

PRODUKTBEREICH VERMESSUNG UND TOPOGRAFISCHE KARTEN

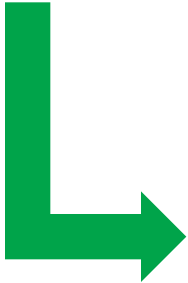
Klaus Terhorst



MODERNE MESSTECHNIK IN DER KATASTERVERWALTUNG



Erheben, Führen und Bereitstellen von Geobasisdaten



meint das Erfassen von Informationen...

- Haus-Nrn.
- Geschosszahlen
- Nutzungsarten
- (...)
- Maße (Zahlen)

Wie kommt man nun zu den Maßen und Zahlen ?

Man könnte sie beispielsweise :

Schätzen



oder

Schreiten



Aber das reicht i.d.R. natürlich nicht für die Genauigkeitsanforderungen in der Landes- u. Katastervermessung aus.

Exakte, und damit fürs Liegenschaftskataster brauchbare Ergebnisse werden durch **Messen** erzielt.



Dazu stehen die unterschiedlichsten Hilfsmittel zur Verfügung, angefangen mit einfacher Gerätschaft wie:

Fluchtstäbe	→	Vorübergehende Markierung von Punkten in der Örtlichkeit
Winkelprisma	→	Bestimmung der Rechtwinkligkeit
Lot	→	Herablotung / Herauflotung von Punkten
Lattenrichter	→	Nivellierlatten oder Fluchtstäbe exakt senkrecht stellen
Zollstock	}	→ Streckenmessung
Messband		

... moderne elektrooptische Instrumente zur Winkel- u. Streckenmessung:

Tachymeter
(Kombiinstrument)



→ Theodolit

→ Entfernungsmesser

→ Rechneinheit

→ Winkelmessung,
horizontal u. vertikal

→ Elektrooptisch,
Laser

→ Bedien- u.
Registriereinheit

... Instrumente zur exakten Höhenbestimmung:

Nivellierinstrument:



Analoges Nivellierinstrument

Digitales
Nivellierinstrument

... Instrumente zur Nutzung der Satellitentechnik:



Antenne + Empfänger

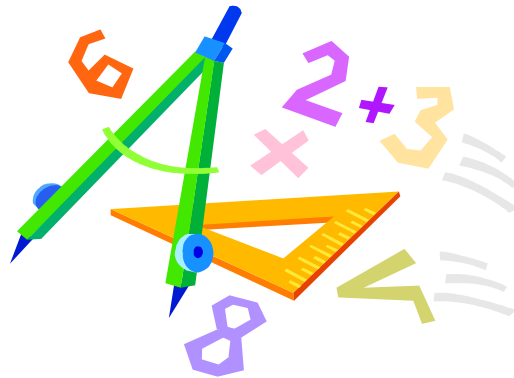


**Bedien- u.
Registriereinheit**



Messeinheit

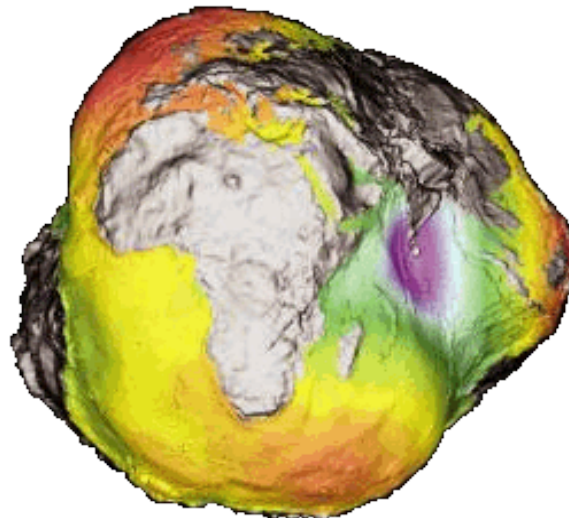
zunächst mal weg vom Instrumentarium und hin zu einigen Grundlagen der Vermessung....



