

Digitale Objekterfassung

Digital object acquisition/ digital object recording

Modul 3 / WS 1

Prof. Dr. Mona Hess und Dr. des. Maria Chizhova

Kontakt: Mona.Hess@uni-bamberg.de

Twitter: @Mona3Dimaging

Inhalte dieser Vorlesung

- Grundlagen der Geodäsie
- Messungen mit dem Theodolit
- Messungen mit dem Tachymeter
- GNSS
- Überblick zu den modernen Entwicklungen – Beispiel Leica Geosystems

Grundlagen der Geodäsie

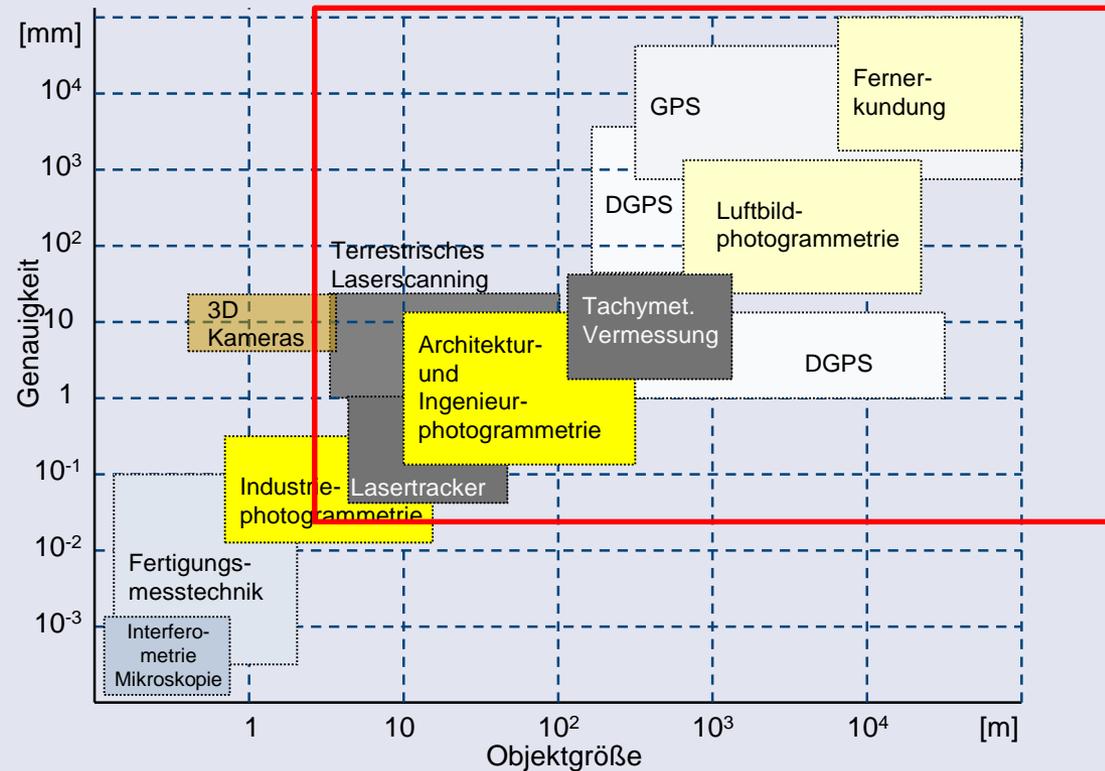
Was ist Geodäsie?

- Geodäsie = Vermessungskunde:
 - „Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche“ (F. Helmert)
 - Messung und Kartierung von Objekten (Gebäude und einzelne Grundstücke, Landschaften usw.)
- Als Wissenschaft – Ende des XIX. Jh.



Fotos: <https://geo.fhws.de>

Genauigkeit von 3D-Messverfahren



messverf1.ppt

Teilgebiete der Geodäsie



Fernerkundung

- Astronomie
- Satellitengeodäsie



Landesvermessung

- Katasterwesen
- Grundstückvermessung
- Bodenordnung



Geoinformatik

- Geoinformationssysteme (GIS)
- Kartografie



Photogrammetrie

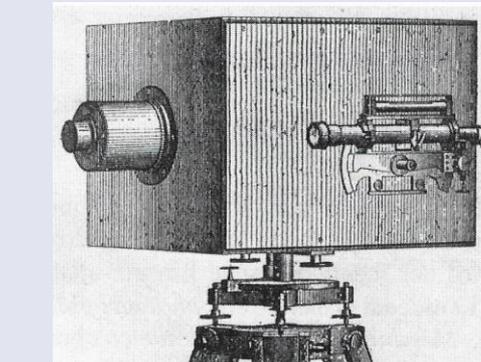


Ingenieurgeodäsie

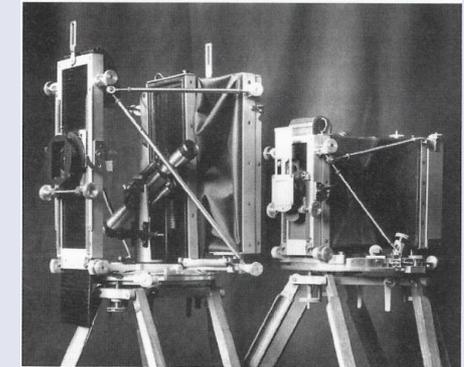


Topografie

Historische Entwicklung: erste Feldmessungen im XIX. Jh.



Aufnahmekammer Brunner 1859



Messkammern von Meydenbauer (ca.1890)



Photogrammetrische Feldmessung 1867

Weitere Informationen sind hier
http://www.surveyhistory.org/the_surveyor%27s_basic_tools.htm
<http://collection.sciencemuseum.org.uk/objects/co53378/part-of-two-foot-geodetic-theodolite-british-1826-1828-instrument-component-geodetic-theodolite>

Geschichtliche Entwicklung/
 Historische Theodoliten in Luhmann
 „Nahbereichs-photogrammetrie“ S. 39-41

Vom Tachymeter zur Totalstation



Wild T2: 1921-1936



Wild TC1: 1977



Leica Nova MS60: 2015

Quelle: Leica Geosystems

Historische Entwicklung: zwischen XX. und XXI. Jh. (GPS/GNNS)



Seit 1985: Leica/Wild WM101



Seit 2017: Leica GS18 T

Quelle: Leica Geosystems

Messungen in der Geodäsie

Messungen	Was wird gemessen	Messsystem
Horizontal/ Lagemessungen	Horizontale Winkel, Strecken	Theodolit, Tachymeter
Vertikal/ Höhenmessungen	Vertikalwinkel, Höhenunterschiede	Nivellier, Theodolit, Tachymeter
Kombinierte Horizontal- und Vertikalmessung	Horizontale und vertikale Winkel, Strecken	Tachymeter, Totalstation
Positionierung, einzelne Koordinaten	Geografische Koordinaten in WGS (World Geodetic System)	GNSS (GPS, GLONASS)



Produkte:
Koordinaten,
Strecken,
Winkel
Höhen,
Karten,
Profile

Messgrößen

- Länge

Meter - Länge der Strecke, bei der die Licht im Vakuum $1/299\,792\,458$ Sekunden mit konstanter Lichtgeschwindigkeit c durchläuft

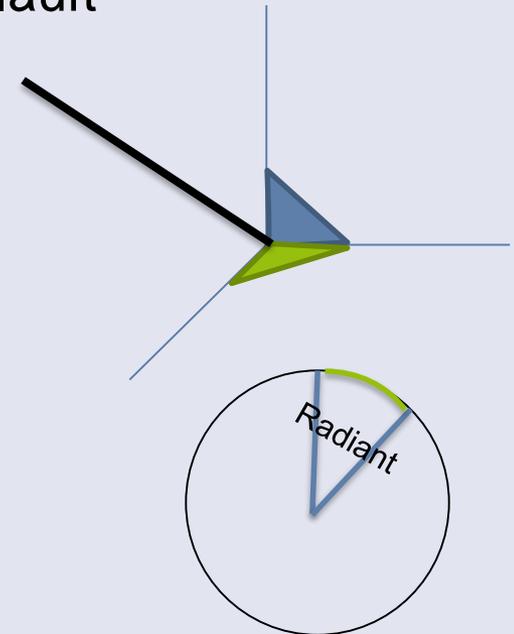
- m = Meter = 10^0
- cm = Zentimeter = 10^{-2}
- mm = Millimeter = 10^{-3} = 0,1cm
- μm = Mikrometer = 10^{-6} = 0,001mm
- pm = Pikometer = 10^{-12}

- Winkel - Einteilung des Kreises

- Horizontal

- Vertikal

- Grad-System ($^\circ$): $1^\circ = 60'$ (Min) = $3600''$ (Sek); $1' = 60''$
- Gon-System (gon): $1 \text{ gon} = 1000 \text{ mgon}$ (Milligon)
- Radiant (rad): Verhältniszahl zwischen Radius und Bogenlänge des Kreises

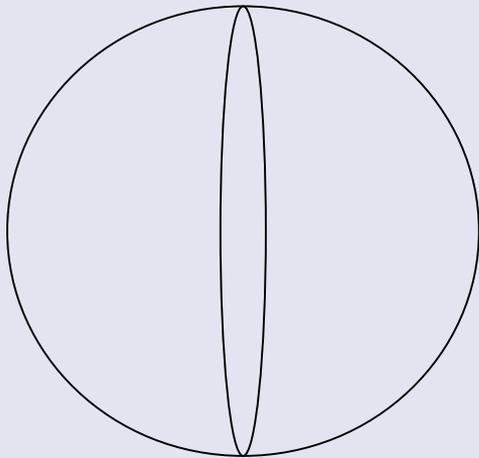


Maßstab und Kartierung

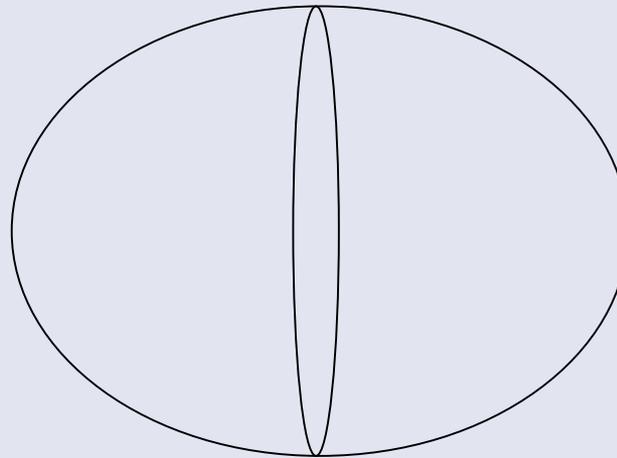
- Kartierung – Abbildung von Objekten und Erdoberflächen auf einer orthogonalen Ebene – Karte/Plan.
- Maßstab (M) = Strecke im Plan / Strecke in der Natur
- Maßstabszahl (m): $m = 1/M$
 - Karten mit $M < 5000$ sind großmaßstäblich
 - Karten mit $M > 5000$ sind kleinmaßstäblich(große Maßstabszahl – kleine Objekte in der Karte :-)
- Unterschied zwischen Plan und Karte – im Maßstab
 - Plan: $M < 2000$
 - Karte: $M > 2000$

Welche Form hat die Erde?

Kugel?

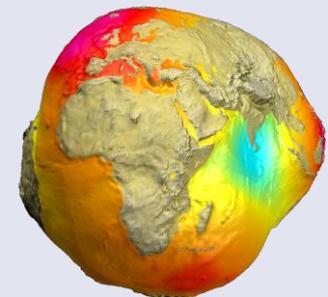
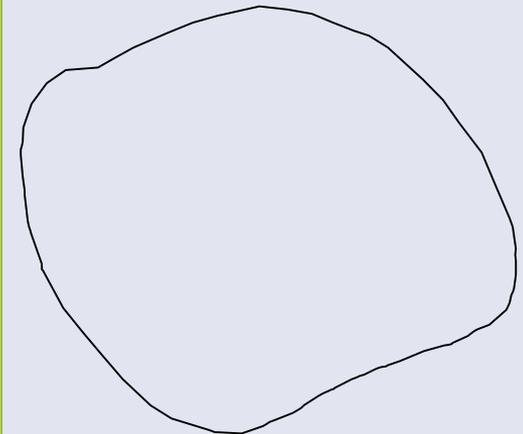


Rotationsellipsoid?



Ja!

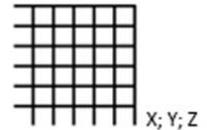
Geoid?



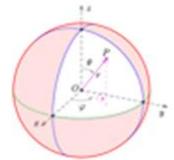
Aber für die Kartierung....

