinde angelegt, die mit der politischen Gemeinde nicht identisch sein muss. Ein Gerichtsbezirk umfasst eine größere Anzahl von Katastralgemeinden.

Grundbuchsauszug (Beispiel)

Indikator, daß zugehöriges Gst. (689/3) in den Grenzkatster einverleibt ist

Nutzung eines Grundstückes nicht ident mit Widmung lt. Flächenwidmungsplan

Grundstücksfläche unverbindlich

Stichtag des Grundbuchsauszuges

alle zur Liegenschaft gehörigen Grundstücke

Liegenschaftseigentümer mit ihren Eigentumsanteilen

zu duldende Dienstbarkeit / Belastungen

Tagebuchzahl: Nummer, unter der Verträge in der Urkundensammlung zu finden sind

Indikator daß GSt. (bereits einmal) vermessen und Fläche in einer Planurkunde dokumentiert ist

Verträge als Grundlage für die Eintragung ins Grundbuch

```

GRUNDBUCH 11111 Musterort
BEZIRKSGERICHT Mustermarkt
.....
Letzte TZ 1560/2000
.....
GSt-NR G BA (NUTZUNG) FLÄCHE GSt-ADRESSE
868/2 Wald 7416
672/1 Landw. genutzt 1027
673/1 Landw. genutzt 334
689/3 GSt-Fläche 1491
769/25 Baufl. (Gebäude) 205
769/37 Landw. genutzt 1266 F.Samwald-Str. 47
GESAMTFLÄCHE 25602
.....
1 a 1847/1932 RECHT der Errichtung eines Brunnens und des Wasserbezuges
hins GSt 769/19 für GSt 769/25 769/37
3 a gelöscht
.....
ANTEIL: 1/2
Mustermann Albert
Geb. 1964-12-27 Adg. Badgasse 12, Musterstadt 1111
a 1560/2000 Schenkungsvertrag 2000-04-11 Eigentumsrecht
.....
ANTEIL: 1/2
Mustermann Bettina
Geb. 1966-08-08 Adg. Badgasse 12, Musterstadt 1111
a 1560/2000 Schenkungsvertrag 2000-04-11 Eigentumsrecht
.....
1 a 1952/1963
DIENTBARKEIT der elektrischen Leitung über GSt 673/1
gem Pkt 1 2 Übereinkommen 1963-05-17 für
österreichische Elektrizitätswirtschafts-Aktiengesellschaft
Gleichen
.....
4 a 6335/1967 10064/2001
Wohnbesitz gem Abs Zweiten Übergabsvertrag 1967-06-05
für Claudia Mustermann, geb. 1913
.....
6 a 2378/1986 Schuldschein 1986-04-29 270.000,--
PFANDRECHT
.....
7 a 2378/1986
ZINSAUFHEBUNGSGEBOT gem WBF 1984 für Land Niederösterreich
.....
8 a 10065/2003
PFANDRECHT gem Pkt 3. Übergabsvertrag 2000-11-28 für
Dieter Mustermann geb 1935-05-05
Elfriede Mustermann geb 1941-08-08
.....
HINWEIS
Eintragungen ohne währungsbezeichnung sind Beträge in ATS
.....
2003-08-05 14:41,14721 1T ***** ZEILEN: 49
    
```

Im **Hauptbuch** ist für jede flächenmäßige Einheit eine Grundbucheinlage angelegt, die als eigene Einlagezahl (EZ) geführt wird. Gegenstand dieser Grundbucheinlage sind alle in ihr zusammengefassten Flächen als Ganzes: der Grundbuchkörper. Der Grundbuchkörper kann aus einem oder mehreren Grundstücken (Liegenschaften, Parzellen) bestehen. An Flächen, die keine eigene Einlage bilden, können bloß Dienstbarkeiten sowie Veräußerungs- und Belastungsverbote begründet werden.

Jede Grundbuchseinlage besteht aus 3 Teilen („Blättern“): dem A-Blatt (Gutbestandsblatt), dem B-Blatt (Eigentumsblatt) und dem C-Blatt (Lastenblatt).

Das **A-Blatt** umfasst neben der Aufschrift (Bezeichnung der Liegenschaft, EZ) zwei Abteilungen. In der ersten Abteilung (A-1) sind alle **Grundstücke (Parzellen)** des Grundbuchskörpers mit Grundstücksnummer und Benützungsort (früher Kulturgattung) verzeichnet; diese Benützungsort hat keinen Bezug zur Widmung eines Grundstückes im Flächenwidmungsplan. Die zweite Abteilung (A-2) enthält die mit dem Eigentum an der Liegenschaft verbundenen Rechte (z.B. Grunddienstbarkeiten in herrschender Stellung). Außerdem werden in diesem Teil Veränderungen am Grundbuchskörper durch Zu- und Abschreibungen, öffentlich-rechtliche Beschränkungen und Lasten eingetragen.

