



Das ist ja wohl die Höhe!

Einfache Höhenmessung von
OSM-Objekten

von Lars Roskoden

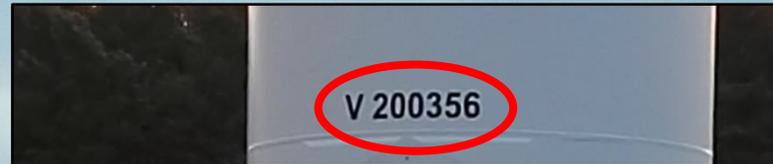
FOSSGIS-Konferenz 2016 – Salzburg





Bei Windkraftanlagen teilweise einfach aber evtl. unerlaubt:

wea-nis.de



wea-nis.de

Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt **DBU** **WEA-NIS Europa Version 2.3** **NOTFALL - INFORMATIONSSYSTEM**

Home
Login
Rettung
Login
Wartung

Öffentliche Auskunft für Windenergieanlagen (WEA)

Geben Sie das Kennzeichen der WEA wie folgt ein:
In das erste Feld den oder die Kennbuchstaben. In das zweite Feld die nachfolgende Ziffernkombination.

v - 200356

wea-nis.de

Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt **DBU** **WEA-NIS Europa Version 2.3** **NOTFALL - INFORMATIONSSYSTEM**

Home
Login
Rettung
Login
Wartung

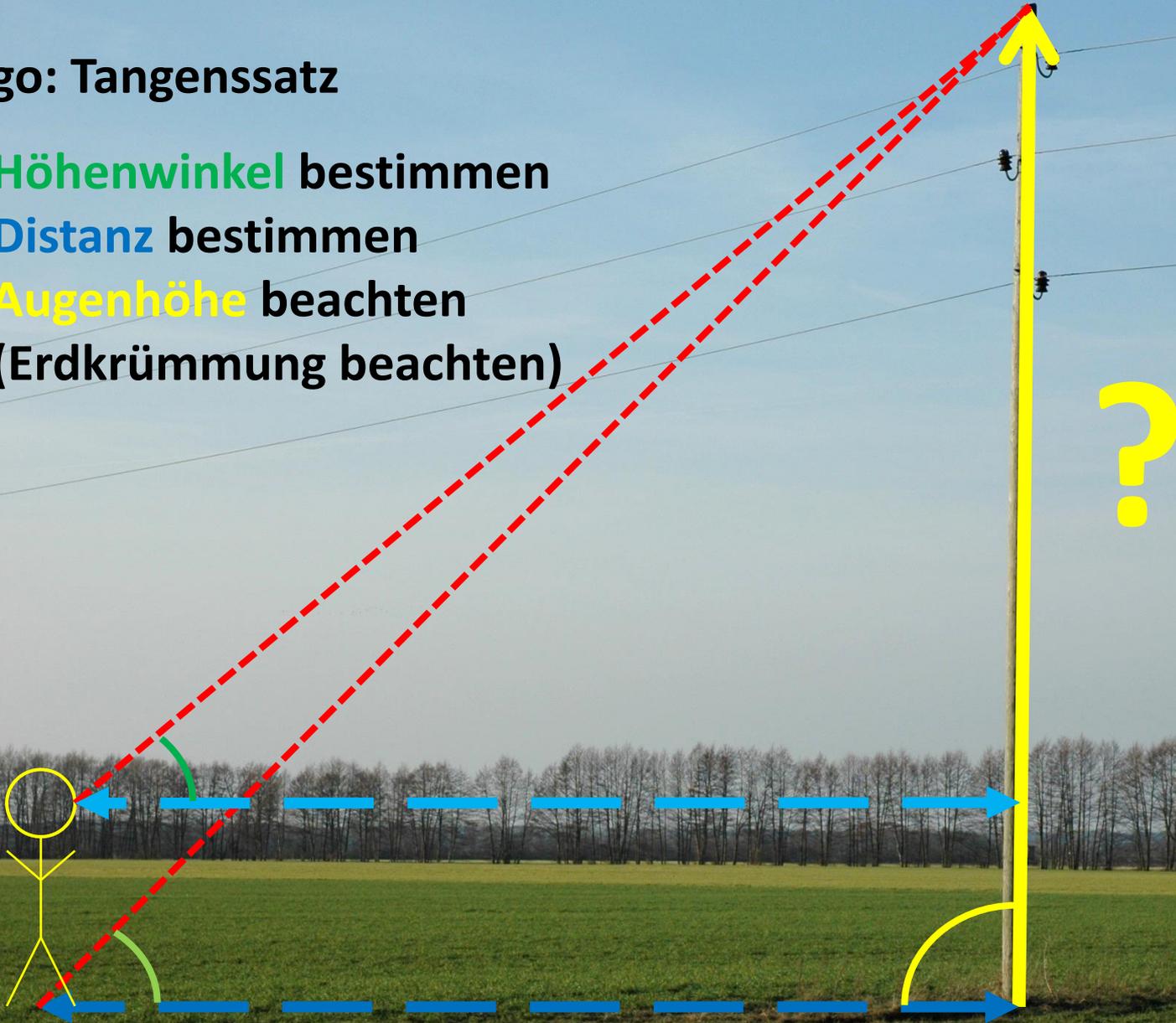
Das Projekt (FGW)