- ...wurden Rotationsellipsoid und Kugel ausgewählt
- Bezugsfläche – Fläche, relativ zu der alle Berechnungen gemacht werden
 - Ellipsoid
 - Kugel
- Ellipsoid – dann angewendet, wenn
 - die Erde als Ganzes oder
 - die Oberflächen > 200 km betrachtet wird.
- Wenn kleinere Oberflächen < 200 km - Kugel
- Koordinatensysteme
 - der Erde – sphärisch oder elliptisch
 - von Plan, Karte – orthogonal (Ebene)

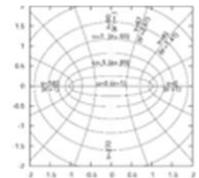
Kartesisches
Koordinatensystem



Kugelkoordinaten



Elliptische Koordinaten



Koordinaten

- Kartesische Koordinaten
 - x, y, z
- Polare Koordinaten
 - Radius r
 - Vertikalwinkel ϕ
 - Horizontalwinkel λ
- Transformation - Umrechnungen

$$P(x, y, z) \iff P(\phi, \lambda, r)$$

$$x = r \cos \phi \cos \lambda$$

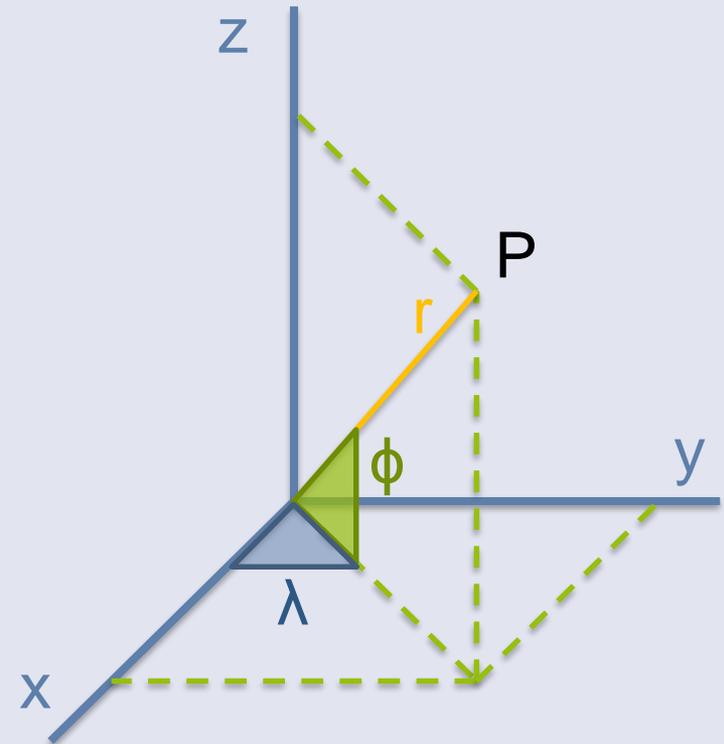
$$y = r \cos \phi \sin \lambda$$

$$z = r \sin \phi$$

$$r^2 = (x^2 + y^2 + z^2)^{(1/2)}$$

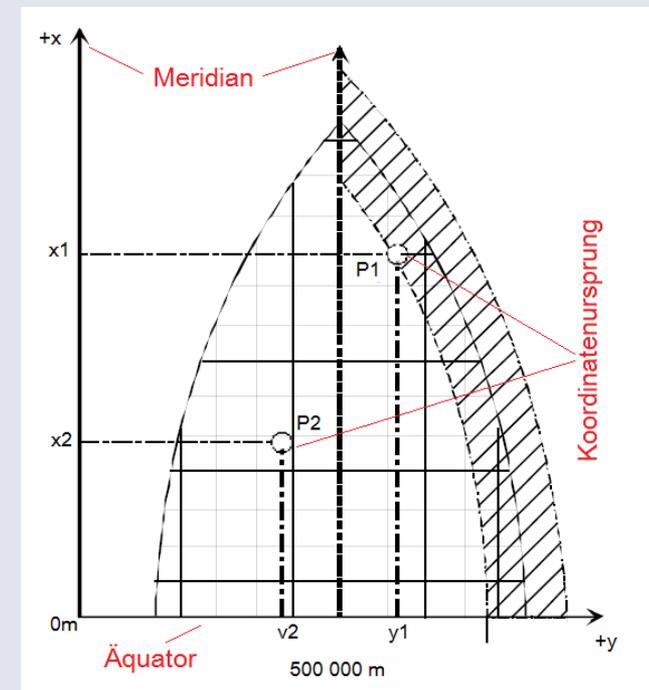
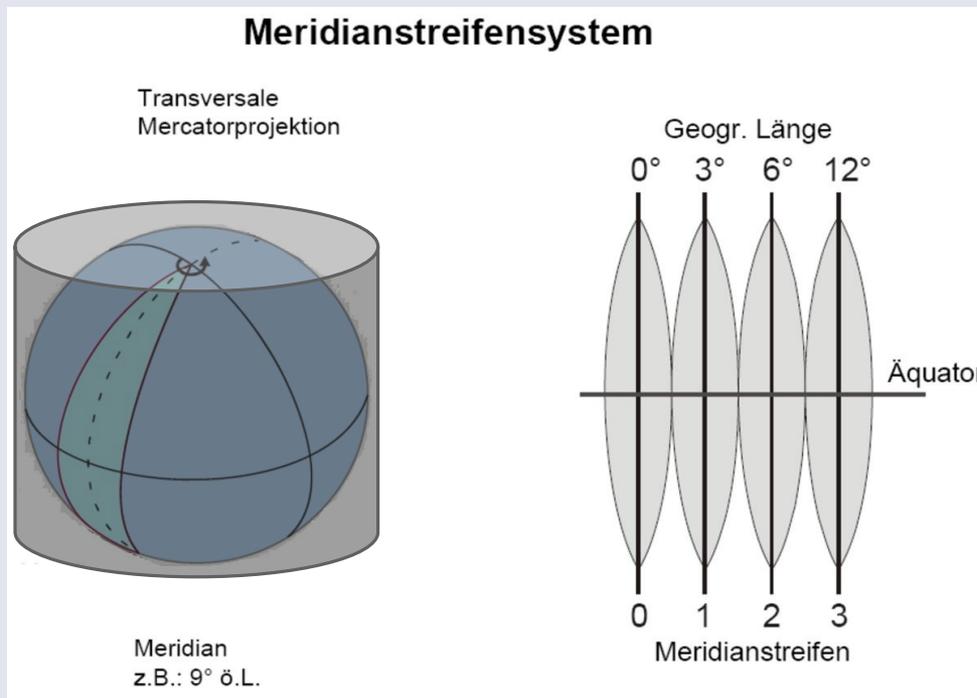
$$\tan \phi = \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

$$\tan \lambda = y/x$$



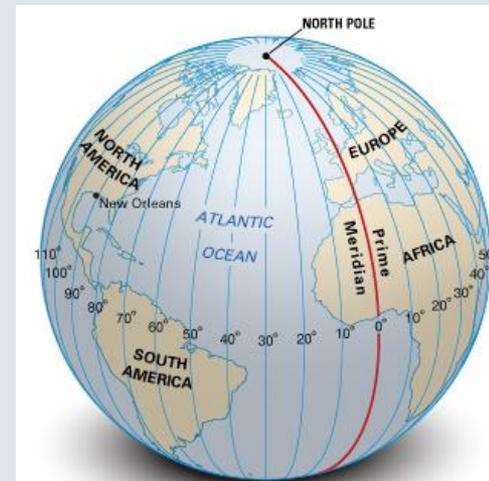
Gauß-Krüger-Koordinatensystem

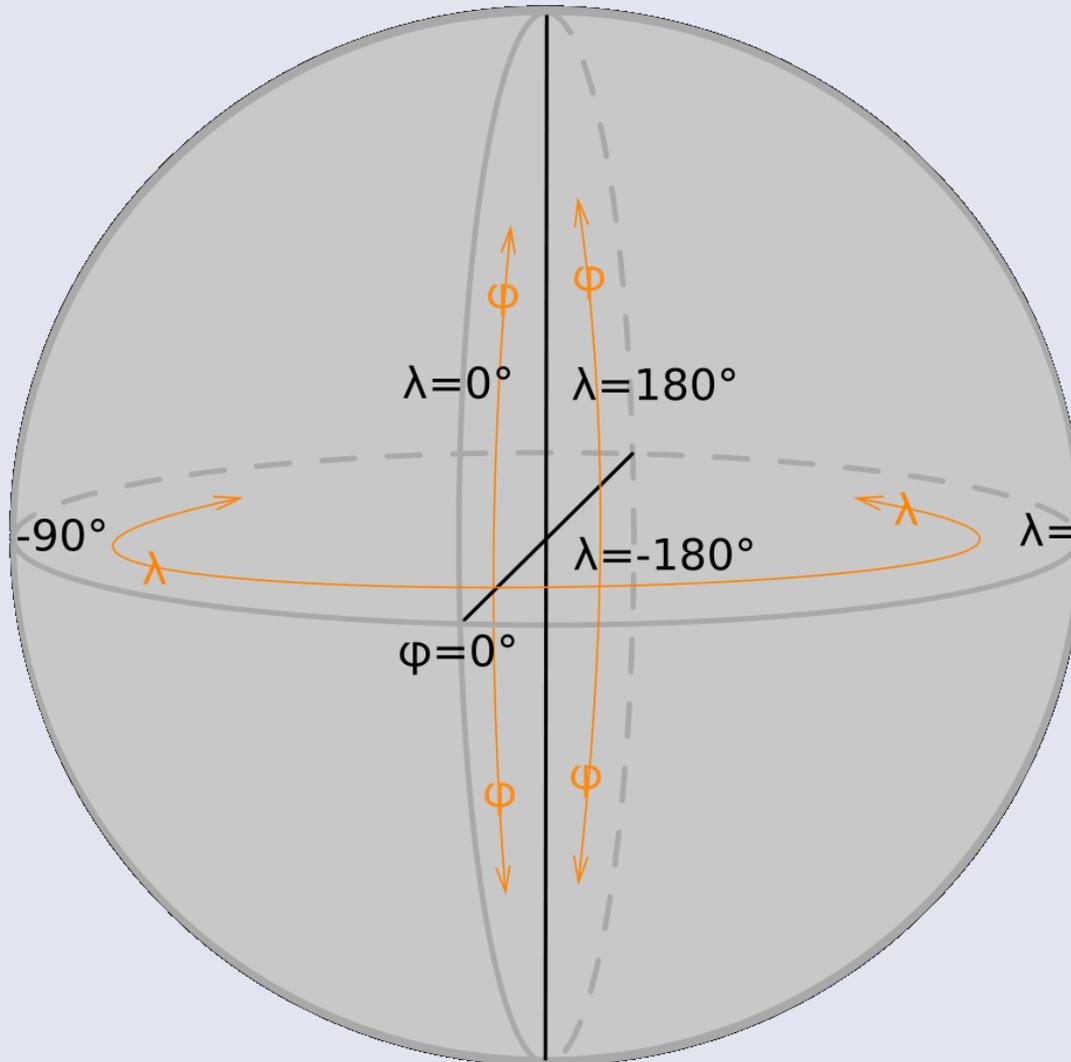
- Kartierung – Transformation vom sphärischen oder elliptischen Koordinatensystem ins kartesische (ebene).
- +x – positive Richtung der X-Achse – nach Norden



World Geodetic System (WGS), z.B. WGS84

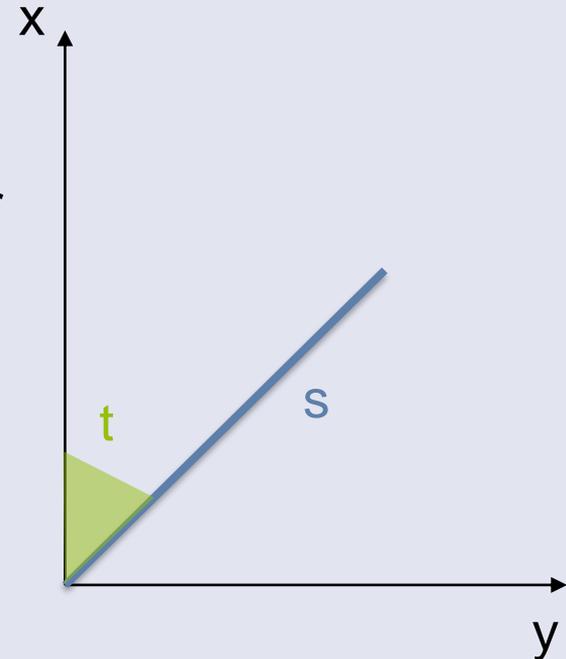
- WGS - globales Referenzsystem der Geodäsie
- Bezug – Ellipsoid
- Geozentrisch
- Nullmeridian – Greenwich-Meridian
- Koordinaten - im Format „Länge (λ) /Breite (φ)“
 - Beispiel: $50^{\circ} 0' 30.75''$ N / $8^{\circ} 1' 11.5$
- Messsysteme:
 - GNSS (Glonass, Galileo)
 - GPS





Berechnungen in der Geodäsie

- Definitionen:
 - **Richtungswinkel (t)** - Winkel im Uhrzeigersinn zwischen der $+x$ -Achse (oder einer Parallelen dazu) und einer Strecke
 - **Strecke (s)** - Endpunkte einer Gerade
- Grundaufgaben
- 1 - Berechnung von Richtungswinkel und Strecke aus den Koordinaten zweier Punkte
- 2 - Berechnung der Koordinaten eines Punktes aus Richtungswinkel und Strecke