Das **B-Blatt** gibt über die Eigentumsverhältnisse Auskunft. Es enthält den oder die Eigentümer (unter Angabe der Quote des Miteigentums), damit auch die Eigentumsübertragungen. In diesem Blatt sind auch subjektive Beschränkungen einzutragen, denen der Eigentümer in seiner Vermögensverwaltung persönlich unterliegt (z.B. Minderjährigkeit).

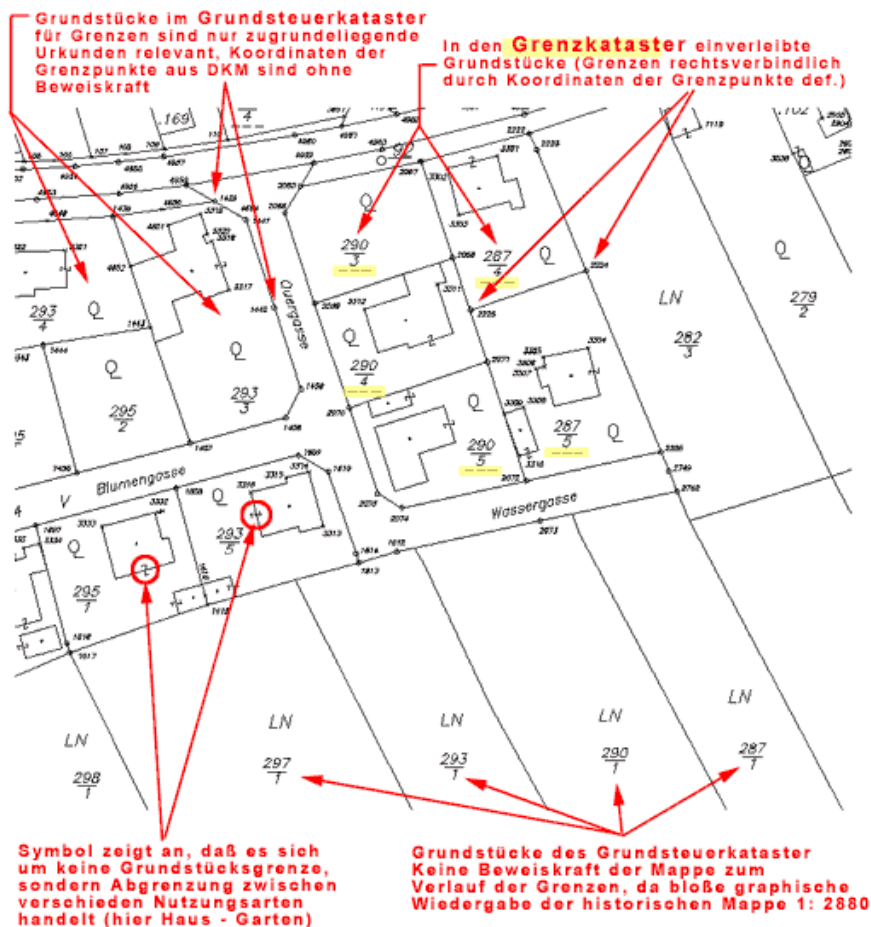
Das **C-Blatt** enthält die mit dem Eigentum an der Liegenschaft verbundenen Belastungen, insbesondere die Pfandrechte (Hypotheken), Dienstbarkeiten in dienender Stellung und Reallasten, außerdem sonstige objektive Beschränkungen wie Veräußerungs- und Belastungsverbote, Vor- und Wiederkaufsrechte, verbücherte Miet- und Pachtverträge.

In der **Urkundensammlung** sind alle Unterlagen (Verträge und behördliche Schriftstücke) chronologisch nach Tagebuchzahlen (TZ) geführt, die Grundlage einer bücherlichen Eintragung bildeten. Seit 1990 verfügt Österreich über ein **elektronisches Grundbuch**.

7.3.2 Kataster

Der **Kataster** stellt neben dem Grundbuch die 2. Säule des österreichischen Systems der Eigentumssicherung an Grund und Boden dar; in der **Katastralmappe** ist die Lage der Grundstücke veranschaulicht, für die im Grundbuch Eigentümer und Belastungen geführt werden.

Ausschnitt aus digitaler Katastralmappe (Beispiel)



Nur für jene etwa 30% aller österreichischen Grundstücke, die in den **Grenzkataster** einverleibt sind, ist der Grenzverlauf rechtsverbindlich dokumentiert. In allen übrigen Fällen macht der Kataster keinen Beweis über den tatsächlichen Grenzverlauf und auch nicht über das Flächenmaß der Grundstücke.

Ob ein Grundstück bereits in den Grenzkataster einverleibt ist, und über welche Qualität die Grundstücksfläche verfügt, kann neben anderen grundstücksbezogenen Daten dem **Auszug aus der Grundstücksdatenbank entnommen werden**. Diese Auszüge sowie Planauszüge aus der **Katastralmappe** erhalten Sie gegen Gebühr beim Vermessungsamt oder bei Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen (Zivilgeometer).