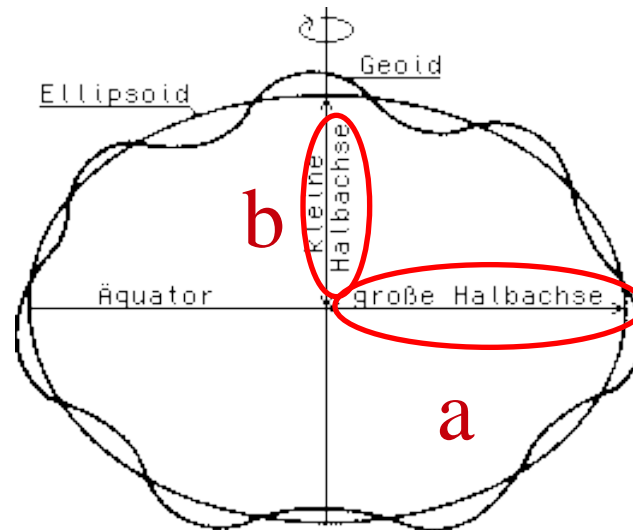
Landes- und Katastervermessung ist nur auf der Grundlage definierter sog. **Bezugssysteme** möglich.

Die Erde ist eine Scheibe !! Das war so, bis um 1500 Copernicus (Astronom) etwas von einer Kugel erzählte. Heute glauben Menschen noch immer an eine Kugel.

Tatsächlich ist es eine „Kartoffel“... Etwas wissenschaftlicher ausgedrückt spricht man auch vom **Geoid**.