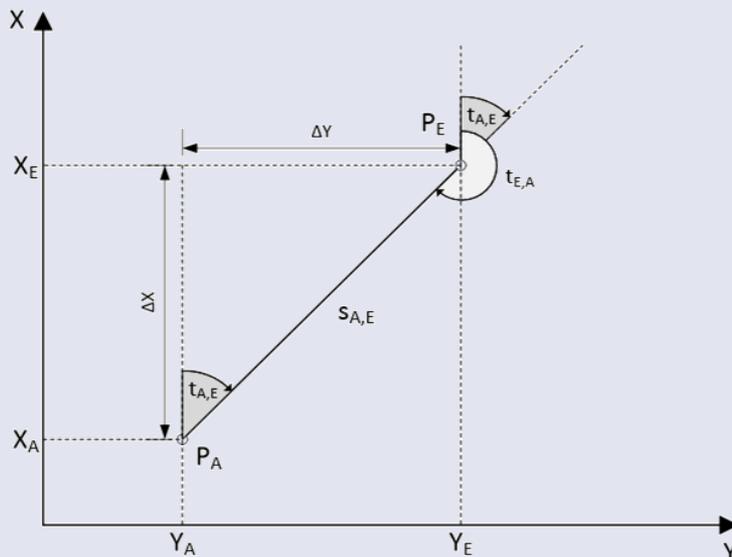


Erste Grundaufgabe

- Gegeben: Koordinaten (X_A, Y_A) , (X_E, Y_E)
- Gesucht: Richtungswinkel $t_{A,E}$, Strecke $s_{A,E}$
- Lösung:

$$t_{A,E} = \arctan\left(\frac{Y_E - Y_A}{X_E - X_A}\right) = \arctan\left(\frac{\Delta Y_{A,E}}{\Delta X_{A,E}}\right)$$

$$s_{A,E} = \sqrt{\Delta Y_{A,E}^2 + \Delta X_{A,E}^2}$$

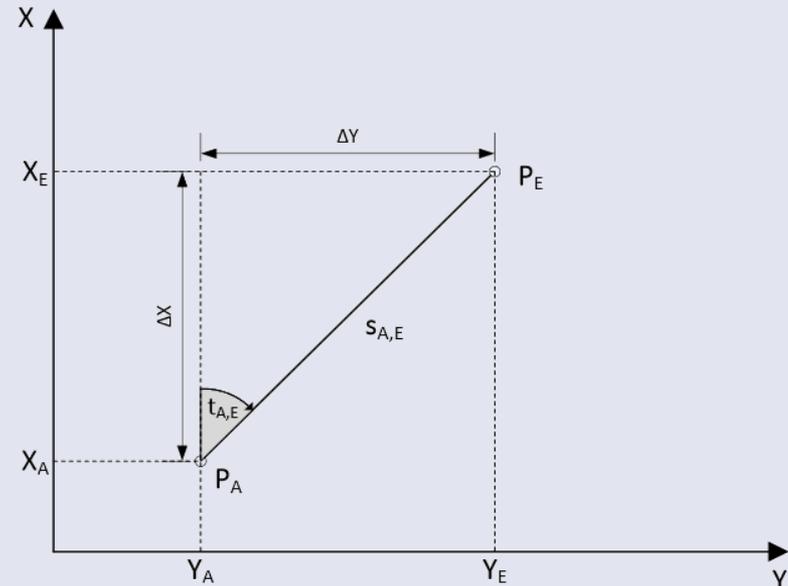


Zweite Grundaufgabe

- Gegeben: Koordinaten (X_A, Y_A) , Richtungswinkel $t_{A,E}$, Strecke $s_{A,E}$
- Gesucht: Koordinaten (X_E, Y_E)
- Lösung:

$$Y_E = Y_A + s_{A,E} \cdot \sin t_{A,E}$$

$$X_E = X_A + s_{A,E} \cdot \cos t_{A,E}$$

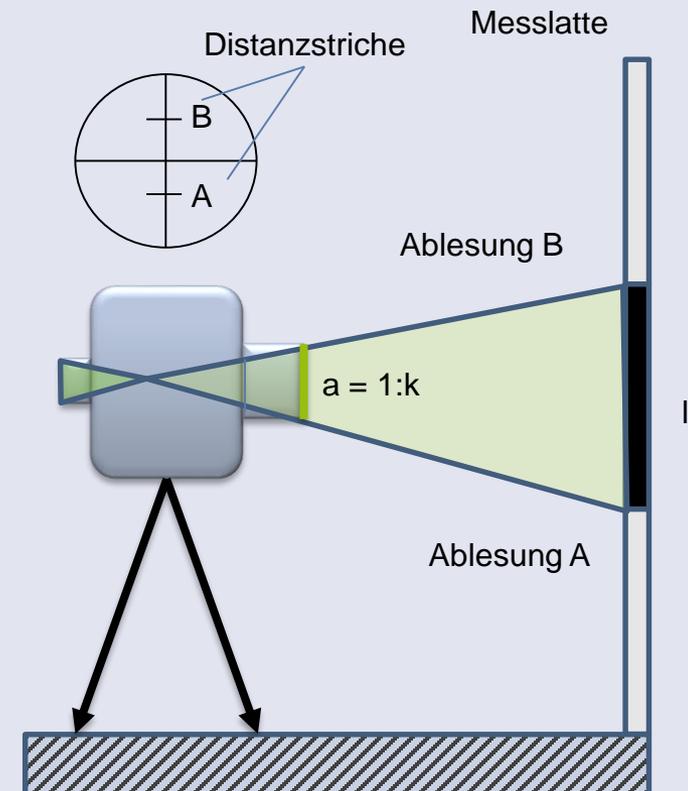


Messgenauigkeit

- Fehler:
 - Grobe Fehler
 - Systematische Fehler (z.B. wegen inkorrektener Gerät-Kalibrierung)
 - Zufällige Fehler (z.B. wegen Unsicherheiten des Beobachters)
- Vorschriften:
 - DIN 18201 Toleranzen im Bauwesen
 - DIN 1319 Grundlagen der Messtechnik (Messunsicherheit)
 - DIN 18710 Ingenieurvermessung

Distanzmessung

- Verfahren
 - Mechanisch – mit einem Messband
 - Optisch (passiv)
 - a, k – konstant (z.B. $k=100$);
 - l wird abgelesen;
 - $l:L = 1:k$
 - Elektronisch (aktiv)
 - Impulsverfahren (Time-of-flight)
 - Phasenshift-Verfahren



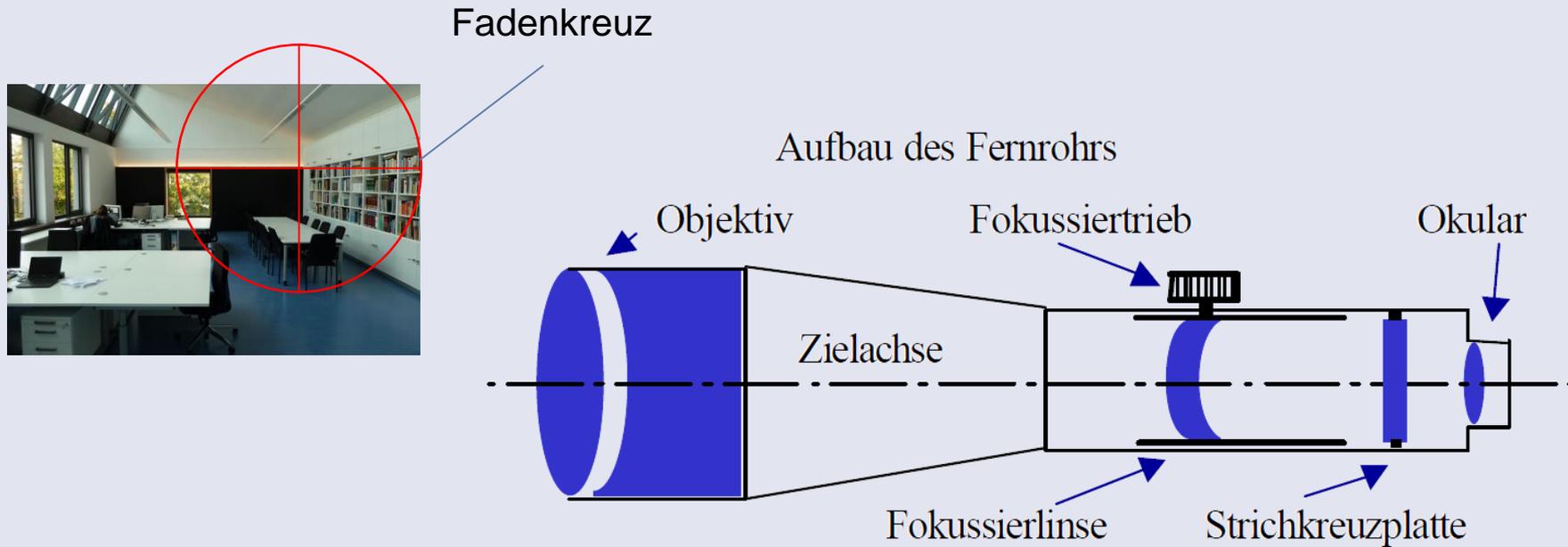
Messungen mit dem Theodolit

- Theodolit – Gerät für die Winkelmessungen
- Man unterscheidet:
 - Aufnahme:
 - Digital
 - Optisch
 - Genauigkeit
 - Bautheodolit: niedrigere Genauigkeit ≤ 8 mgon (Standardabweichung)
 - Ingenieurtheodolit mittlere Genauigkeit ≤ 2 mgon
 - Sekundentheodolit hohe Genauigkeit $\leq 0,6$ mgon
 - Präzisionstheodolit höchste Genauigkeit $\leq 0,2$ mgon



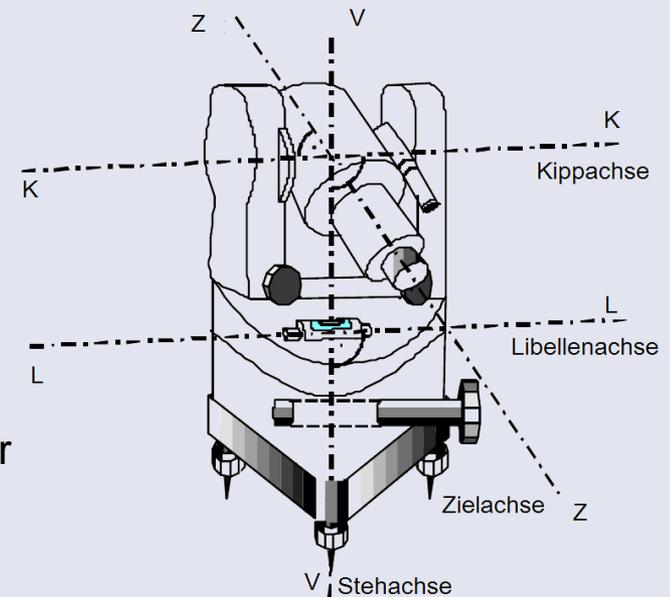
Aufbau

- Fernrohr – Objektiv (Anzielung)
- Teilkreise - Glasscheibe mit einer Winkelteilung – Registrierung der Winkel



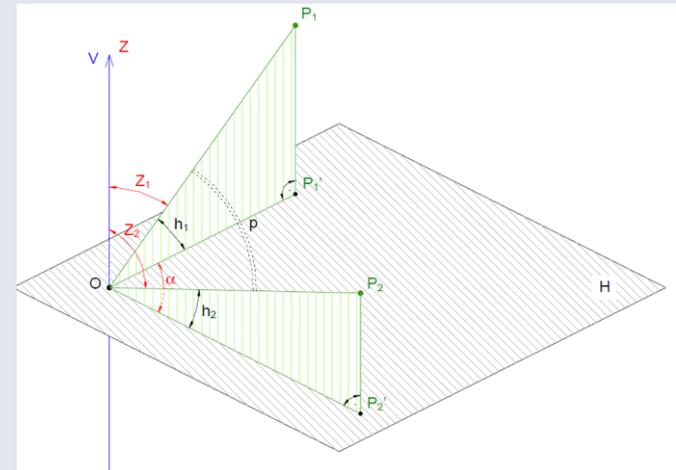
Achsen und Bedingungen

- Achsen:
 - *Stehachse* (V): Achse durch das Vertikalachsensystem, die bei horizontiertem Gerät senkrecht steht
 - *Libellenachse* (L): Tangente an den oberen Ausschlißbogen im Normalpunkt der Röhrenlibelle, liegt bei einspielender Libelle horizontal.
 - *Zielachse* (Z): Verlängerte Verbindungslinie des Fadenkreuzschnittpunktes mit dem optischen Mittelpunkt des Objektivs.
 - *Kippachse* (K): Horizontalachse, um die das Fernrohr gekippt werden kann
- Bedingungen
 - V rechtwinklig zu L (Stehachsenfehler) - Horizontieren
 - Z rechtwinklig zu K (Zielachsenfehler)
 - K rechtwinklig zu V (Kippachsenfehler)