Mappenmaßstäbe: früher 1:2880, heute 1:1000, 1:2000 – flächendeckend digital vorhanden!

```

AUSZUG AUS DEM GRUNDSTÜCKSVRZEICHNIS                NUMMERIERUNG: fortlaufend
KATASTRALGEMEINDE: 18122 Retz Altstadt                GRENZKATASTER: TNA
VERMESSUNGSAMT: Korneuburg
***** 2009-04-06
EINGABE (VOR SORT): 3588-3590
*****
   GST-NR  G   MBL-BEZ BA (NUTZUNG)          FLÄCHE  EMZ      VHW GB-NR  EZ
3588      7341-66/2 Baufl. (Gebäude)          260      11/1993 02001 3127
           Bahnhofplatz 1a
3589/1    7341-66/2
           Baufl. (Gebäude)  T    1914
           Sonstige         T    362
           (Straßenanlage)
           Sonstige         T    96721
           (Bahnanlage)
3589/2    7341-59/1 Landw. genutzt      833      504 491/2007      1599
3589/3    7341-69/1 Landw. genutzt      *    1095      759 8/1990      1599
3589/5    7341-66/2 Baufl. (Gebäude)    1429      11/1993 02001 3127
3589/6    7341-66/2 Baufl. (Gebäude)      *    18      20/1963 02001 3127
3589/7    7341-59/4 Landw. genutzt      *    830      8/1990 02001 3127
3590      7341-60/4 Sonstige         *    4217      499/2008      2270
           (Straßenanlage)
*****
   EZ  LNR  EIGENTÜMER
3127  GRUNDBUCH 02001 Eisenbahnbuch
           1 ANTEIL: 1/1
           ÖBB-Infrastruktur Bau Aktiengesellschaft
           ADR: Bundesbahndirektion Wien, Nordbahnstr. 50 1020
1599  1 ANTEIL: 1/1
           ÖBB-Infrastruktur Bau Aktiengesellschaft FN 71396w
           ADR: Nordbahnstr. 50, Wien 1020
2270  1 ANTEIL: 1/1
           Stadtgemeinde Retz
           ADR: 2070
GEBÜHR: EUR 1,12 ***** 2009-04-06 11:22,46325 1D ***** ZEILEN: 35
Entgelt der Verrechnungsstelle TELEKOM: EUR 0,40
Gesamtentgelt: EUR 1,52 zuzüglich 20% USt.
    
```

Katastralgemeinde:

Katastralgemeinden sind diejenigen Teile der Erdoberfläche, die im Grenzkataster oder im Grundsteuerkataster als solche namentlich bezeichnet sind (§ 7 VermG). Sie bestehen aus einer beliebig großen Anzahl von einzelnen Grundstücken, die ihrerseits die kleinsten räumlichen Objekte des Grundbuchs- und Vermessungsrechtes darstellen.

Eine oder mehrere Katastralgemeinde(n) bilden eine Politische Gemeinde; Verwaltungsbezirke und Gerichtsbezirke setzen sich aus mehreren Politischen Gemeinden zusammen. Aus den angeführten Definitionen ergibt sich, dass Bezirksgrenzen, Grenzen von Politischen und Katastralgemeinden im jeweiligen Abschnitt stets mit Grundstücksgrenzen ident sind.

Grundstück:



Ein Grundstück ist jener Teil einer Katastralgemeinde, der im Grenzkataster oder im Grundsteuerkataster als solcher mit einer eigenen Nummer (der Grundstücksnummer) bezeichnet ist. Grundstücke werden durch Grundbuchsbeschluss neu gebildet oder gelöscht. Eigentümer eines Grundstückes ist nur jener, der auch im Grundbuch als solcher eingetragen ist.

Änderung an Grundstücksgrenzen bedürfen eines Teilungsplanes, der von einem Vermessungsbefugten verfasst, einer Bescheinigung des zuständigen Vermessungsamtes bedarf und grundbücherlich durchgeführt werden muss. Für solche Änderungen an Grundstücksgrenzen sind zumeist auch andere gesetzliche Regelungen zu beachten (Bauordnungen, Forstgesetz etc.) bzw. entsprechende Bewilligungen einzuholen.

Es können auch mehrere Grundstücke eine Liegenschaft bilden, für jede Liegenschaft gibt es eine eigene Einlagezahl (EZ) im Grundbuch.

7.3.3 Teilung

Nach österreichischem Recht bedarf jede Grenzänderung (Teilung) der Errichtung von Urkunden und deren Eintragung in Kataster und Grundbuch, um die neuen Eigentumsverhältnisse wirksam werden zu lassen. In rechtlicher Hinsicht sind Verträge notwendig (Kauf, Schenkung, Übergabe), die neue Grenzsituation muss in einem Teilungsplan dokumentiert werden, dessen Formalerfordernisse im Liegenschaftsteilungsgesetz und im Vermessungsgesetz geregelt sind. Darüber hinaus bedürfen Grenzänderungen in den meisten Fällen auch gesonderter Bewilligungen nach anderen bundes- oder landesgesetzlichen Regelungen.