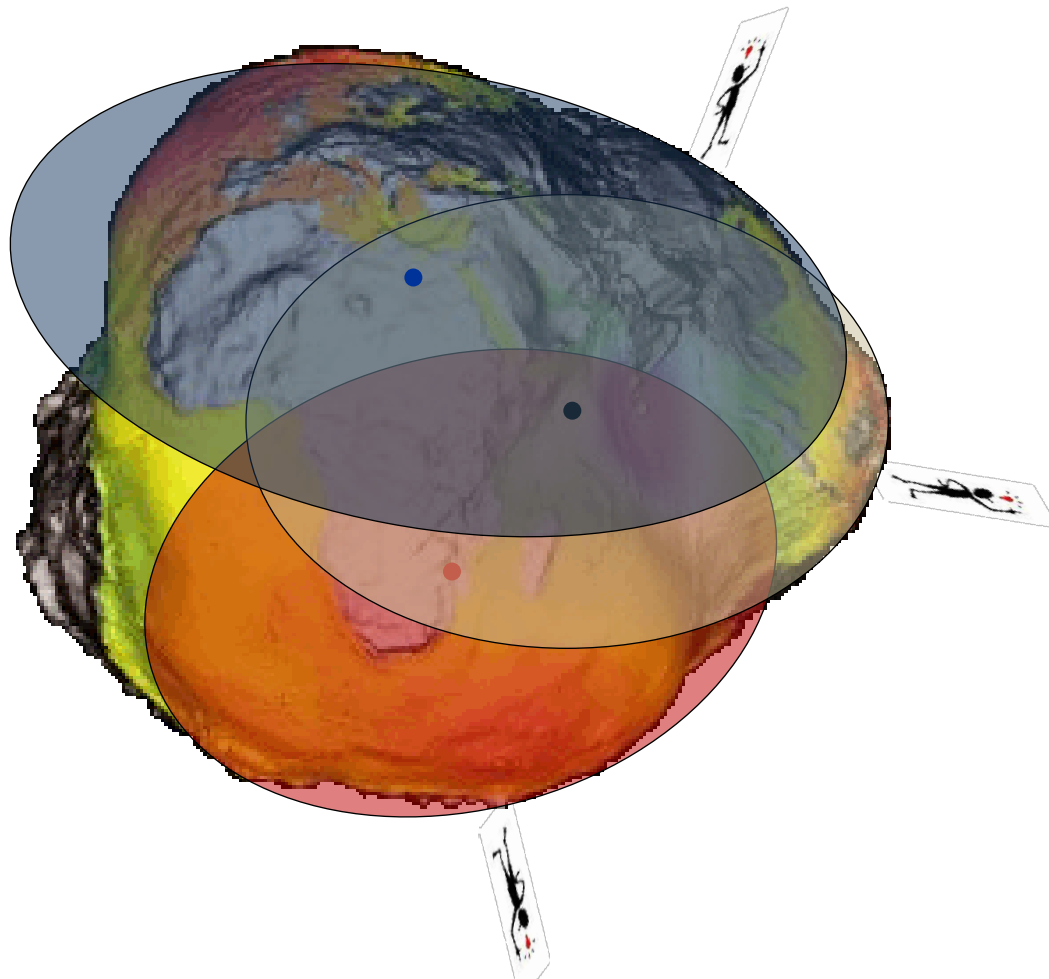


Grund hierfür ist die unterschiedliche Gesteinsdichte (höhere Erdanziehung). Mit solch einem Geoid lässt sich mathematisch nur sehr aufwendig arbeiten. Es gibt keine Formel zur Berechnung der Form.



Dem Geoid am nächsten kommt das **Ellipsoid**. Kennzeichnend für eine Ellipse sind deren unterschiedlich große Halbachsen.

Um das Geoid möglichst genau zu berechnen, wählte man das jeweils „bestanschließende“ Ellipsoid

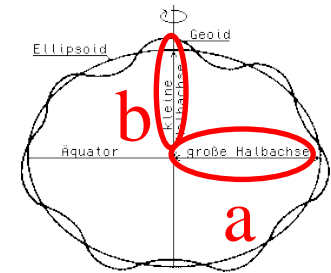


bestangepasstes Ellipsoid für **Amerika**:

$$a = 6.378.388,000$$

$$b = 6.356.911,946$$

Hayford Ellipsoid



bestangepasstes Ellipsoid für **Osteuropa**:

$$a = 6.378.245,000$$

$$b = 6.356.863,019$$

Krassovski Ellipsoid

bestangepasstes Ellipsoid für **Westeuropa**:

$$a = 6.377.397,155$$

$$b = 6.356.078,965$$

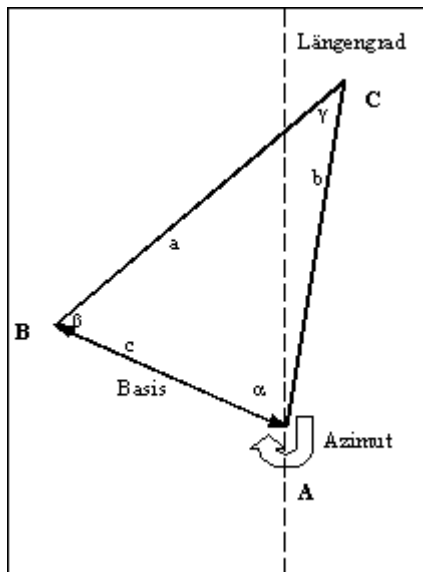
Bessel Ellipsoid

Differenzen $a = 850 \text{ m}$ / $b = 800 \text{ m}$

Der Begriff Hauptdreiecksnetz deutet bereits die Messmethode an: Dreieck = Triangel ==> **Triangulation**

Kombination aus Winkel -u. Streckenmessung

Problem der exakten Streckenmessung (Messdrähte) !!