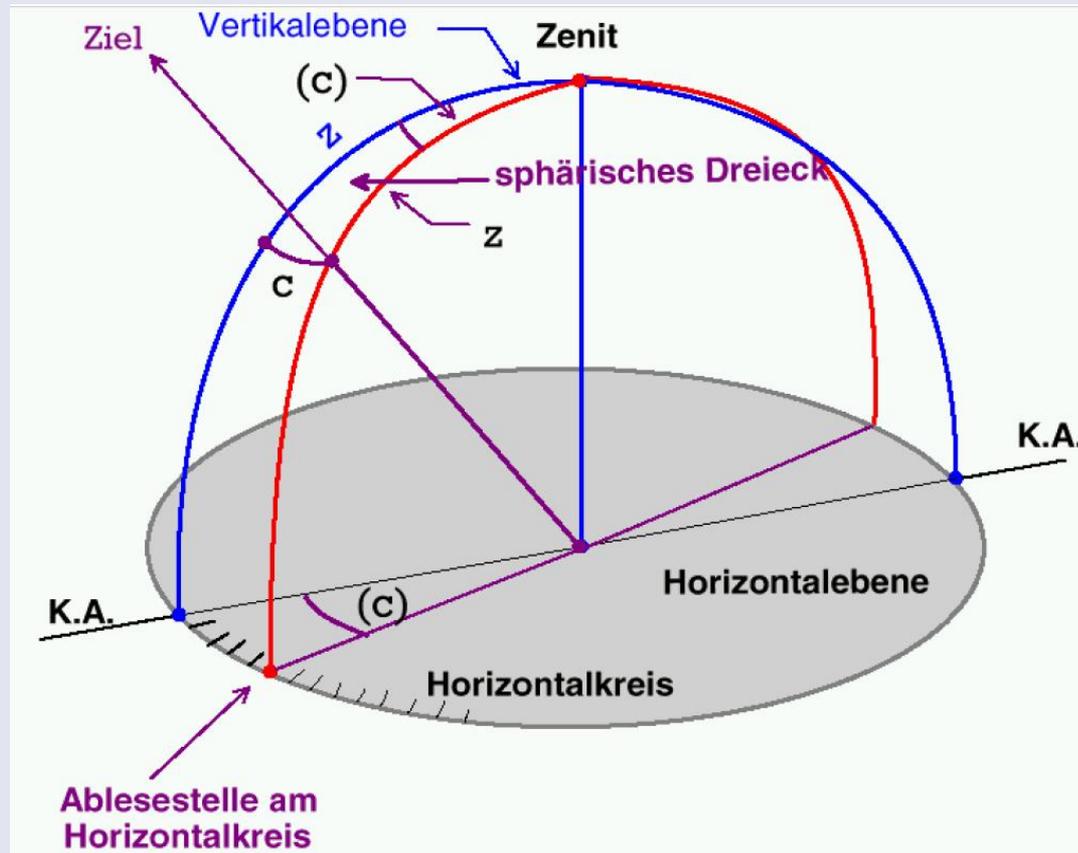


Winkelmessung

- **Richtung** - Horizontalwinkel zwischen dem Teilkreisnullpunkt im Gerät und Projektion eines Zielpunkt P .
- **Winkel** - Winkel α ist die Differenz zweier Richtungen nach den Zielpunkten P_1 und P_2
- **Vertikalwinkel**
 - Nullpunkt im Zenit $OZ \rightarrow$ Winkel zum Zielpunkt P_1/P_2 : Vertikalwinkel bzw. Zenitwinkel (Z_1/Z_2)
 - Nullpunkt in der Horizontalebene $OP_1 \rightarrow$ Winkel zum Zielpunkt P_1/P_2 : Höhenwinkel (h_1/h_2)
- **Winkeldifferenzen**: Entfernungsmessung mit den zwei Distanzfäden (Reichenbachfäden)



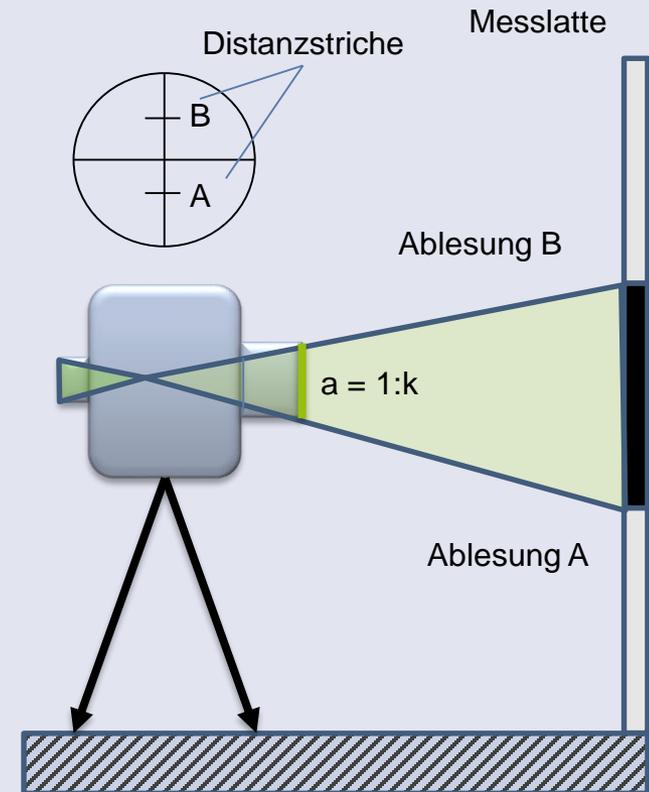
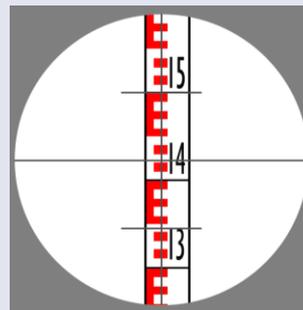
H...	Horizontalebene
O...	Ursprung (Scheitelpunkt, Instrumentenstandpunkt)
V...	Vertikallinie (Lotlinie, Stehhachse des Instrumentes, Drehachse)
Z...	Zenit
N...	Nadir
$P_1, P_2...$	Zielpunkte (im Raum)
$P_1', P_2'...$	Projektionen von P_1, P_2 in Horizontalebene H
$\alpha...$	Horizontalwinkel zwischen P_1, P_2
$Z_1, Z_2...$	Vertikalwinkel als Zenitwinkel (Zenitdistanz)
$h_1, h_2...$	Vertikalwinkel als Höhenwinkel



Optische Distanzmessung

- Theodolit hat Fadenkreuz 2 kürzere Distanzstriche
- Winkel α - konstant
- Gerätekonstante k - Verhältnis von Objektivbrennweite zu Distanzfädenabstand; ist bekannt (Betriebsanleitung des Theodolits)
- Berechnung
- Entfernung = (loben-lunten)* k

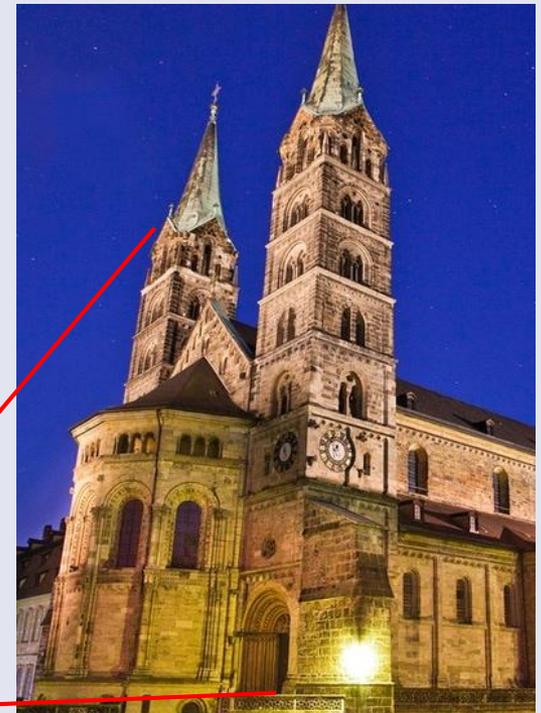
z.B.: (15dm-13,5dm)+100



Wie wird gemessen

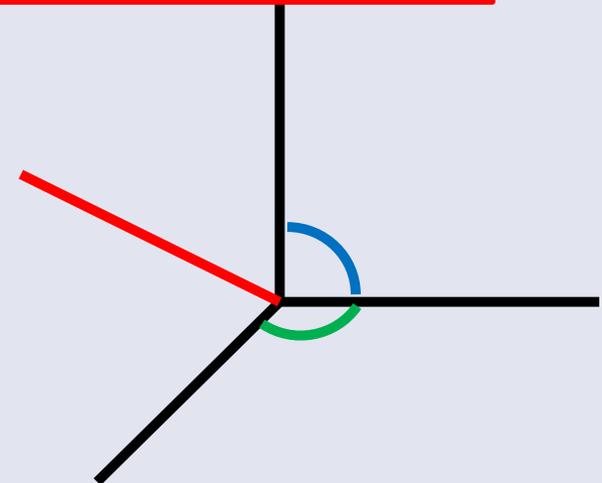
- <https://www.youtube.com/watch?v=BZi0owCSsso>

Messungen mit Tachymeter



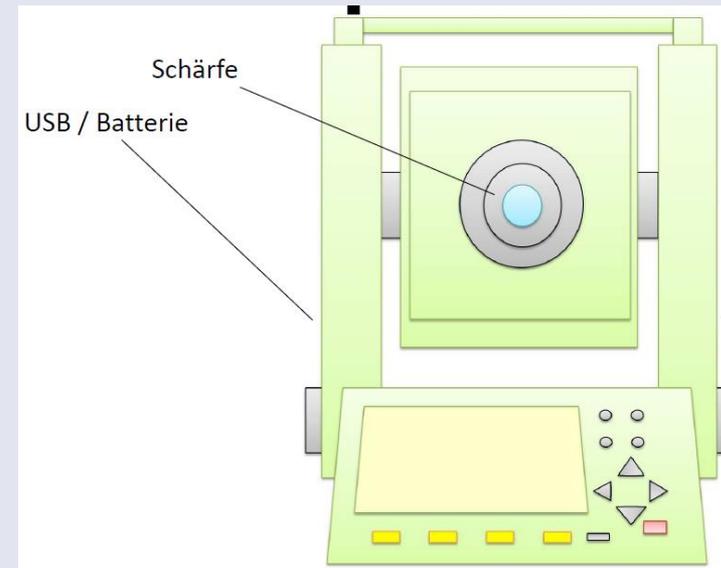
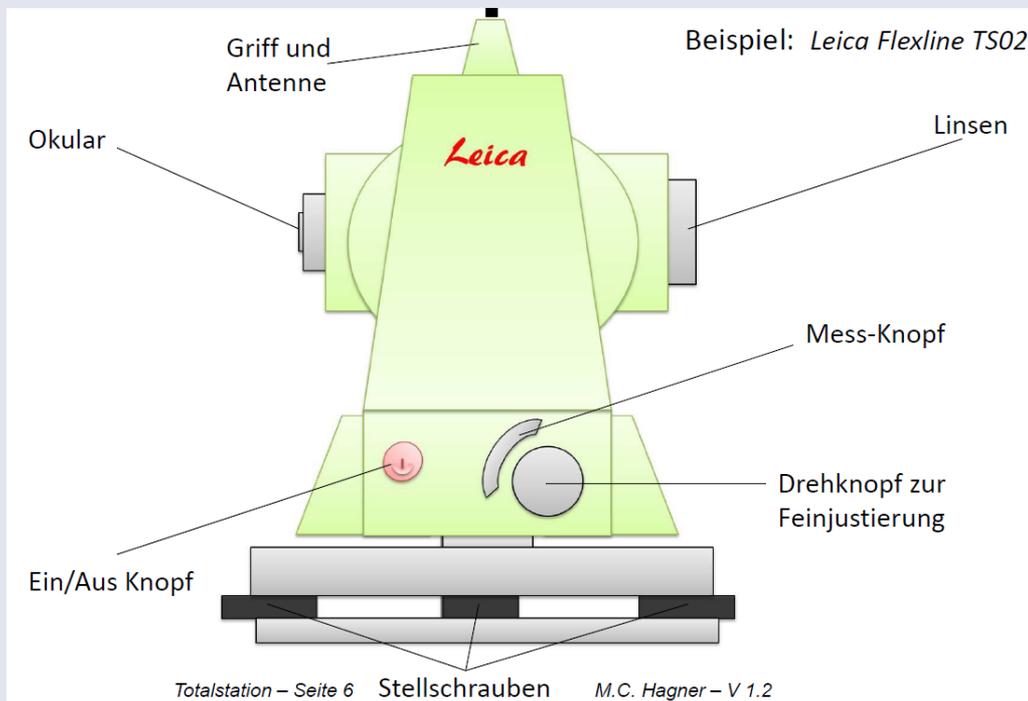
Was ist die Tachymetrie

- Tachymeter
 - Optisch (Messung ähnlich zu Theodolit)
 - Elektronisch – Totalstation - aktive Methode für die Messung von den Abständen zum Objekt, horizontalen und vertikalen Winkeln
- Messungen:
 - *Time-of-flight*
 - *Phasenunterschied*
- Messungstyp:
 - *Mit Reflektor*
 - *Ohne Reflektor*



Aufbau

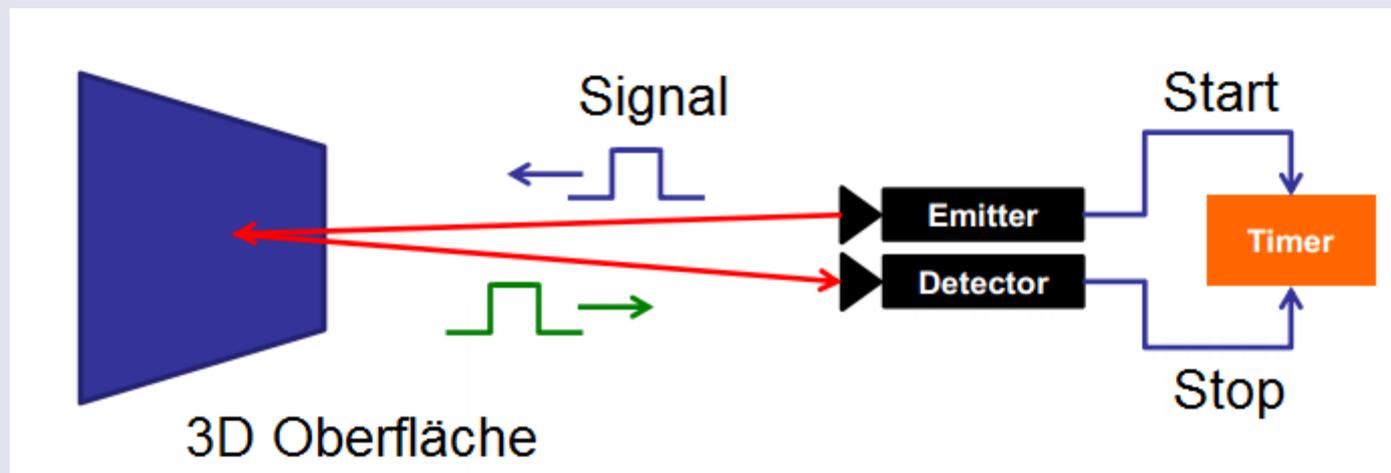
- Ähnlich zu Theodolit
- + Signalemission und -empfang



Time-of-flight (TOF)

- Time-of-flight ist ein Messprinzip, bei dem die Abstände zum Objekt mittels einer Zeitmessung des Lichtsignals geschätzt werden.