Kennzeichen V - 200356					Rettung 112 - Feuer 112			
Bundesland:					Brandenburg			
Kreis:					Dahme-Spreewald			
Gemeinde:					Wildau			
Kennzeichen	Typ	Zone	Koordinate Ost	Koordinate Nord	Standorthöhe über NN	Nabenhöhe über Grund	Rotordurchmesser	Nennleistung
V - 200356	V90-2-95	33N	409746	5797539	50 m	95.0 m	90.0 m	2000 kW

Pythagoras? – Länge der **Hypotenuse** ist schwer bestimmbar

ergo: Tangenssatz

- **Höhenwinkel** bestimmen
- **Distanz** bestimmen
- **Augenhöhe** beachten
- (Erdkrümmung beachten)



Möglichkeiten zur Bestimmung von Höhenwinkeln

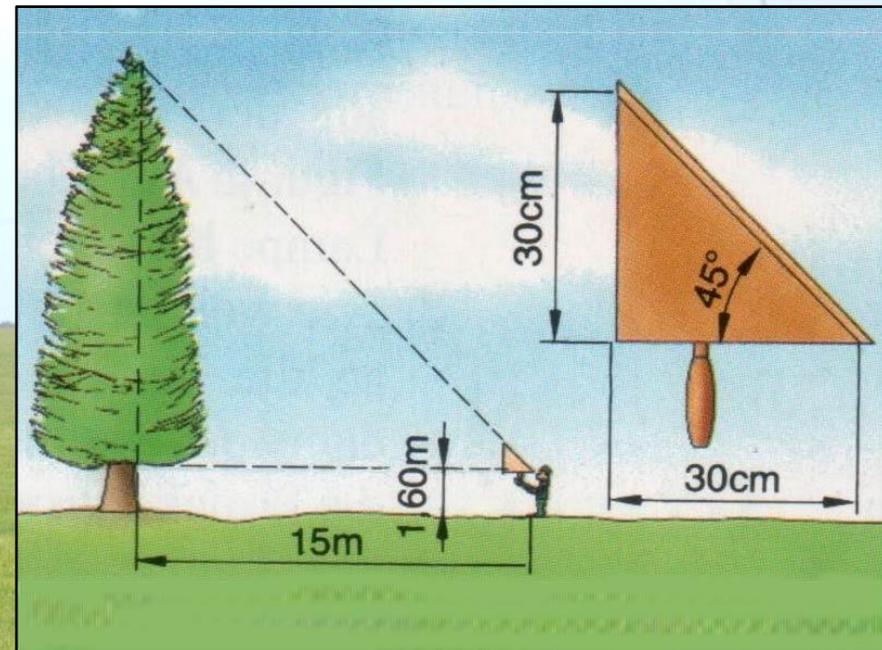
1. Försterdreieck (gleichschenkliges, rechtwinkliges Dreieck)

- Vorteile:

- Geodreieck verwendbar
- schnell und einfach selbst zu bauen (z.B. aus Pappe)

- Nachteile:

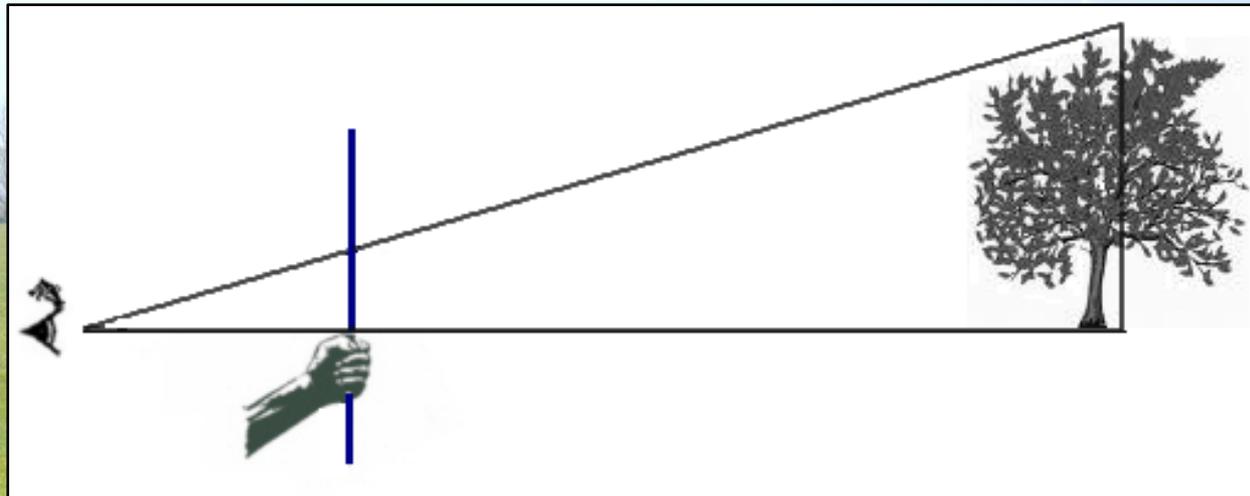
- unflexibler Meßstandort (muß sich Höhe anpassen)
- Ankathete am Auge nicht immer waagrecht
- Objektpeilung unbequem
- Meßfehler aufgrund Orographie



Möglichkeiten zur Bestimmung von Höhenwinkeln

2. Peilstock

- **Vorteile:**
 - langes Lineal verwendbar
 - schnell und einfach selbst zu bauen (Stock schnitzen)
 - flexibler Meßstandort
- **Nachteile:**
 - Ankathete (Arm) nicht immer waagrecht
 - Meßfehler aufgrund Orographie