Grundsätzlich muss ein solcher Plan von einem Vermessungsbefugten - das sind in privatem Auftrag ausschließlich Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen – verfasst sein; er hat in einer Gegenüberstellung die Ab- und Zuschreibungen von Teilflächen zwischen den betroffenen Grundstücken zu dokumentieren und das/die neugeschaffene/neugeformte Grundstück(e) zur Gänze zu behandeln, ihre neue Fläche aus Koordinaten zu ermitteln und für die Einverleibung in den Grenzkataster vorzubereiten.

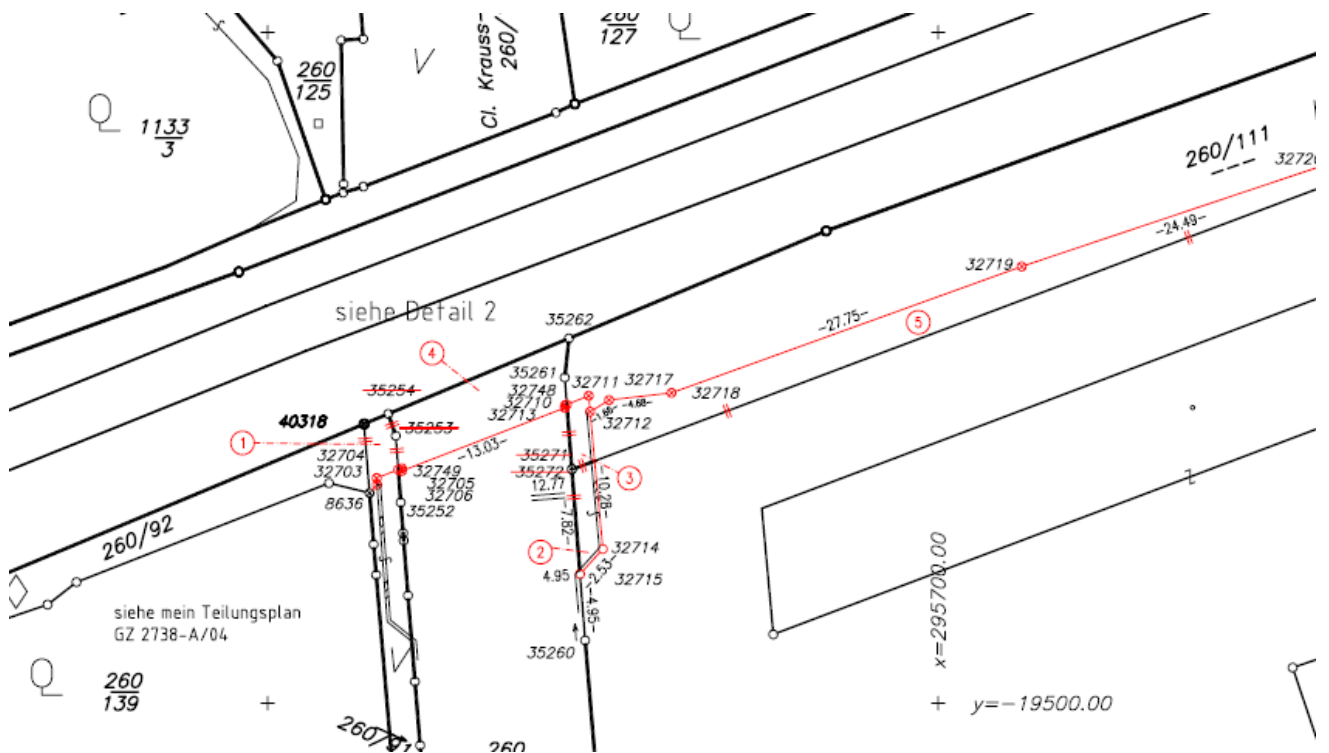
Dazu werden neben dem betroffenen auch die Eigentümer oder deren Bevollmächtigten aller angrenzenden Grundstücke zur Festlegung der Grenzen an Ort und Stelle eingeladen. Bei dieser örtlichen Grenzfestlegung (Grenzverhandlung) legen die Eigentümer die bisherigen Grenzen zwischen ihren Grundstücken einvernehmlich fest, nachdem ihnen vom Ingenieurkonsulenten die vorhandenen Unterlagen (alte Pläne, Katastralmappe) gezeigt und der darin dokumentierte Grenzverlauf erklärt wurde.

Anschließend erfolgt die Festlegung und Kennzeichnung (Grenzmarken etc.) der neuen Grenzen (Teilungslinien) durch die Eigentümer, gegebenenfalls gemeinsam mit den Käufern eines Grundstückes.