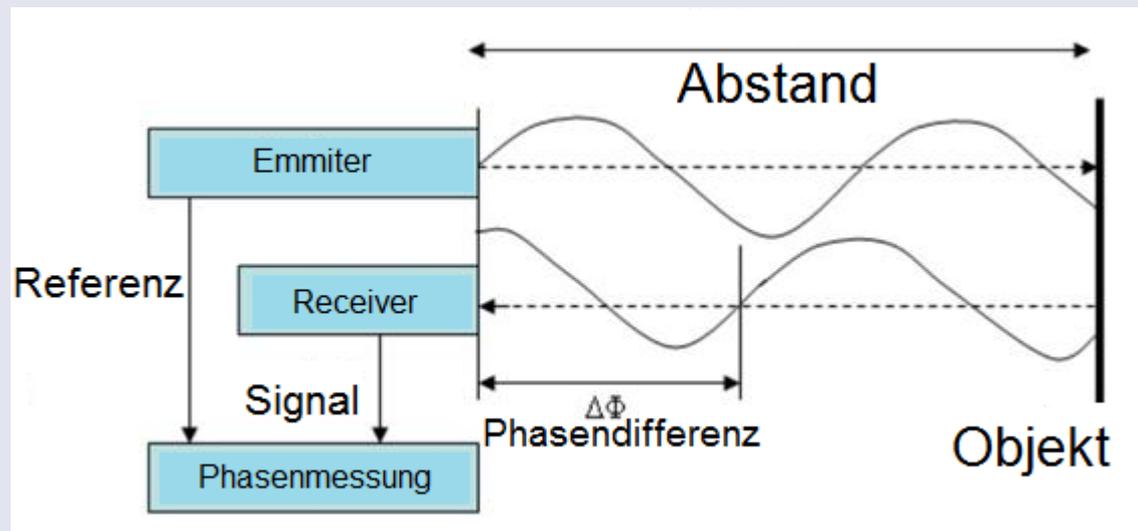
$$R = c * \tau / 2$$



Phasendifferenzmessung

- Phasendifferenzmessung ist eine Messungsmethode, bei der die Abstände zum Objekt mittels einer Differenz zwischen emittiertem und kommendem Signal geschätzt werden.

$$R = \Phi_{2R} * c / (4\pi * f)$$



Reflektor – mit oder ohne??

Mit

- *Reflektor* – ein Element (Prisma) für Signalaufnahme- und Reflektion
- Bis 5km
- Höhe Genauigkeit



Ohne

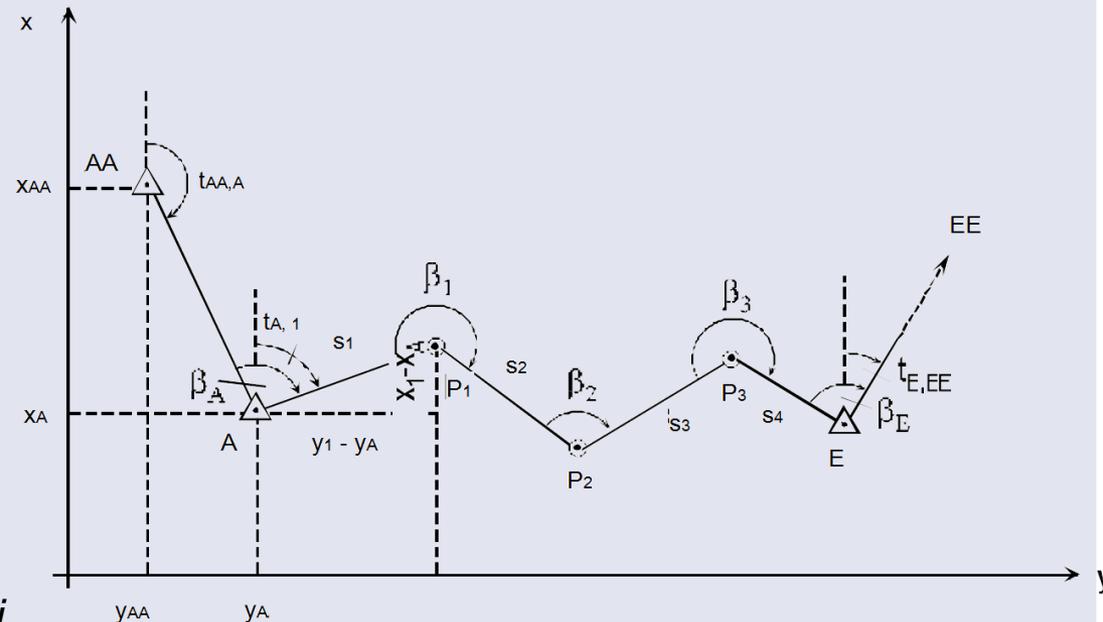
- Als Reflektor dienen natürliche Objekte
- Bis 1 km
- Die Datenqualität hängt von den Reflektionseigenschaften eines Messobjektes

Geodätische Netze

- Ein geodätisches Netz wird verwendet, um die Koordinaten von Vermessungspunkten in einem gewählten Bezugssystem zu bestimmen
- Arten:
 - **Triangulationsnetze:** die Messungen so geplant, dass zwischen den Punkten die Dreiecke entstehen.
 - **Trilaterationsnetze:** von den Dreiecken, welche zwischen den Punkten des Netzes gebildet werden, werden nur die Distanzen gemessen.
 - **Höhennetze:** Wenn von den Vermessungspunkten nur die Höhe zu bestimmen ist, sind nur die Höhenunterschiede zu messen.
 - **GPS-Netze**

Polygonzug

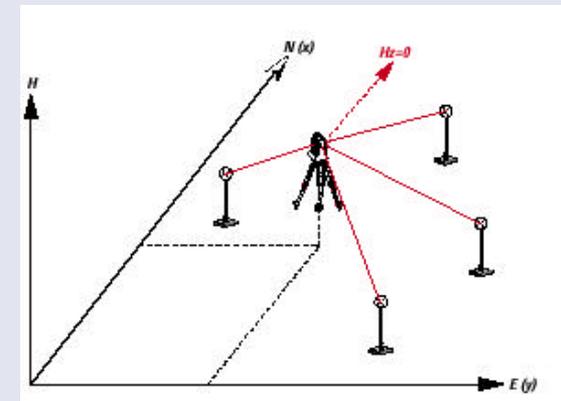
- Polygonzug
 - dient für die Bestimmung von neuen Punkten
 - am Anfang und Ende an vorhandene Festpunkte angeschlossen, deren Koordinaten im Landessystem bekannt sind
- Messungen:
 - Gegeben: Koordinaten der Festpunkte AA , A , E , EE
 - Gemessen: Brechungswinkel β_i und Strecken s_i
 - Gesucht: Koordinaten der Polygonpunkte $P_i (x_i, y_i)$



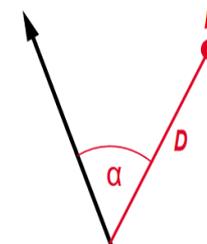
- Polygonzug
 - geschlossen
 - nicht geschlossen

Stationierung

- Bestimmung der Lagekoordinaten eines frei gewählten Standpunktes durch Richtungs- und/oder Streckenmessungen zu Punkten mit bekannten Koordinaten.
- Berechnungen:
 - Der Tachymeter misst Polarkoordinaten (a, D), die im Instrument oder nachträglich im Büro in rechtwinklige Koordinaten des entsprechenden Koordinatensystems umgerechnet werden
 - $Y = D \cdot \sin(\alpha)$
 - $X = D \cdot \cos(\alpha)$
 - Berechnung der Entfernung und des Richtungswinkels zwischen den beiden Festpunkten aus den bekannten rechtwinkligen Koordinaten im X, Y-System

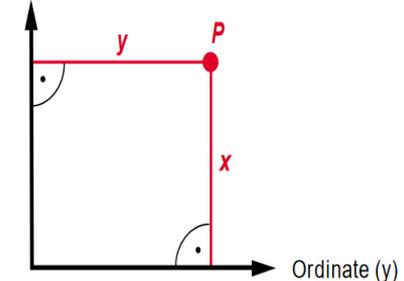


Nullrichtung



Polarkoordinaten

Abszisse (x)



Rechtwinklige Koordinaten

$$S_{A,B} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

Freie und bekannte Stationierung

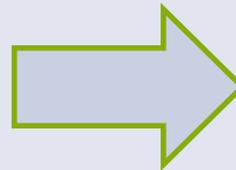
- **Freie Stationierung:**
 - Tachymeter wird über einem **beliebigen** Punkt aufgebaut.
 - Seine Koordinaten werden durch Messung zu **mindestens 2 bekannten** Anschlusspunkten direkt vor Ort bestimmt.
- **Bekannte Stationierung:**
 - Tachymeter wird über einem
 - bekannten und
 - vermarkten Punkt aufgebaut
 - nach der Horizontierung muss nur noch ein bekannter Punkt angezielt werden, um die Lage des Horizontalteilkreises zu bestimmen

Workflow

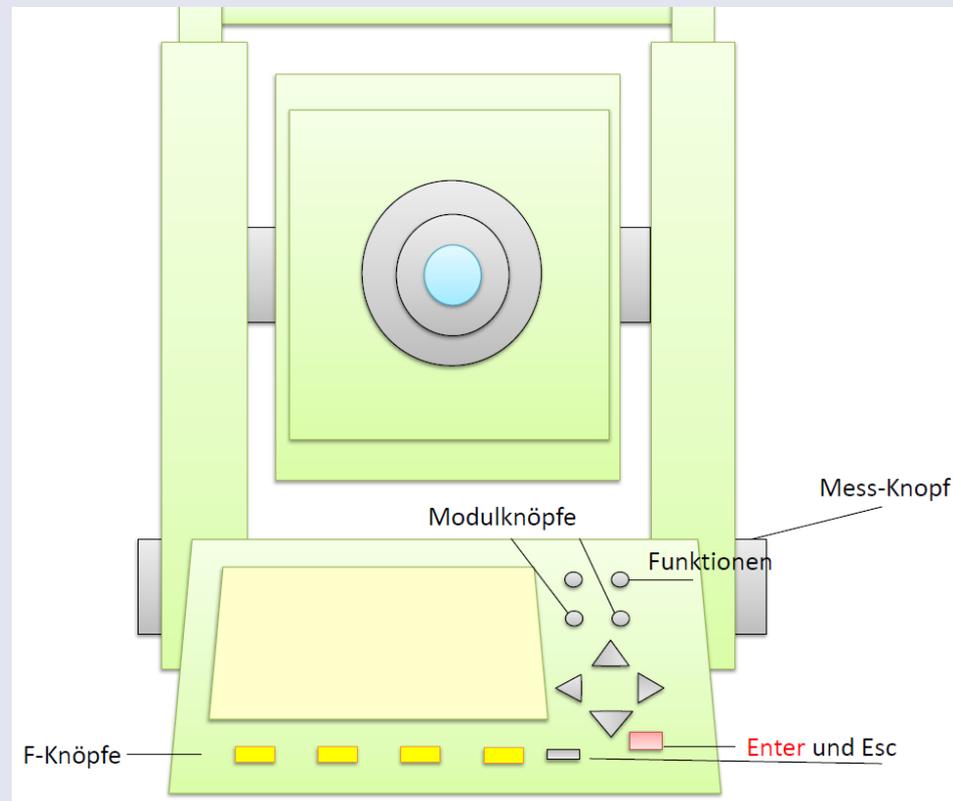
- Die Koordinaten der bekannten Punkte bei der entsprechenden Behörde anfragen
- Im Gerät: Projekt anlegen und bekannte Punkte angeben
- Höhe des aufgebauten Gerätes messen (Messband)
- Falls „mit Prisma“: Prismentyp und –höhe angeben.
- Gerät auf bekannte Punkte ausrichten (messen)
- Koordinaten von bekannten Punkten überprüfen
- Weitere Messungen durchführen