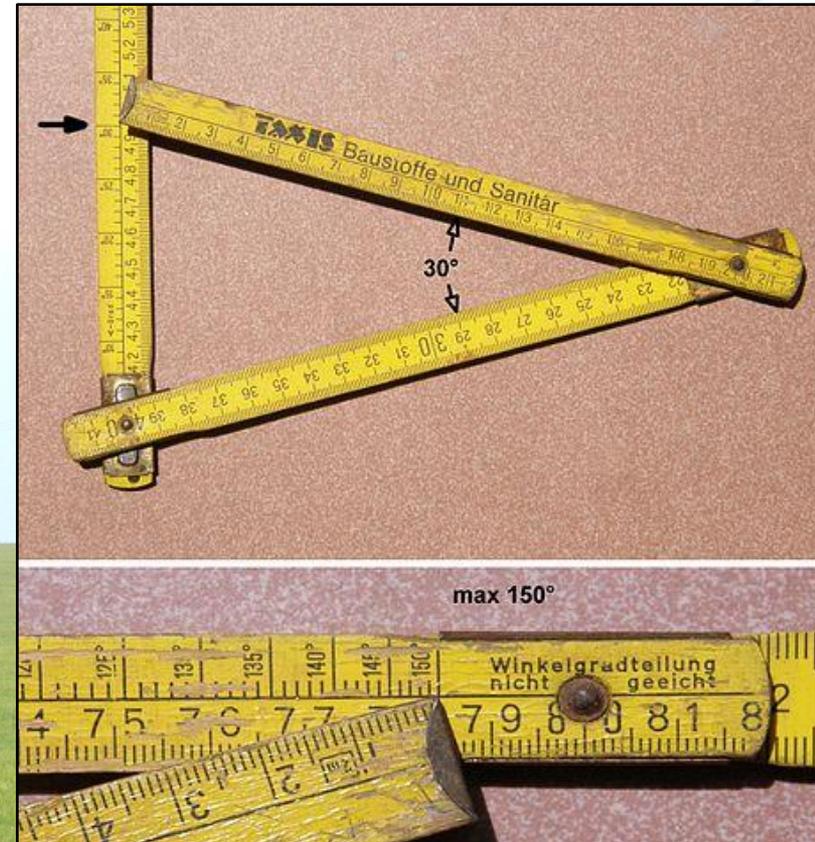


https://de.wikipedia.org/wiki/Stockpeilung#/media/File:Height_measuring_with_a_stick.png

Möglichkeiten zur Bestimmung von Höhenwinkeln

3. Zollstock

- Vorteile:
 - schnell zur Hand und platzsparend
 - auch zur Distanzmessung geeignet
 - flexibler und fester Meßstandort
- Nachteile:
 - Ankathete am Auge nicht immer waagerecht
 - Objektpeilung unbequem
 - Meßfehler aufgrund Orographie



<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zollstock%26Winkel1.JPG>

Möglichkeiten zur Bestimmung von Höhenwinkeln

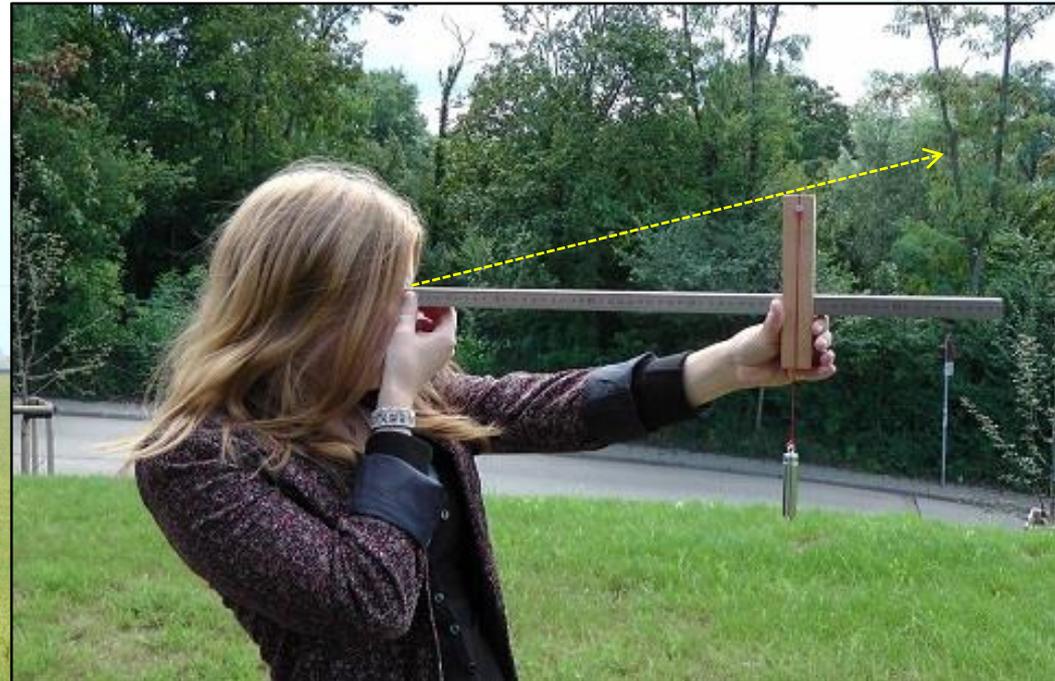
4. Jakobsstab

- Vorteile:

- relativ hohe Genauigkeit
- flexibler Meßstandort

- Nachteile:

- ist nicht so einfach zu bauen
- paßt nicht in jede Hosentasche
- Meßfehler aufgrund Orographie
- ggf. zweite Person für Loteinhaltung



Möglichkeiten zur Bestimmung von Höhenwinkeln

5. Höhenwinkelmesser Marke Eigenbau

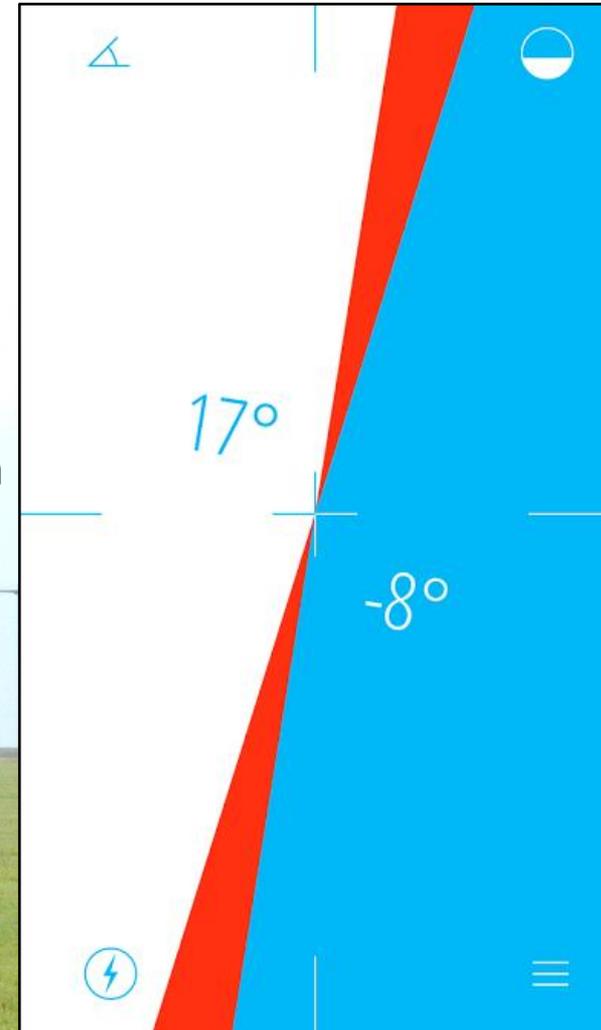
- **Vorteile:**
 - relativ hohe Genauigkeit (je nach Bastellust)
 - flexibler Meßstandort
 - einfach und günstig zu bauen (Kopie eines Geodreiecks)
 - gut im Rucksack verstaubar
- **Nachteile:**
 - je nach Bauart schnelle Abnutzung
 - Meßfehler aufgrund Orographie



Möglichkeiten zur Bestimmung von Höhenwinkeln

6. Smartphone-App's (Wasserwaage)

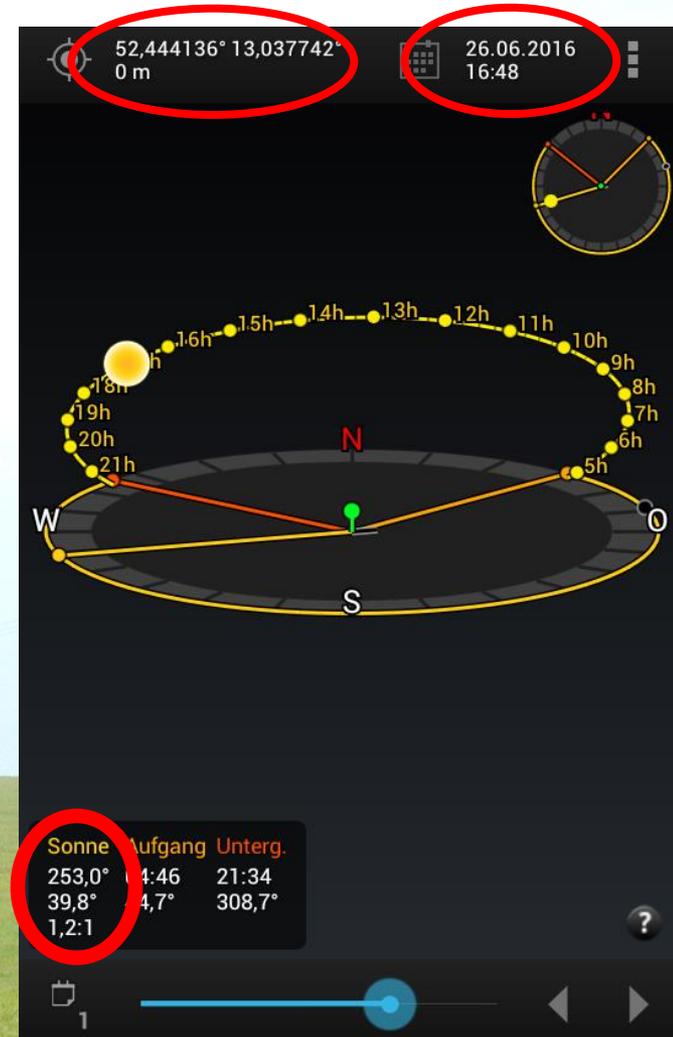
- Vorteile:
 - hohe Genauigkeit (sensorabhängig)
 - flexibler Meßstandort
 - Meßwert ist einfach arretierbar
 - paßt in jede Hosentasche
 - kein Aufwand, keine Kosten
- Nachteile:
 - bei heller Umgebung hoher Akkuverbrauch
 - Objektpeilung etwas unbequem
 - Meßfehler aufgrund Orographie