Die bestehenden Grenzen werden ebenso wie die neu festgelegten Grenzpunkte im Anschluss an das Festpunktfeld erfasst und im Teilungsplan als öffentliche Urkunde nach

den Regelungen der Vermessungsverordnung dokumentiert. Für seine grundbücherliche Durchführung bedarf dieser Plan noch einer Bescheinigung des Vermessungsamtes, mit der unter anderem die neue(n) Grundstücksnummer(n) definitiv gestellt wird, sowie gegebenenfalls auch weiterer Bewilligungen der Gemeinde (bei Grenzänderungen im Bauland) oder der Bezirkshauptmannschaft (bei Grünland oder Waldteilungen). Die Grenzänderung kann im Grundbuch erst wirksam werden, wenn der Teilungsplan gemeinsam mit dem zugehörigen Vertrag und den erwirkten Bewilligungen und Bescheinigungen dem Grundbuch überreicht wird.

Um die Verbücherung von geringfügigen Grenzänderungen (Bagatellfälle) oder fertig gestellter Weganlagen nicht mit unnötigen Formalismen zu erschweren, hat der Gesetzgeber für solche Fälle ein vereinfachtes Verfahren vorgesehen, bei dem anstelle eines Vertrages, die Unterfertigung von Erklärungen/Beurkundung der Eigentümer tritt und in einigen Fällen auch einzelne Bewilligungen entfallen (§13 bzw. §15 Liegenschaftsteilungsgesetz).

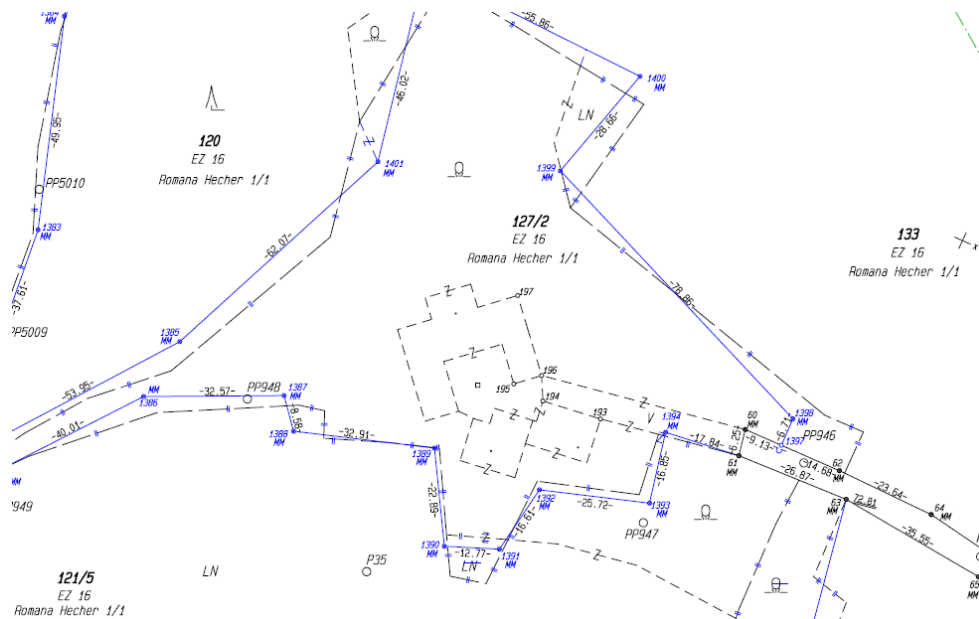


7.3.4 Kataster in der Praxis

Beispiel: **digitale Katastralmappe (DKM)**

- DKM = digitale Katastralmappe: die digitale Mappe ist nicht besser als die analoge Mappe, sondern eben nur digital (eher sogar schlechter)
- GK = Grenzkataster: das Grundstück ist im Grenzkataster und genießt daher höhere Rechtssicherheit (keine Ersitzung etc. möglich)

- „Richtigkeit der Mappe“: die Begriffe richtig und falsch gibt es eigentlich nicht: was in der Grenzverhandlung nach Sichtung aller Unterlagen und Argumente festgelegt und unterschrieben wurde gilt
- Genauigkeit: 1mm Ungenauigkeit im Maßstab 1:2880 ergeben 2,88 m: in Waldgebieten, Gebirge ist mit noch größeren Ungenauigkeiten zu rechnen in Großstädten (Wien) ist die Genauigkeit deutlich besser
- Mappenberichtigung: Berichtigung der Mappe auf Grund von Verhandlungen (in blau): hier hat aber keine Transaktion stattgefunden!



Bsp.: Mappenberichtigung im Zusammenhang mit Bau Semmeringtunnel

- um Grenzstreitigkeiten nach Bau zu verhindern ist eine Grenzvermessung vor Bau noch vor Erstellung der Grundeinlösungspläne anzuraten
- Grenzzeichen sind nur in Anwesenheit aller Anrainer durch einen befugten Geometer zu setzen (im Rahmen der Katasterendvermessung bzw. Endvermessung nach Bau): andere Vorgehensweisen sind ungesetzlich: keine Herstellung der Grenzzeichen durch Baufirma

8. AUFGABEN BEI EISENBAHNINFRASTRUKTURUNTERNEHMEN (ÖBB)

8.1 allgemeine Bemerkungen

Bei den Punkten 8 und 9 wird nur ein ganz kurzer Überblick gegeben – das Masterstudium beschäftigt sich mit diesen Kapiteln im Detail!!