Tachymeter aufstellen

- Stativ grob über den Bodenpunkt aufstellen (ggfs. mit Hilfe eines Schnurlotes).
- Korrigieren des Stativtellers, so dass sich dessen Mitte möglichst horizontal über dem Bodenpunkt befindet.
- Stativbeine fest in den Boden eintreten und das Instrument auf das Stativ schrauben.
- Einspielen der Libelle(n) durch Verändern der Stativbeine (Stativschrauben)!
- Feinhorizontierung mittels der Fußschrauben
- Durch vorsichtiges Lösen der Zentralschraube und Verschieben des Stativtellers den Bodenpunkt exakt einstellen.
- Stativ in „Messrichtung“
- Orientierungspunkte sichtbar



Bedienung



Einschalten



Horizontieren

- Das Fenster mit Libelle-Horizontierung kommt automatisch beim Einschalten
- Oder über den FNC-Knopf



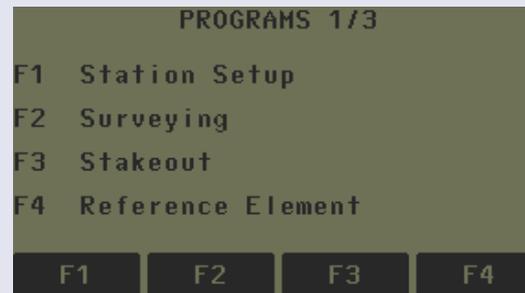
Projekt anlegen

- 1. Option: Programme (Programm wählen) – Neu – OK
- 2. Option: Jobs/Daten – Neu (Daten eintragen) – OK
- 3. Über TachyCAD (Schnittstelle)

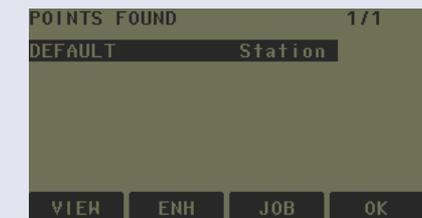
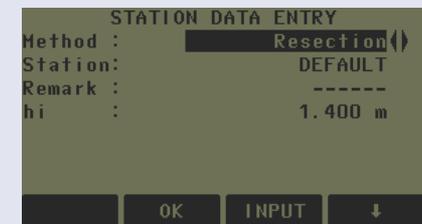


Stationierung und Orientierung

- Am Tachymeter: Programm – neuer Job - Stationierung (F1/F3)
- Dann: F1 – Job setzen



- Freie Station (freie Stationierung)
 - Benötigt werden drei Hilfspunkte
 - Punkte dienen zur Berechnung der Position
Gerätes im „Freien Raum“
 - Falls keine gespeicherte Punkte – dann ENH
(manuelle Eingabe)
- * bei **ENH** kann ein Punkt in einem Job eingespeichert werden



Vor der Messung

- Sobald der Punkt:
 - ausgewählt oder
 - eingegeben ist,
 wird zum ersten Mal gemessen.
- **Kontrolle:**
 - Alles noch im **Lot?**
 - Einstellung auf **Prisma?**
 - Prismahöhe auf 1.300 (STD) →
- dann zielen und **messen!**
- 1. Punkt gemessen - man sucht den **zweiten** und **dritten Punkt** im **Job** heraus (oder manuell ENH)

Messen: entweder All oder **Knopf** an der Seite des Tachys

P= Prisma
 NP= Non Prisma
 IR= Infrarot RL=
 Refektorlos



Kontrolle der Standardabweichung

- Wenn die Standardabweichung gering und in Ordnung ist, kann mit dem Messen begonnen werden! - Kontrollpunkt !



Direktes Zeichnen in AutoCAD durch TachyCAD – „Verlassen sie das Gebäude mit einem Plan“

- Tachymetrie für Bauforschung (AutoCad Plugin TachyCAD) , Auch als Plugin auf den CIPPool Computern vorhanden
- Film von Kubit über Tachymetrie:
<https://www.youtube.com/watch?v=6-OWaTqKcHQ>
- <https://www.faro.com/de-de/produkte/bausektor-bim-cim/tachycad-uberblick/>
- „Wenn das Messgerät angeschlossen und eine Messung ausgelöst wird, überträgt TachyCAD die Daten automatisch nach AutoCAD® und dort werden sie für den aktiven AutoCAD®-Befehl verwendet. Sie können die Messungen direkt von Ihrem Tachymeter aus vornehmen oder dieses mit Ihrem Notebook steuern. Die übertragenen Messungen sind für Zeichnungs- und Konstruktionsbefehle von AutoCAD® in der gleichen Weise verfügbar, als hätte der Benutzer im CAD mit der Maus geklickt oder die Koordinaten manuell eingegeben.“

GNSS/ GPS

- Wofür steht GNSS?
- Wofür steht GPS?
- Wie unterscheiden sich die beiden?
- Im Folgenden: Leica Geosystems Präsentation und Entwicklungen der Totalstationen

Ein Überblick: Wie messen wir heute digital?



Quelle: Leica Geosystems

Was machen wir heute?



GPS/GNSS



Multistation



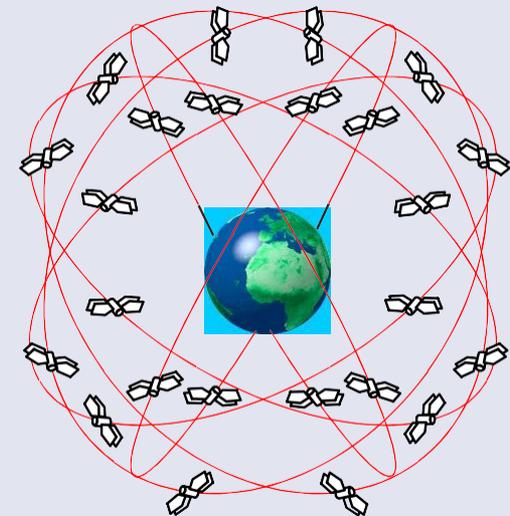
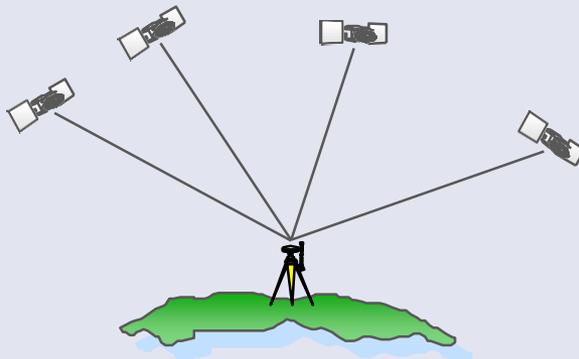
Scanning: BLK360

Quelle: Leica Geosystems

GNSS/GPS

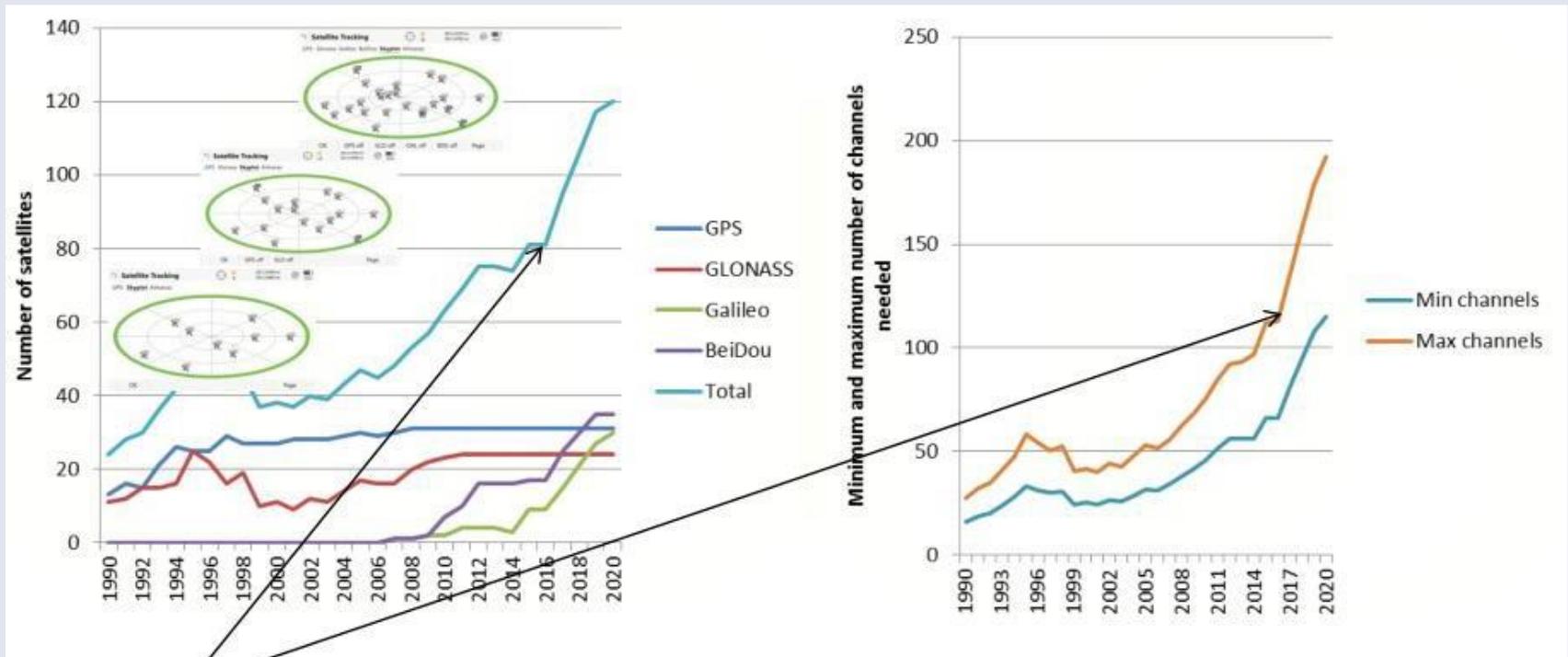
GNSS = Global Navigation Satellite System

- **Begriff umfasst alle Weltraum-basierten Navigationssysteme**
- **GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, QZSS, Gagan...etc.**
- **Positionsbestimmung über räumlichen Rückwärtsschnitt**



Quelle: Leica Geosystems

Die Entwicklung der letzten 25 Jahre



Quelle: Leica Geosystems

Politische Entwicklungen in GNSS Systemen 2018

BREXIT

EU schließt Großbritannien von Galileo aus

Die EU hat den Kauf von neuen Satelliten für das Satellitennavigationssystem Galileo beschlossen. Wegen des bevorstehenden Brexits werden britische Unternehmen aber voraussichtlich keine Aufträge mehr bekommen.

15. Juni 2018, 17:44 Uhr, Werner Pluta



(Bild: Pierre Carril/Es)

Galileo-Satelliten auf einer Ariane-5-Rakete (Symbolbild): kein Zugang zum verschlüsselten Dienst

<https://www.golem.de/news/brexit-eu-schliesst-grossbritannien-von-galileo-aus-1806-134986.html>

Mai 2018:

<https://www.theguardian.com/politics/2018/may/25/what-is-galileo-and-why-are-the-uk-and-eu-arguing-about-it>

<https://www.futurezone.de/science/article215177959/Wegen-Brexit-Briten-wollen-alleine-in-den-Weltraumraum.html>

August 2018:

<https://www.theguardian.com/politics/2018/nov/22/brexit-political-declaration-fails-to-offer-frictionless-trade-theresa-may-chequers-plan>

22. November 2018: On the UK's involvement with the Galileo satellite project, to which the British government has been a major funder, the political declaration states: "The parties should consider appropriate arrangements for cooperation on space."

Latest News 2019

- 8.11.2019 So hat die EU Großbritannien im vergangenen Jahr wegen des »Brexit« von ihrem Satellitennavigationssystem Galileo ausgeschlossen, in das London viel investiert hatte. Die Folge: Das Vereinigte Königreich nahm die Arbeit an einem eigenen Satellitennavigationssystem auf – in Kooperation mit US-Konzernen.
<https://www.jungewelt.de/artikel/366418.brexit-eine-ganz-besondere-beziehung.html>

Was können wir heute: GNSS

- Messung in sekundenschnelle in cm-Genauigkeit
- Unterstützung aller Satellitensignale
- Intelligente Algorithmen (RTKplus) – automatisch immer die besten Signale und Korrekturdaten
- #ForgetTheBubble – Nie mehr gerade halten beim Messen und Suchen von Punkten
- Moderne Oberfläche mit 3D Daten und App-Design
- Datenaustausch über die Cloud

Quelle: Leica Geosystems

Was können wir heute: Totalstation & Multistation

- Messung IR auf Prismen/Reflektorspiegel bis 10.000m (MS60)
- Messung reflektorlos (Laser) bis 2000m (MS60)
- Automatisches Anzielen von Prismen (ATR)
- Automatisches Verfolgen und Wiederfinden von Prismen (PowerSearch, Dynamic Lock)
- Integrierte Bildaufnahme/ Fotogrammetrie/ Messen im Bild
- 3D-Scanning

Quelle: Leica Geosystems

3D Daten erleben

Lösungen für die Erfassung im Feld

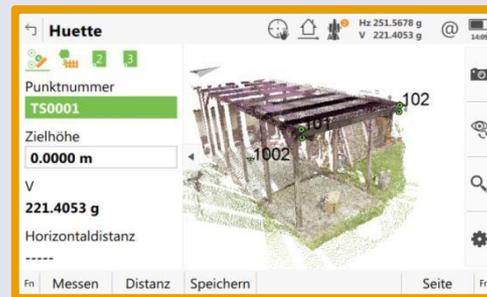
Feld-Controller



Totalstation & MultiStation



Feld-Software



GNSS Empfänger

Quelle: Leica Geosystems

TS Lösungen

Selbstlernende Totalstationen

Leica Viva TS16 Totalstation



5" WVGA Farb-TouchAnzeige



5 Megapixel Weitwinkel-Kamera



Leica Captivate Feld-Software



Quelle: Leica Geosystems

TS Lösungen

Selbstlernende Totalstationen

Leica Nova TS60 Referenz Totalstation / MS60 MultiStation



5" WVGA Farb-TouchAnzeige



5 Megapixel Weitwinkel/Koaxial-Kamera



Leica Captivate Feld-Software



Vollwertige Tastatur in 2 Lagen



Quelle: Leica Geosystems

TS Lösungen

Leica Nova MS60 MultiStation

Technologie die verbindet



Totalstation



Scanning



Photogrammetrie



GNSS

=  **mergeTEC**



Quelle: Leica Geosystems

TS Lösungen

Leica Nova MS60 MultiStation

Scanning

- Einfache Scandefinition per Assistent
- Bis zu 1000 Punkte/Sekunde
 - Jeder Punkt hat TPS Qualität
 - Rauschen 100m: 0,8 – 2,0 mm
- Raster oder Winkelauflösung
- Punktwolken und/oder Reichweitenfilter
- Live 3D Darstellung der Ergebnisse



Quelle: Leica Geosystems

TS Lösungen

Leica Infinity – Die Verbindung zwischen Feld & Büro

The screenshot displays the Leica Infinity software interface. The main window shows a 3D point cloud of a building with various points and lines overlaid. The interface includes a menu bar at the top, a toolbar with icons for file operations, navigation, and data management, and several panels on the left and right. The 'Inspektor' panel at the bottom center displays a table of point data.