Möglichkeiten zur Bestimmung von Höhenwinkeln

7. Sonnenstandshöhe mit Smartphone-App's

- **Vorteile:**
 - hohe Genauigkeit
 - ohne Berücksichtigung Augenhöhe
 - paßt in jede Hosentasche
 - kein Aufwand, keine Kosten
- **Nachteile:**
 - funktioniert nur bei Sonnenschein
 - Schattenende „unscharf“
 - tages-/jahreszeitabhängiger Meßstandort
 - Meßfehler aufgrund Orographie



Möglichkeiten zur Bestimmung von Höhenwinkeln

7. Sonnenstandshöhe mit Smartphone-App

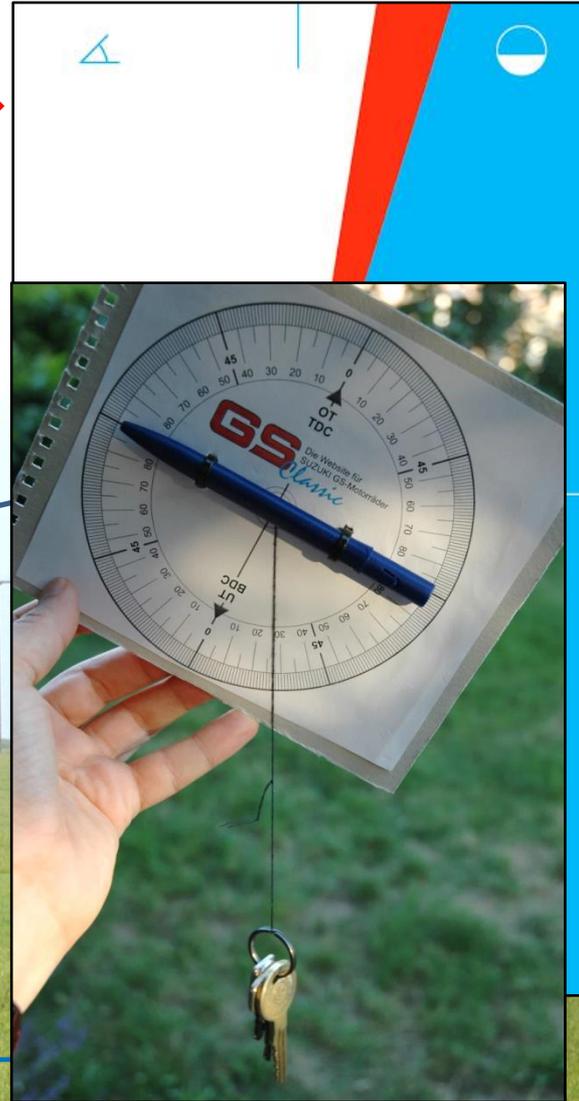
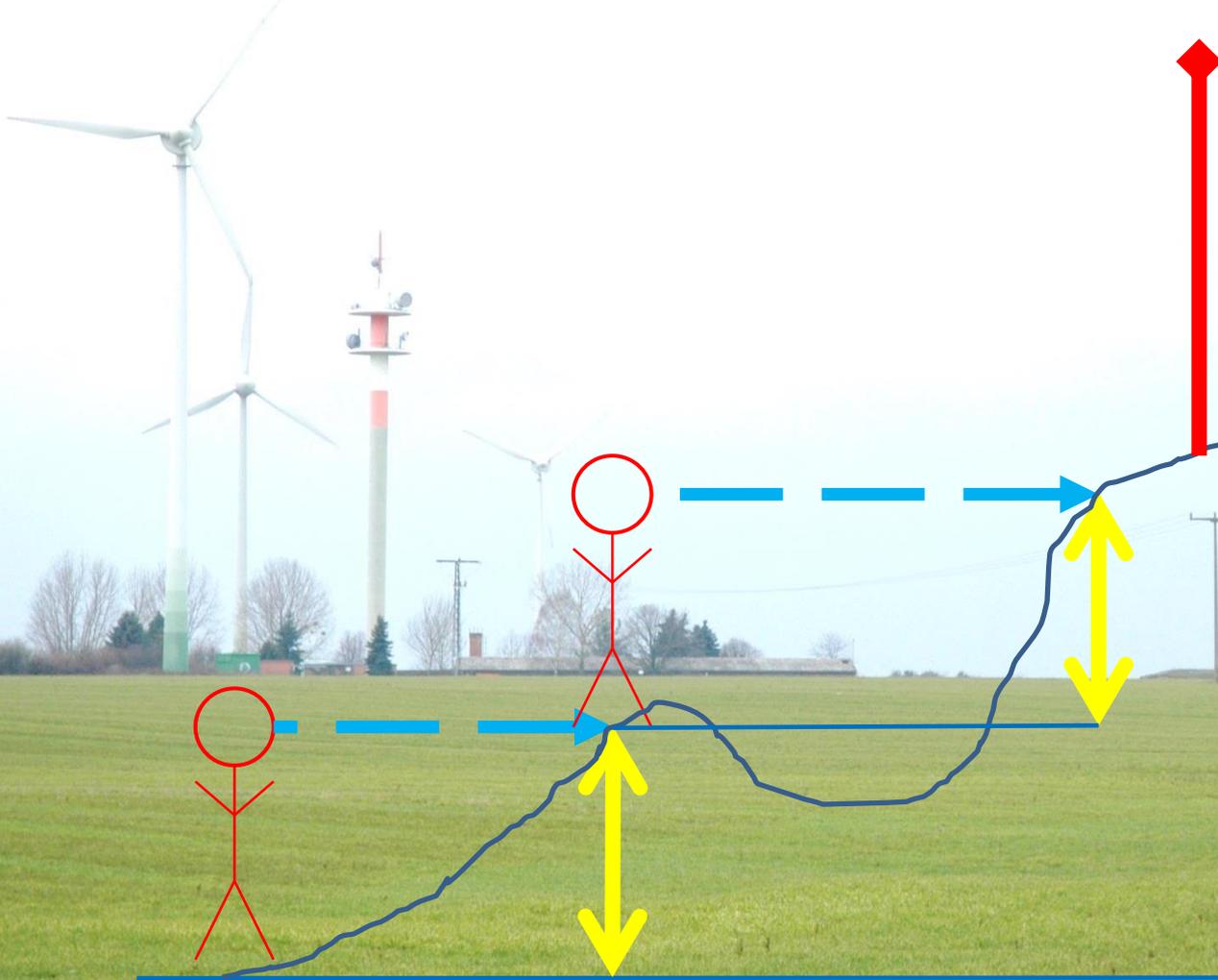
- **Nachteil:**
 - Schattenende „unscharf“