- bei einem Infrastrukturunternehmen gibt es die verschiedensten Vermessungstätigkeiten sowohl in Zusammenhang mit der Planung von neuen Strecken als auch der Erhaltung der Bahnstrecken
- es stellt sich immer die Frage inwieweit diese Arbeiten in Eigenleistung ausgeführt werden sollen oder ob sie vergeben werden sollen
- die ÖBB ist in den letzten Jahren den Weg von der Eigenleistung zur Vergabe gegangen – wie übrigens viele Bahnunternehmungen: hatten sich vor 15 Jahren noch über 80 Personen mit Vermessung beschäftigt so sind es heute ca. 20: der Großteil davon bei SAE-BT-Vermessung und Geoinformation
- ca. 90% der Leistungen werden vergeben und 10% in Eigenleistung erbracht (Tendenz fallend)
- früher hatten ÖBB-Vermesser auch großes Knowhow im Bereich der Trassierung und Gleiseinrechnung: dieses Knowhow droht verlorenzugehen
- kleinere Aufgaben im Bereich der Erhaltung könnten auch heute noch rationell abgewickelt werden wenn Aufnahme, Einrechnung und Absteckung in einer Hand sind: hier wären Vorteile im Vergleich zu einer Vergabe zu sehen
- im Bereich Gleiserhaltung sind noch mehrere Personen mit einfachen Vermessungsaufgaben beschäftigt (Nivellieren, Gleisvormessung etc.)
- der Bereich Telekom hat in den Regionen noch Personal für Dokumentation von Leitungen mittels GPS

bei den Vergaben sind 3 Phasen der Vermessung zu sehen:

- Vermessung als Planungsgrundlage
- Vermessung im Bau
- Vermessung nach Bau

8.2 Vermessung in der Planungsphase

- Aufbau von GPS-Netzen
- Beschaffung von Orthophotos
- photogrammetrische Auswertungen
- Laserscanning
- Bestandsvermessung als Planungsgrundlage auf Basis eines **Pflichtenheftes**
- Grenzherstellung vor Bau / Mitwirkung bei Grundeinlöse (vorläufige Teilungspläne)
- sonstige Vermessungen (Fassadenaufnahmen, Innenaufnahmen etc.)

8.3 Vermessung im Bau (bauherrenseitig)

- Übergabe eines **Baustellennetzes** an die Baufirma für die Bauabsteckungen = Bauherrentätigkeit
- von diesem Netz aus erfolgen alle Vermessungsarbeiten wie Unterbauabsteckungen, Absteckungen von Brückenobjekten, Tunnelsteuerung etc. (durch oder im Auftrag der Baufirma)
- Forderung: dieses Netz muss unbedingt bestanschließend an die Planungsgrundlagen und möglichst spannungsfrei sein -> großer Vorteil, wenn es bereits bestehendes GPS-Netz gibt: Übernahme Transformationsparameter, Verdichtung!
- von diesem Netz haben später die Kontrollmessungen, Gleisabsteckung etc. zu erfolgen
- nur durch die saubere Übergabe eines Baustellennetzes kann die erforderliche Genauigkeit garantiert werden (Vermeidung von Folgekosten im Bau)
- Einsatz von GPS (Punkte alle 500m), dazwischen alle 150m Polygonpunkte

8.4 Vermessung nach Bau

- Bestandsvermessung nach Bau – künftig Lieferung in GIS-Datensätzen geplant (im Zusammenhang mit Projekt AIS=Anlageninformationssystem)
- Katasterendvermessung: Erstellung von Teilungsplänen durch Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen


9. DATENMANAGEMENT UND GIS

9.1 Datenmanagement

Aufgaben im Bereich Datenmanagement sind folgende:

- einheitlicher Einkauf von Vermessungsdaten bzw. Lieferung von Vorgaben für den Einkauf
- Vorgabe einer Layerstruktur bzw. Lastenhefte
- Verteilung der Pläne extern und intern / automatische Abläufe aber auch auf Anfrage oder
- Sammlung aller Pläne in einer Plandatenbank: <http://as01057.bau.oebb.at> (künftig: infra:geodaten)
- Aufbau bzw. Mitwirkung am Aufbau von GIS-Systemen bzw. AVS (Anlagenverzeichnissystem)