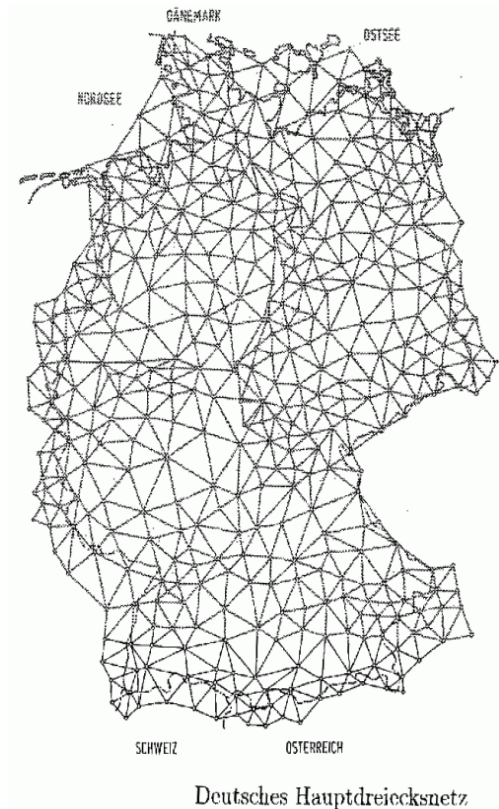


Auf der Grundlage des Bessel Ellipsoides gab es, historisch bedingt, in Deutschland eine Vielzahl von kleinräumigen Koordinatensystemen, die zueinander sehr inhomogen waren.

alleine in NRW mehr als 20...

Grund: u.a. Bodensenkung durch Bergbau im Ruhrgebiet

Erst in den 70er Jahren wurden diese kleinräumigen Netze aufgrund der Entwicklung der **Elektronischen Distanzmessung** verbessert



„QUANTENSPRUNG“

Aufgrund der Entwicklung der Satellitentechnik wurde in den 1980er Jahren erstmalig die Grundlage für ein europaweit einheitliches Bezugssystem geschaffen.

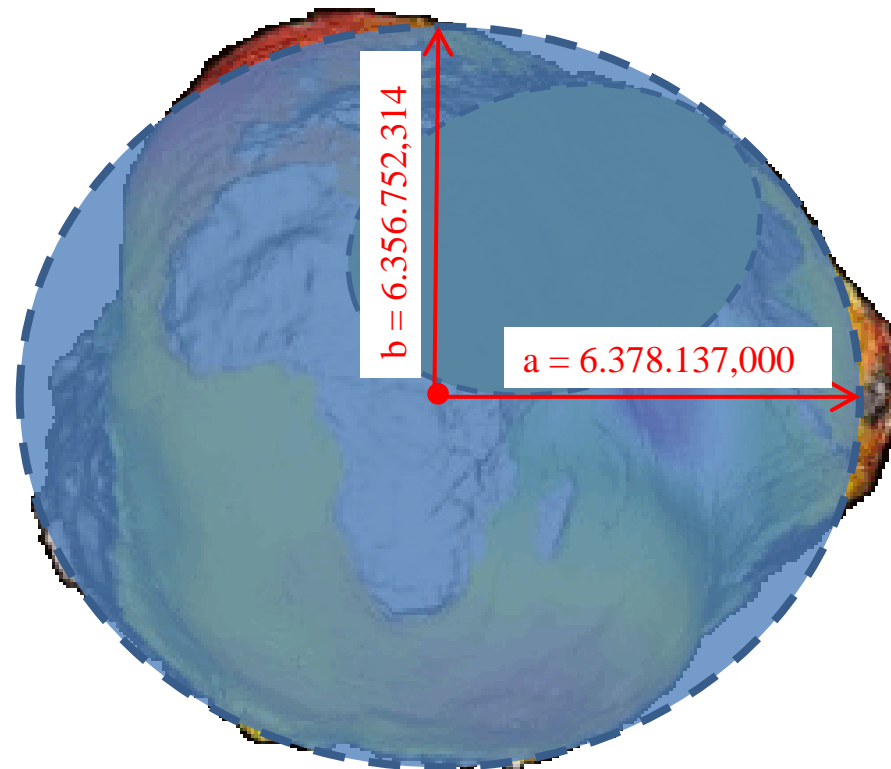
Europäisches Terrestrisches Referenz System

ETRS'89

Der förmliche Beschluss hierzu erfolgte 1991 durch die Vermessungsverwaltung der Bundesländer.