Möglichkeiten zur Bestimmung von Höhenwinkeln

Systematischen Meßfehler „Orographie“ ausgleichen:

- mit Augenhöhe stufenweise an Hügelhöhe annähern



Möglichkeiten zur Bestimmung von Distanzen

1. Schrittlänge

- Vorteile:

- hinreichende Genauigkeit
- ist schnell gemacht
- hat fast jeder immer dabei
- keine Kosten

- Nachteile:

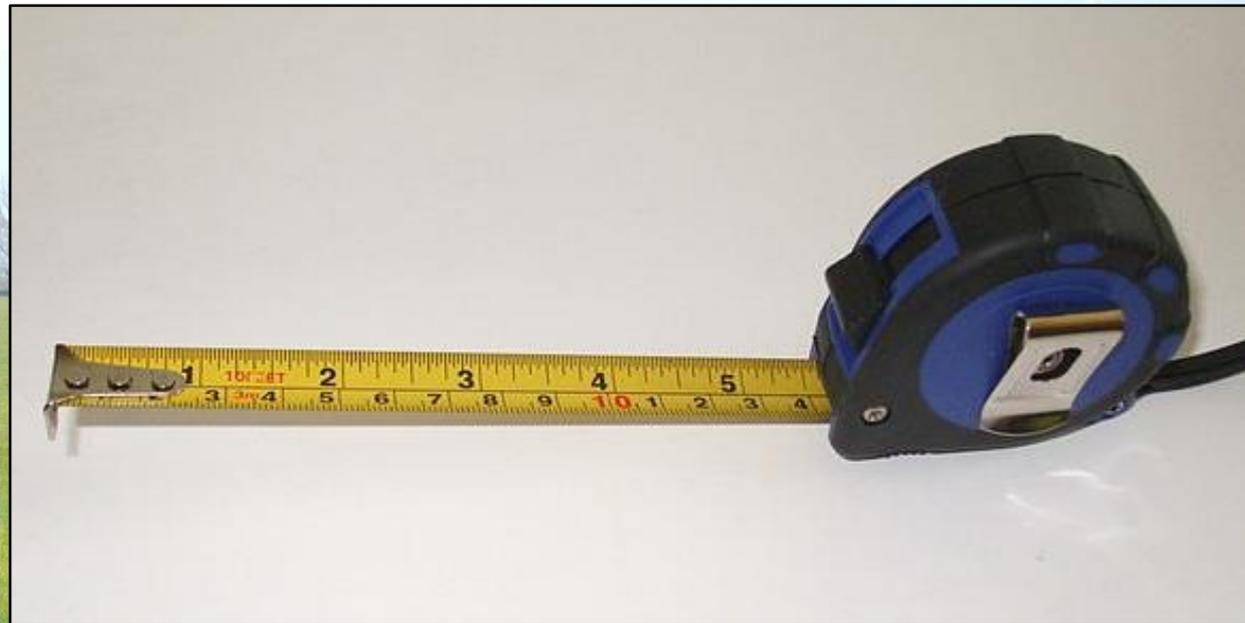
- OSM-Objekt muß erreichbar sein (keine Barrieren)
- nicht immer gleichmäßig und gleich lang



Möglichkeiten zur Bestimmung von Distanzen

2. Zollstock/Maßband

- **Vorteile:**
 - gute Genauigkeit
 - klein und handlich
 - geringe Kosten
- **Nachteile:**
 - OSM-Objekt muß erreichbar sein (keine Barrieren)
 - teilweise aufwendig und unpraktisch



Möglichkeiten zur Bestimmung von Distanzen

3. Meßrad

- Vorteile:
 - gute Genauigkeit
 - schnelle Messung auf guten Oberflächen
- Nachteile:
 - OSM-Objekt muß erreichbar sein (keine Barrieren)
 - sperriger Transport
 - relativ teuer