SAE / Bautechnik / Vermessung&Geoinformation






<ul style="list-style-type: none"> Home Ordnungssystem PLÄNE DKM Vergaben Grundstücke Firmen Fotos Innovationen/Forschung Tagungen/Kongresse Gesetze/Verordnungen Sonstiges Kontakt/Team Gästebuch 	<p style="text-align: center;">Willkommen</p> <table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;"> <p>GIS:</p>  <p>gis.oebb.at</p> </td> <td style="width: 25%;"> <p>Vergabegrundlagen:</p>  </td> <td style="width: 25%;"> <p>Kontakt/Team:</p> <p>Wir legen uns die Latte hoch!</p>  </td> <td style="width: 25%;"> <p>Leistungen:</p>  </td> </tr> </table> <hr/> <p>Geodätentag 2018 Steyr</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div> <p>Vortrag DI Eder im Rahmen des 13. Geodätentag in Steyr am 17.5.2018 Thema: "Digitalisierung auf Schiene? / Digitization on track?"</p> <p>-> zum Vortrag</p> </div> </div> <p style="font-size: small; text-align: right;">- aeder am May 28 2018 - 11:35:49 · 0 Kommentare · 0 gelesen · </p>	<p>GIS:</p>  <p>gis.oebb.at</p>	<p>Vergabegrundlagen:</p> 	<p>Kontakt/Team:</p> <p>Wir legen uns die Latte hoch!</p> 	<p>Leistungen:</p> 
<p>GIS:</p>  <p>gis.oebb.at</p>	<p>Vergabegrundlagen:</p> 	<p>Kontakt/Team:</p> <p>Wir legen uns die Latte hoch!</p> 	<p>Leistungen:</p> 		

9.2 GIS (geographische Informationssysteme)

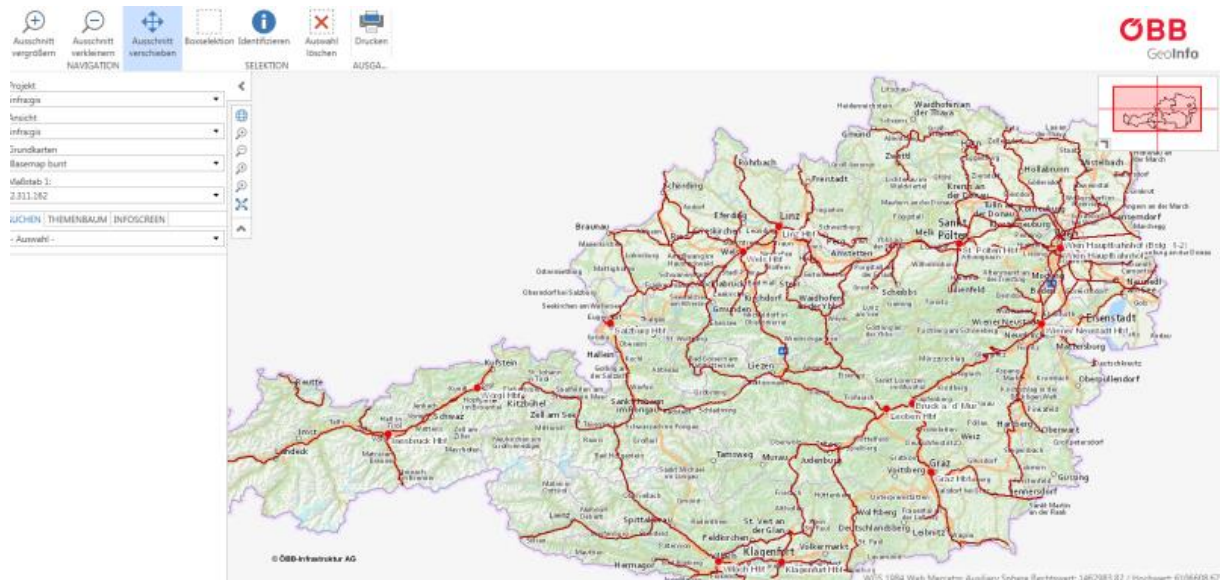
9.2.1 Allgemeines / Definition

Verschiedenste Definitionen für GIS – am besten:

- Nach Bill/Fritsch, 1994: Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 1: Hardware, Software und Daten, 2. Aufl., Karlsruhe:
Ein Geo-Informationssystem ist ein rechnergestütztes System, das aus Hardware, Software, Daten und den Anwendungen besteht. Mit ihm können raumbezogene Daten digital erfasst und redigiert, gespeichert und reorganisiert, modelliert und analysiert sowie alphanumerisch und graphisch präsentiert werden.

9.2.2 GIS bei ÖBB-Infrastruktur: infra:gis

- mehrere Projektlösungen (Unterinntal, Koralmbahn, Semmering etc.) und Lösungen in einzelnen Fachabteilungen bzw. Geschäftsbereichen
- seit 2012 Aufbau eines gemeinsamen Anlagen-GIS: infra:gis
<http://gis.oebb.at>