Punkt-ID	Rechtswert [m]	Hochwert [m]	Höhe [m]	3D KQ [m]	Punktrolle	2D KQ [m]	1D KQ [m]	Geoidundulation [m]
1000 – ST01 (17/03/2015 15:47:28)	4465112.1127	5338916.8748	503.8867	0.0051	Gemessen mit TPS mit Reflektor	0.0051	0.0003	-
1001 – ST01 (17/03/2015 15:47:57)	4465091.5102	5338918.9780	503.8209	0.0051	Gemessen mit TPS mit Reflektor	0.0051	0.0002	-
1002 – ST01 (17/03/2015 15:48:39)	4465071.8128	5338920.9734	503.8016	0.0050	Gemessen mit TPS mit Reflektor	0.0050	0.0002	-
1003 – ST01 (17/03/2015 15:49:23)	4465032.5558	5338924.8882	503.6422	0.0051	Gemessen mit TPS mit Reflektor	0.0051	0.0002	-

Quelle: Leica Geosystems

TS Lösungen

Umfassende Integration

- Leica Robotic Station
- Leica SmartStation
- Leica SmartRover
- Leica SmartPole



Quelle: Leica Geosystems

TS Lösungen

Bildunterstützte Vermessung

10 Hz Livebild am Feld-Controller

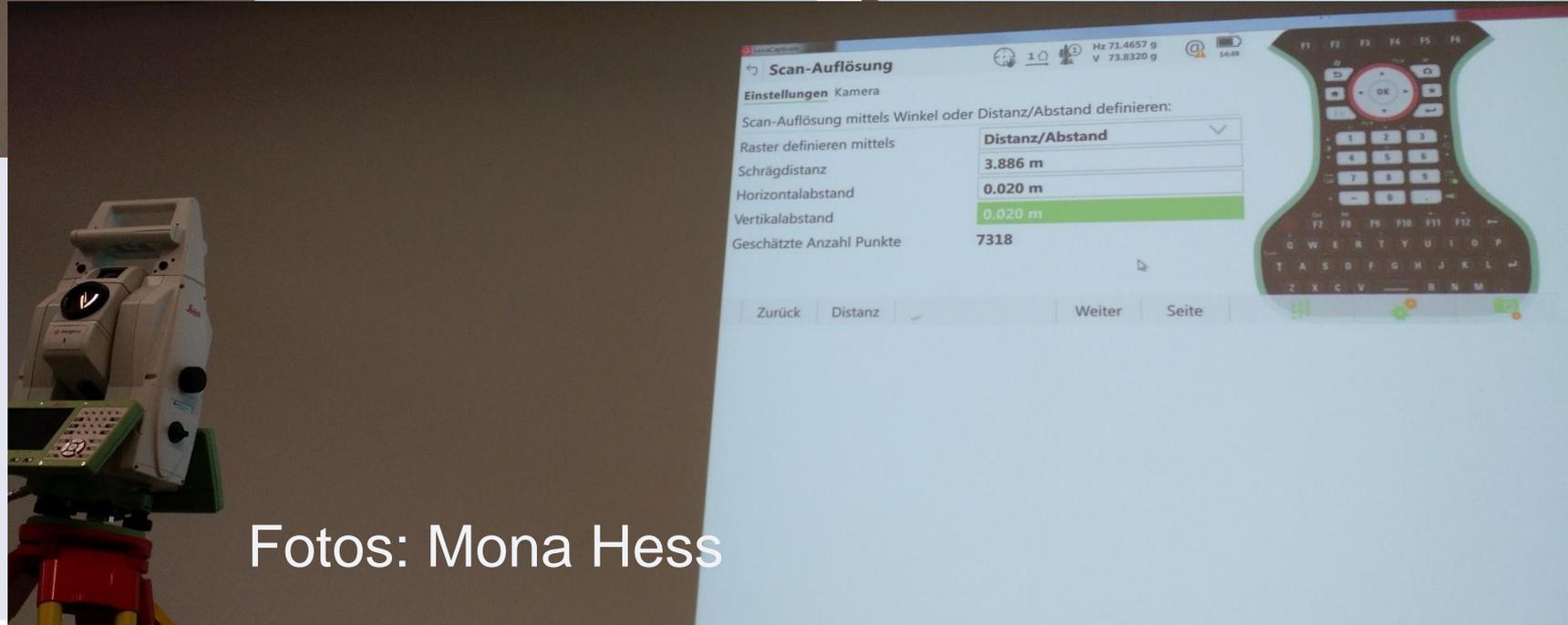
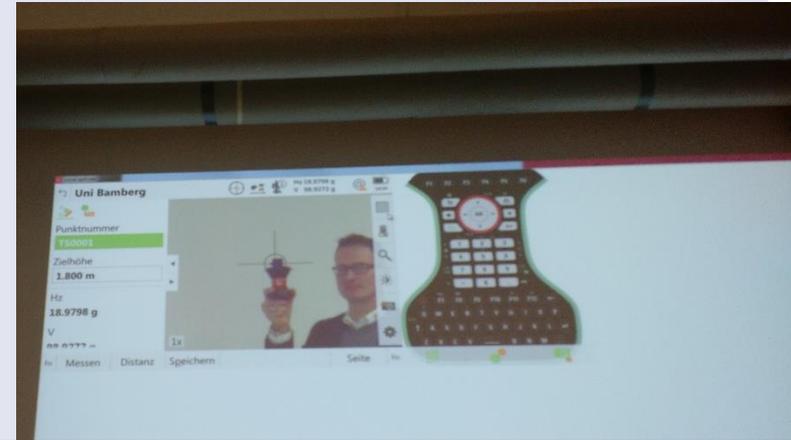
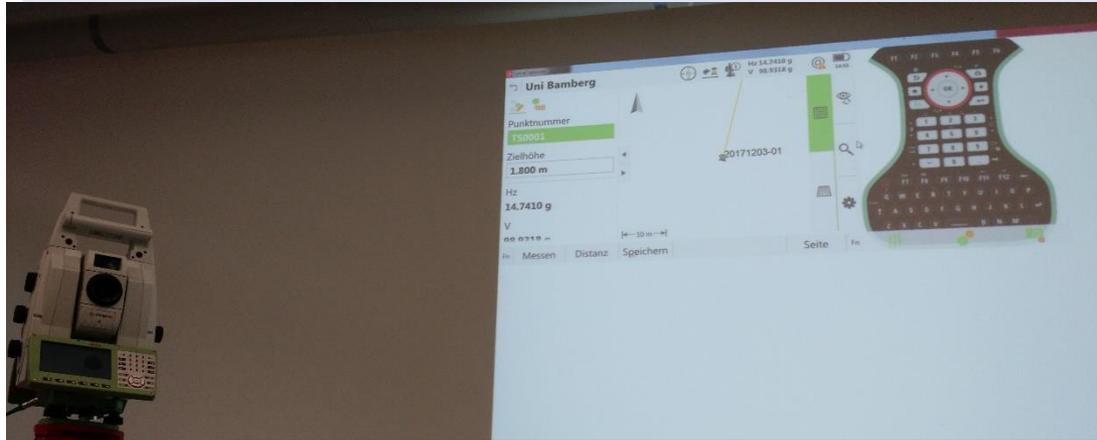


20 Hz Livebild am Instrument



Quelle: Leica Geosystems

Demo: Robotische Totalstation

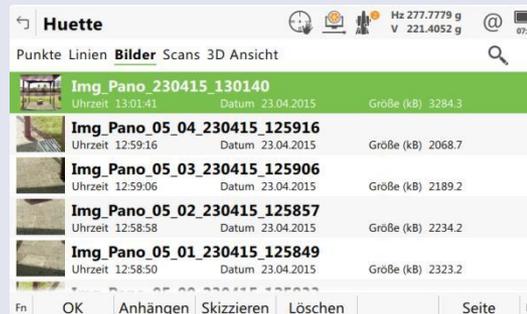


Fotos: Mona Hess

TS Lösungen

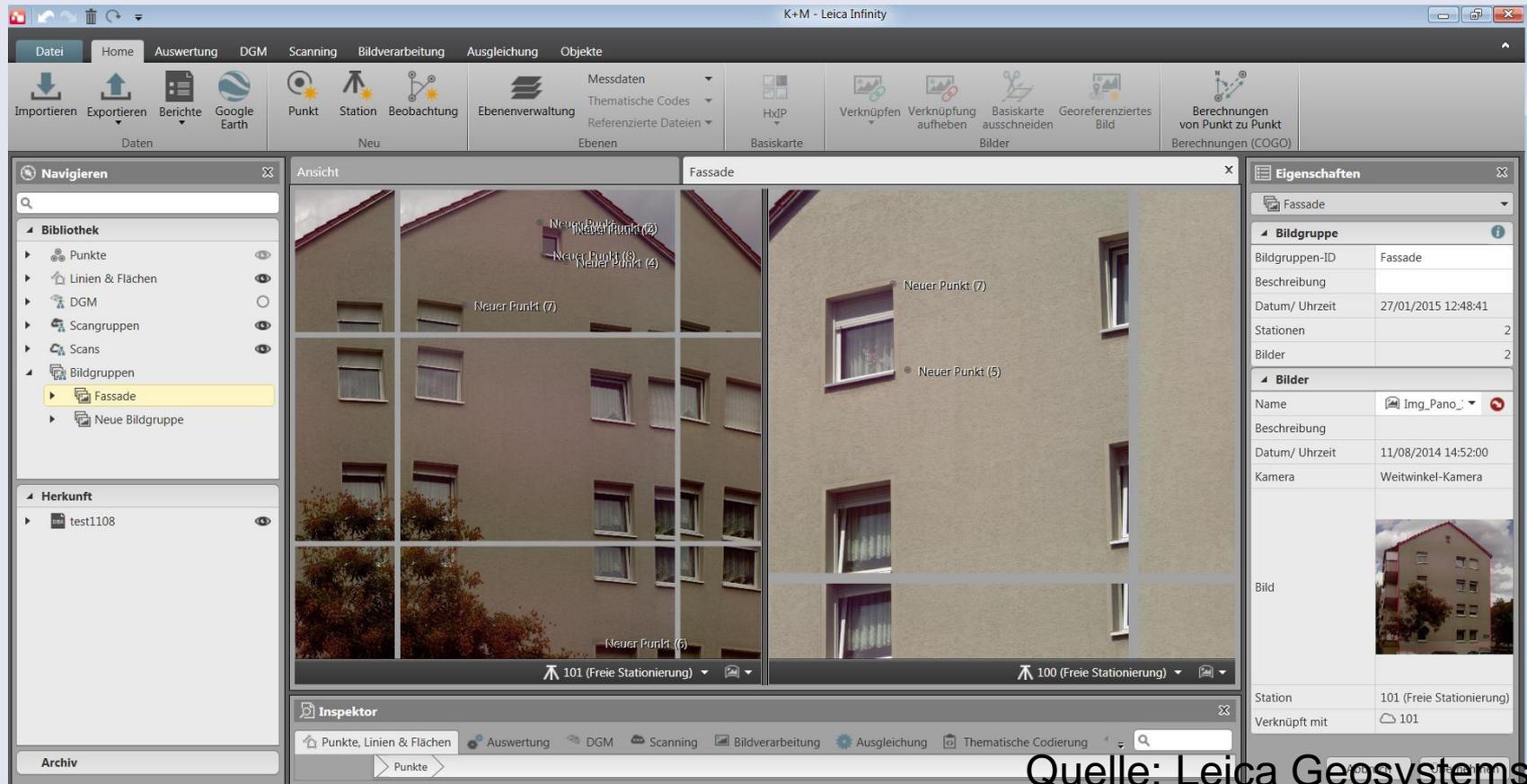
Bildunterstützte Vermessung

- Bilderübersicht
- Editieren
- Skizzieren im Bild
- Auswertung in Leica Infinity Büro-Software



Quelle: Leica Geosystems

Fotogrammetrische Auswertung



Quelle: Leica Geosystems



Vermessung - Geräte

Theodolit in der Archäologie



Kreuzlinienlaser in der Bauforschung

Bosch Kreuzlinienlaser GCL 2-15 selbstnivellierend, roter Laser, mit H..