Grundlage des **ETRS** ist nun nicht mehr ein bestangepasstes „Bessel Ellipsoid“, sondern ein

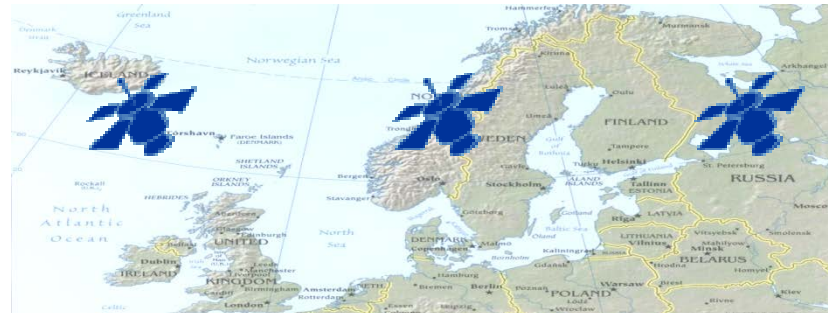
Geozentrisches Ellipsoid (GRS 80)



Ohne Satellitentechnik kein

Europäisches Terrestrisches ReferenzSystem

ETRS'89



deshalb hier einige Erläuterungen zur Funktionsweise



Das Synonym für Satellitentechnik in der Landes-
u. Katastervermessung heißt **GPS** – **G**lobal
Positioning **S**ystem



Korreakterweise muss es **GNSS** heißen =>

Global Navigation Satellite System

GPS ist das Positionierungssystem der **USA**, dient militärischen und zivilen Zwecken. Es besteht aus 5 Bodenkontrollstationen und derzeit 31 Satelliten die die Erde in 12 Stunden in einer Höhe von etwa 22.000 km umkreisen.

Neben dem amerikanischen GPS steht ein weiteres Navigationssystem zur Verfügung:

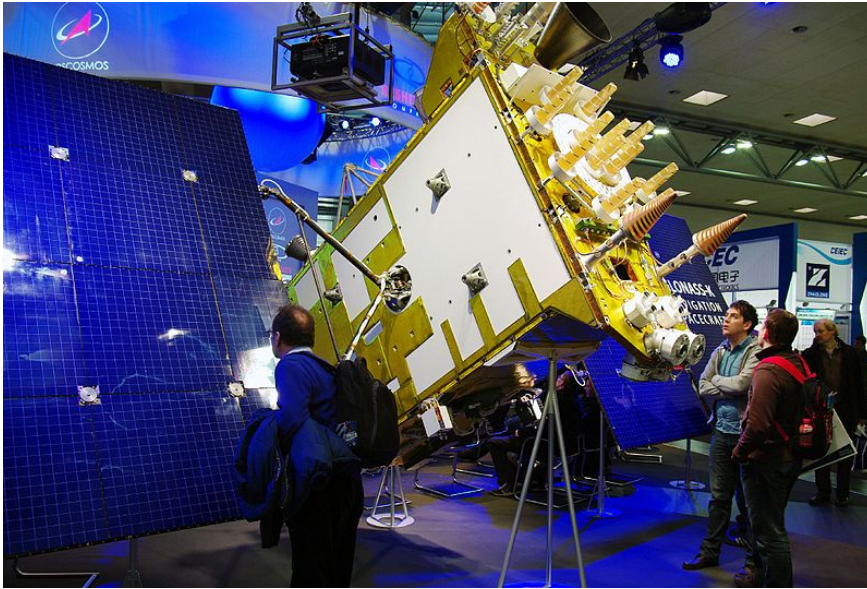
GLONASS

Globales **N**avigations-**S**atelliten-**S**ystem

... wird vom russischen Verteidigungsministerium betrieben.

Seit Abschluss des Vollausbaus, Ende 2011, stehen 24 Satelliten zur Verfügung.