Möglichkeiten zur Bestimmung von Distanzen

4. Lasermeßgerät

- Vorteile:
 - sehr gute Genauigkeit
 - klein und handlich
 - OSM-Objekt muß nicht erreichbar sein (z.B. Zaun)
 - (bedingt) schnelle Messung
- Nachteile:
 - ab ca. 10-20 Meter unpraktisch
 - Laserpoint bei Tageslicht nicht zu sehen
 - „zitternde“ Hand bringt kein Ergebnis
 - Sichtverbindung zum OSM-Objekt
 - sehr teuer

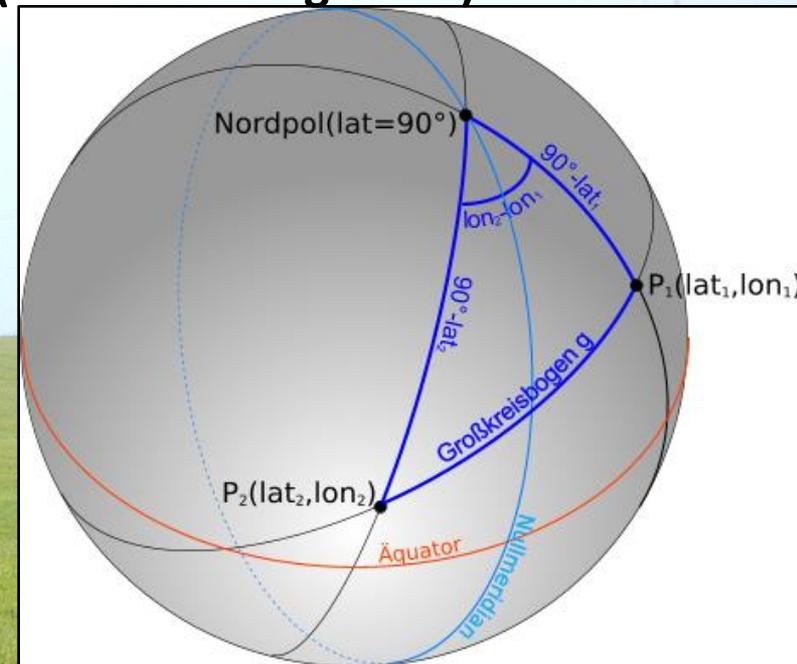


Möglichkeiten zur Bestimmung von Distanzen

5. Koordinaten verwenden

- Vorteile:
 - relativ gute Genauigkeit
 - (bedingt) schnelle Messung
 - mit Smartphone-App (GPS-Gerät) direkt meßbar
 - Koordinaten-Entfernungs-Formel mit Tabellenkalkulationsprogramm
- Nachteile:
 - OSM-Objekt muß erreichbar sein (Barrieren umgehbar)
 - üblicher GPS-Fehler
 - Erde ist keine Kugel
 - (zeit)aufwendig

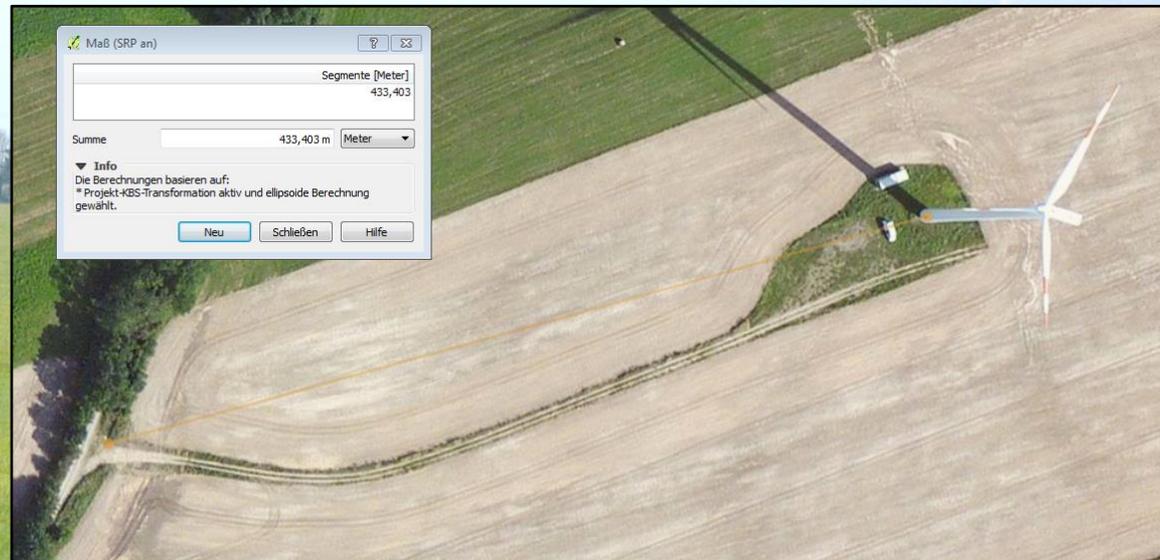
	A	B	C	D	E
1	P1_Lat	47,78925	0,83407976		
2	P1_Lon	13,06139	0,22796426		
3	P2_Lat	47,78926	0,83407993		
4	P2_Lon	13,06112	0,22795955		
5					
6	Distanz	0,02019032	20,19 m		
7					
8					$\text{ARCCOS}(\text{SIN}(\text{C1}) * \text{SIN}(\text{C3}) + \text{COS}(\text{C1}) * \text{COS}(\text{C3}) * \text{COS}(\text{C4} - \text{C2})) * 6367,4445$