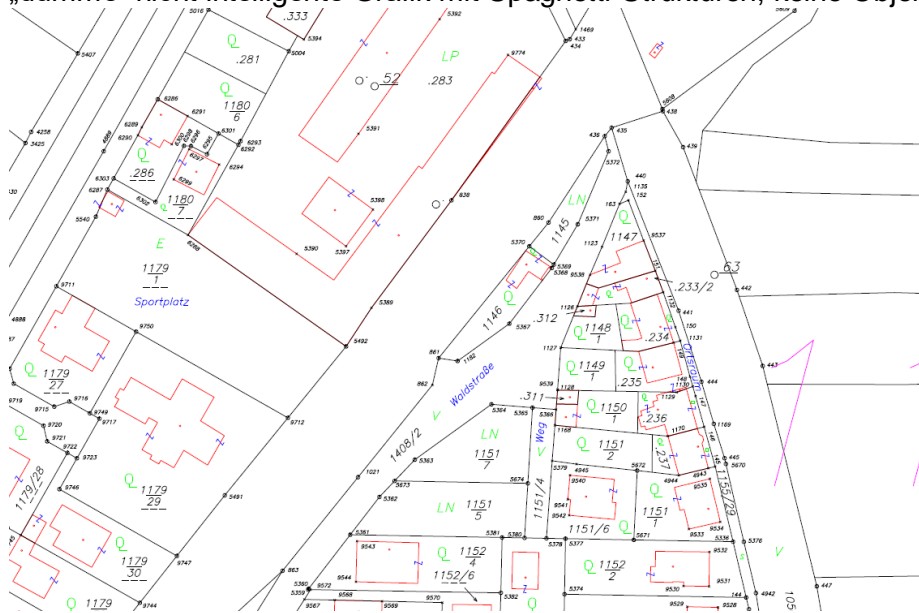


9.2.3 CAD versus GIS

CAD: „computer aided design“

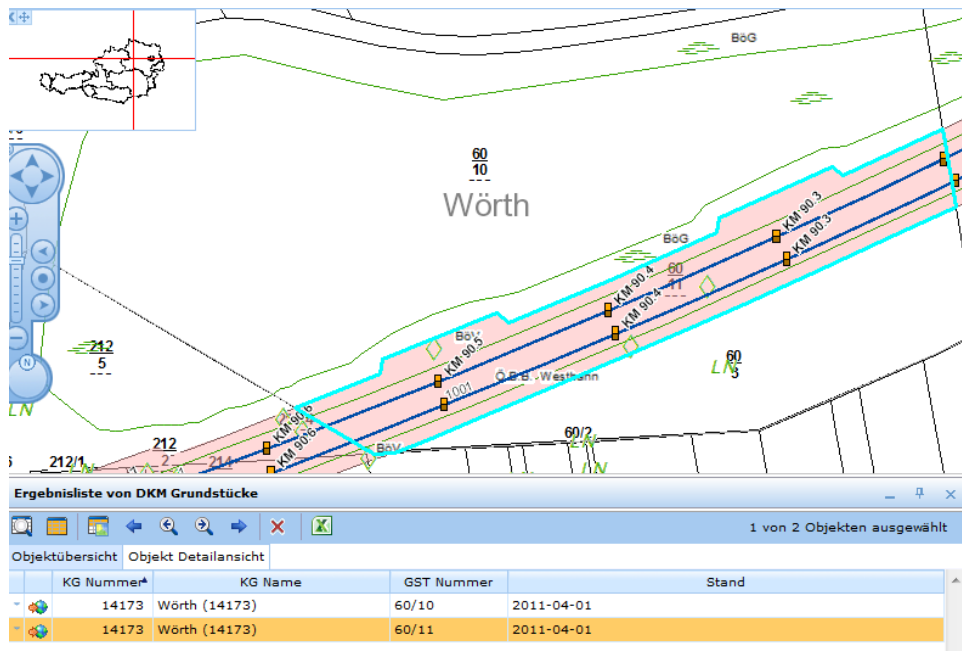
„computergestütztes Konstruieren“: z.B. Autocad

„dumme“ nicht intelligente Grafik mit Spaghetti-Strukturen, keine Objektbildungen



GIS: „geografisches Informationssystem

intelligente Grafik (Objektbildungen) verknüpft mit Sachdaten (Attributen)



10. LITERATURHINWEISE

Prof. Dr. Michael Scherer, Vermessungswesen Multimedial 2.0, 2., verbesserte und erweiterte Auflage 1998
CD-ROM mit Booklet, Wichmann-Verlag

Prof. Dr. Heribert Kahmen, Vermessungskunde, 19. Auflage, de Gruyter Lehrbuch

Egger, Herbert; Ettl, Helmut; Guggenberger, Walter; Lexe, Ernst, Vermessungskunde, Salzburger Jugendverlag 1991

AK+BAIK, www.meingrundstueck.at, Internet

DI Christian Wever, Airborne Laserscanning – Verfahren und Genauigkeiten, Vortrag Feldkirch 2002

DI Dr. Robert Weber, Moderne Vermessungsverfahren, Vortrag Wörth April 2009

DI Arnold Eder, Vermessungsaufgaben in der ÖBB-Infrastruktur BauAG, Vortrag Wörth April 2009

DI Wenger-Oehn, Einsatz von berührungslosen Messmethoden, Endbericht Jänner 2009

DI Dr. Wolfgang Rössler, Scriptum Vermessungskunde FH-Lehrgang Bauingenieurwesen, 2000

Universität für Bodenkultur, Scriptum Geodäsie und Photogrammetrie I, 1995/96