Gerätschaften



Glonass-Satellit



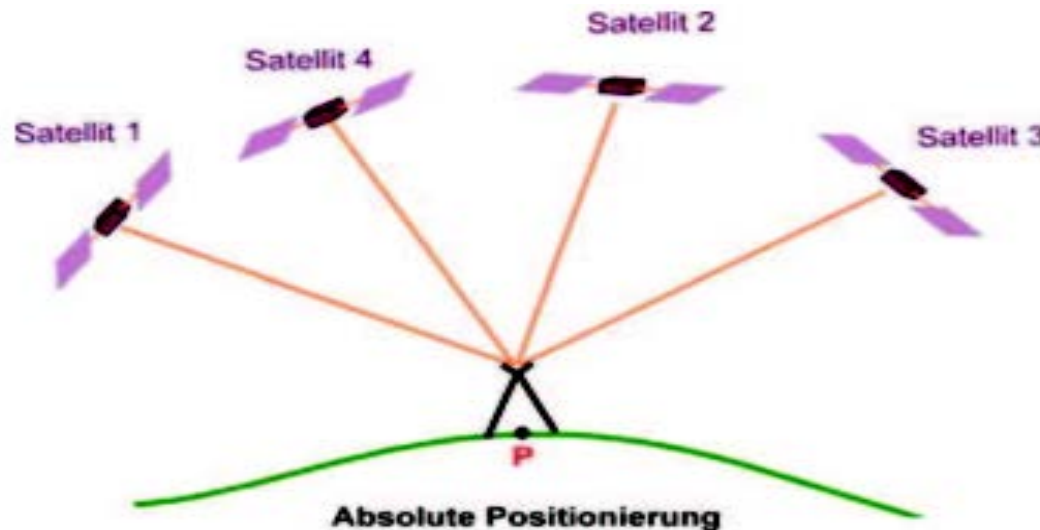
GPS-Satellit



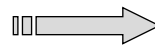
Blick auf die Erde von
einem GPS-Satelliten

Funktionsprinzip der Satellitenvermessung ...

- min. **4 Satelliten** deren Position bekannt ist
- Messung der **Laufzeit** der Signale
- Berechnung der Position durch räumlichen **Bogenschnitt**