Möglichkeiten zur Bestimmung von Distanzen

6. GIS-Programm mit Luftbild verwenden

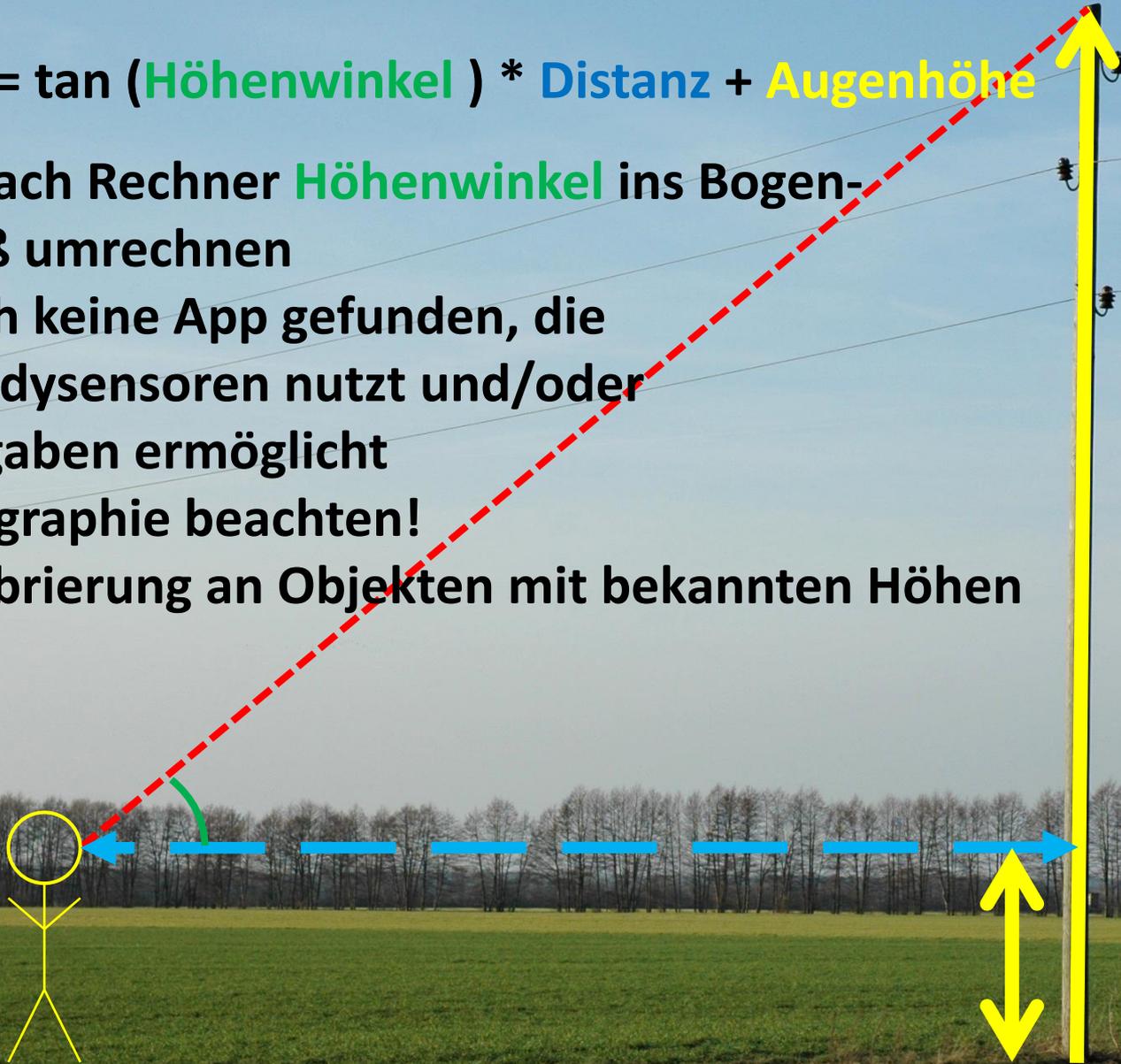
- Vorteile:
 - gute Genauigkeit
 - OSM-Objekt muß nicht erreichbar sein
 - Messung auf dem Ellipsoid
- Nachteile:
 - Geländeberührung vom Objekt muß sichtbar sein
 - möglicher Kartenversatz
 - (zeit)aufwendig



Berechnung der Höhe mit Tangenssatz im rechtwinkligen Dreieck:

$$\text{Höhe} = \tan(\text{Höhenwinkel}) * \text{Distanz} + \text{Augenhöhe}$$

- je nach Rechner **Höhenwinkel** ins Bogenmaß umrechnen
- noch keine App gefunden, die Handysensoren nutzt und/oder Eingaben ermöglicht
- Orographie beachten!
- Kalibrierung an Objekten mit bekannten Höhen



Fazit

- mit Tangenssatz und variablen Methoden von Winkel- und Distanzermittlung ist die einfache Höhenmessung von OSM-Objekten im Meterbereich gut möglich (Profi-Geräte wurden nicht betrachtet)
- je nach Lust, Zeit, Anspruch und Geldbeutel sowie den Gegebenheiten vor Ort (Barrieren) sind dabei verschiedene Genauigkeiten erreichbar
- dann ist das ja wohl die Höhe!

Lars Roskoden

FOSSGIS-Konferenz 2016 – Salzburg