Home > Werkzeug & Baumarkt > Kreuzlinienlaser



Bestseller

1 In den Warenkorb

Lieferzeit: sofort lieferbar*

auf Notizzettel

in Einkaufsliste



Best-Nr.: 0601066e00

Lieferung inkl.: Sologerät

Sologerät mit Stativ mit Handwerkerkoffer

Kreuzlinienlaser Bosch GCL 2-15 selbstnivellierend roter Laser, mit Halterung und Schutztasche

Projektion: 1x horizontallinie und 1x vertikallinie, 2x Lotpunkte (oben / unten)
 Laserfarbe: rot
 Messbereich: 15m
 Selbstnivellierend: ja
 Nivellierbereich: +/- 4 Grad
 Nivelliergenauigkeit: +/- 0,3mm/1m
 Stativanschluß: ja, 1/4 Zoll und 5/8 Zoll
 Stromversorgung: 3x 1,5V AA / Mignon / LR6
 > mehr Produktdetails ...

★★★★★

Online-Tagespreis

104.51 €

pro Set inkl. MwSt. Versandkostenfrei

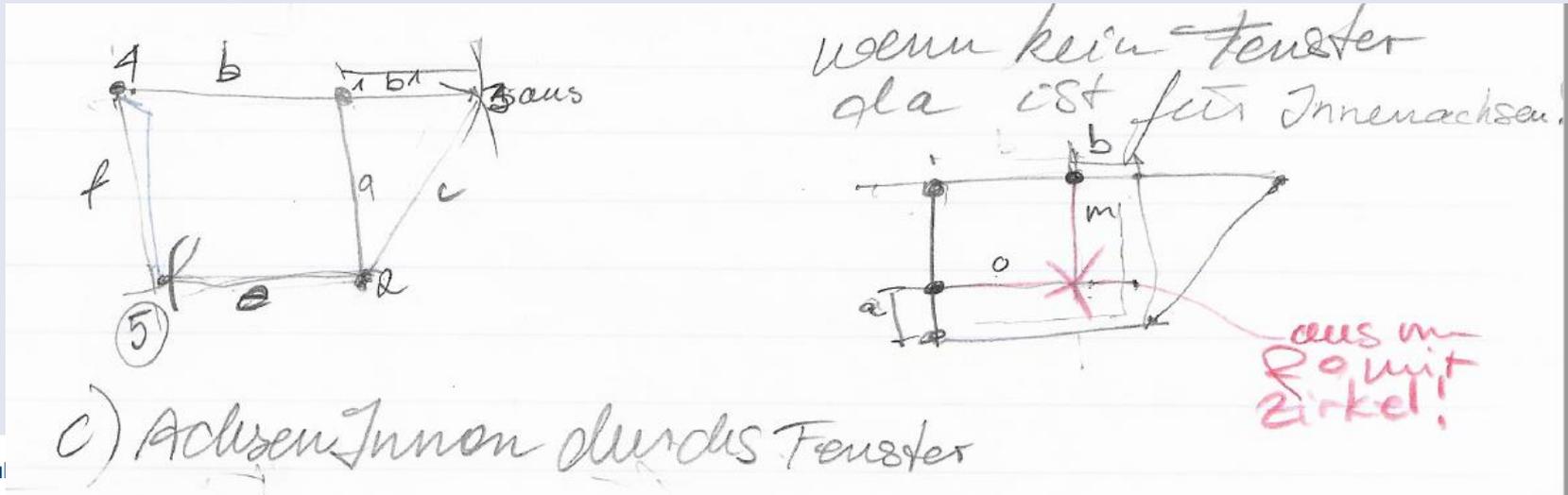
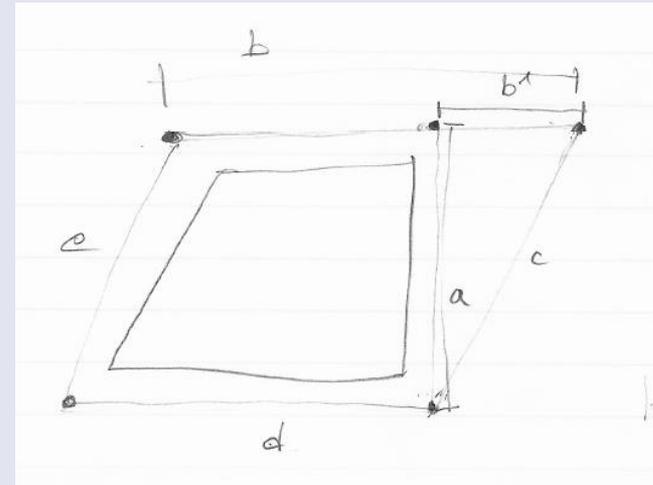
Maximale Abgabemenge: 1
 Leider keine Geschenke möglich.

<https://www.ucl.ac.uk/women-in-engineering/profiles/lizjones-profile>

https://www.bueromarkt-ag.de/kreuzlinienlaser_bosch_gcl_2-15_selbstnivellierend,p-0601066e00,l-google-prd,pd-b2c.html?gclid=EAlalQobChMI5ZqL3oeJ1wIVqRXTCh2q1gXUEAQYAIABEglafD_BwE

Polygonzug in und ums Gebäude

1. Kontrollsystem aus strategisch gelegten Festpunkten
2. Aufstellen über einem Punkt: ekannte Punkte, zB Kadaster, geodätische Punkte, kann reproduziert werden
3. -> Polygonzug
4. Einmessen von Zielmarken am Gebäude und um das Gebäude

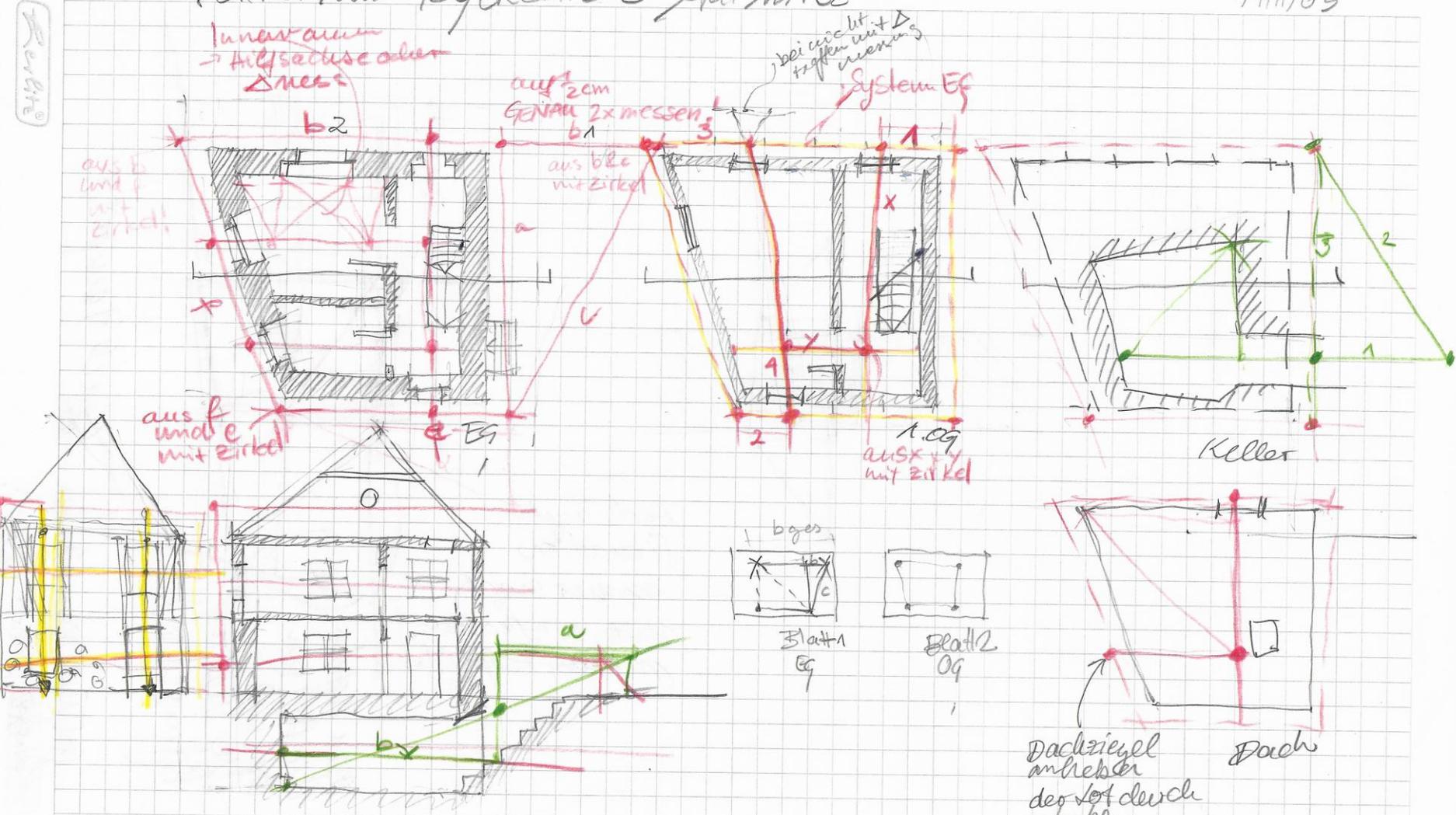


Beispiel Polygonzug Planung

VERTÖRMUNGSGERECHTES AUFMÄSS

14/11/03

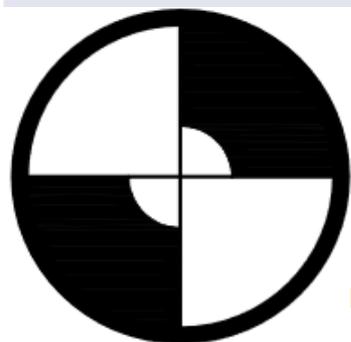
erwin®



b a = Staffelmessung

Aufstellung über einem Bekannten Punkt (Messpunkte, Kadasterpunkte, festgelegte Punkte)

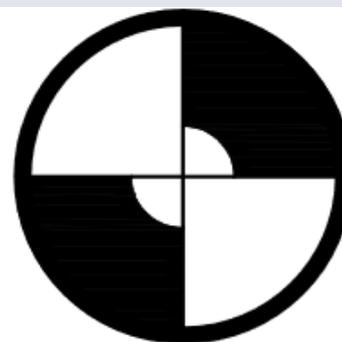
- Kontrollsystem/ Festpunkte
- Passpunktmarken für ein lokales Kontrollsystem von gesetzten Marken im Gebäude – verbleiben im Gebäude für spätere Messung (Beispiel Klebemarke Uni Bamberg) - <https://www.uni-bamberg.de/bauforschung/service/merkblaetter-druckvorlagen-formulare/>



Vermessungspunkt
Bitte nicht entfernen!

Nr.

Otto-Friedrich-Universität Bamberg,
Institut für Archäologie, Denkmalkunde
und Kunstgeschichte



Vermessungspunkt
Bitte nicht entfernen!

Nr.

Otto-Friedrich-Universität Bamberg,
Institut für Archäologie, Denkmalkunde
und Kunstgeschichte

ÜBUNG - Tachymetrie

Kodierung der Messungen (Beispiel nach M.C. Hagner)

Befund	Objekte	Grenzen	Profil	Messungen
1- oder 1-O- für Umzeichnung der Befundgrenze	1-Li-@/\$/& für eine Linie	1-Li-@/\$/& für eine Linie	1-PR-X/Y Profilnägel	1-Ni Nivellement
1-Li- @/\$/& für eine Linie	1-KE- für Keramik	1-GR- Grabungsgrenze	1-KS-U 1-KS-X ↓ 1-KS-Y	1-FG-XX Fotogrammetrie
1-US- @/\$/& für eine unsichere Befundkontur	1-FE- für einen Eisenfund dann Nummer	1-PT Punktobjekt	Koordinaten- system! <i>Ursprung</i> <i>X-Achse</i> <i>Y-Achse</i>	K Kontrollpunkt
1-Ti- XXX für eine Textinformation	1-XX- individuelle Fundart			

Literatur für diese Vorlesung

- Allgemein
- Semesterapparat Grundlagen der Vermessungstechnik , Autor/Hrsg./Bearb.: [Petrahn, Günter](#) Berlin, Cornelsen, 2010 ISBN: 9783464433355, Bib: 51/LH 60360 HG 29524
- Heutige Vorlesung
 - 3D recording, documentation and management of cultural heritage . In: Imaging, Stylianidis, Efstratios, and Fabio Remondino. *3D Recording, Documentation and Management of Cultural Heritage*. Whittles Publishing, 2016. <http://hdl.handle.net/1854/LU-8050621>.
 - <http://ebookcentral.proquest.com/lib/ub-bamberg/detail.action?docID=4710342>
 - Chapter 4: Basics of Photography for Cultural Heritage Imaging