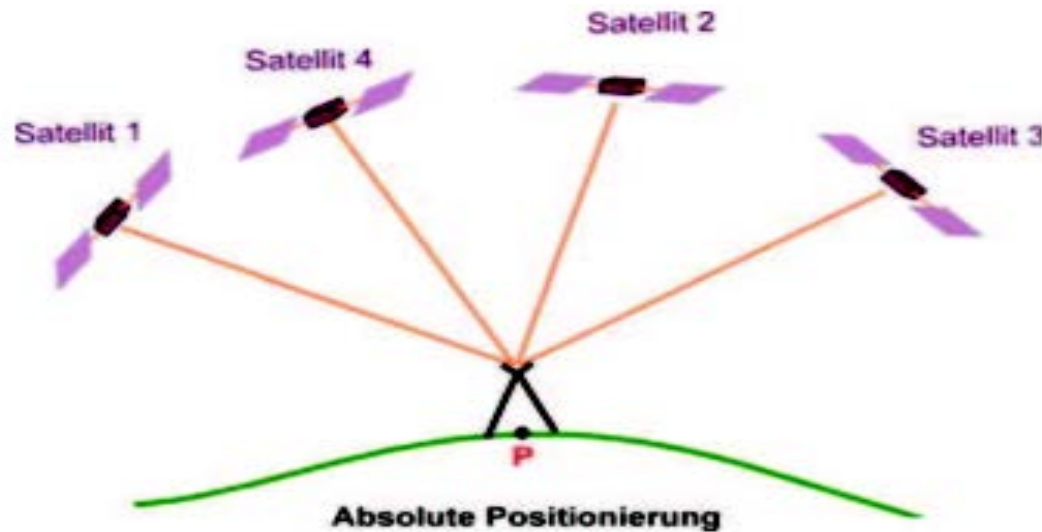


1 Empfänger



Absolutes GNSS – AGNSS

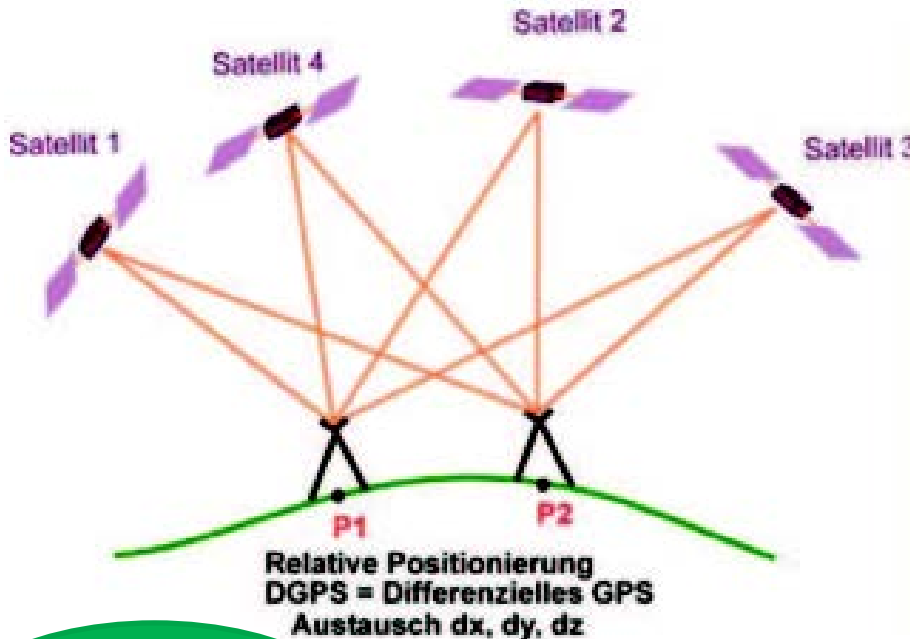
Koordinatengenauigkeit liegt im Bereich von < 5 m.





Ausreichend für die Navigation von Fahrzeugen.

Höhere Genauigkeiten, wie sie in der Vermessung benötigt werden, erzielt man durch die **zeitgleiche** Messung **benachbarter** Punkte.



Bei zeitgleicher Messung von benachbarten Punkten eliminieren sich die Fehlereinflüsse durch **Differenzbildung**.

2
Empfänger

⇒ Differentielles GNSS – DGNSS

GNSS - Vermessungsstile

Bei der GNSS-Messung unterscheidet man 2 Vermessungsstile:

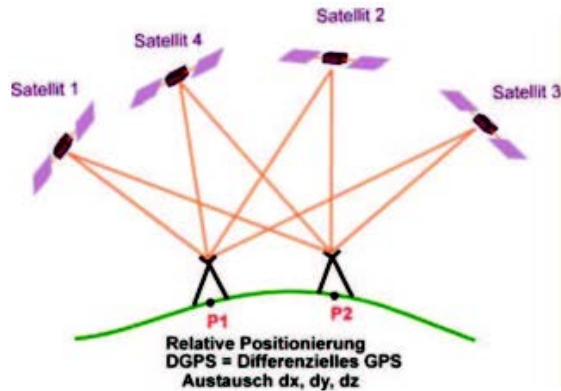
RTK-Modus

RTK steht für **R**eal **T**ime **K**inematic und bedeutet die Auswertung der Daten in Echtzeit. Man erhält unmittelbar vor Ort Koordinaten.

Post-processing Modus

Im Post-processing-Modus erfolgt die Auswertung der gemessenen Daten nicht unmittelbar im Messgebiet, sondern zu einem späteren Zeitpunkt im Büro.

Satellitenpositionierungsdienst - SAPOS



Hohe Genauigkeiten nur durch **zeitgleiche** Messung von **benachbarten** Punkten

Einrichtung von bundesweit mehr als 270 vernetzten **permanenten** Referenzstationen.

Der Startschuss in NRW fiel am 1. Januar 2003 durch GeobasisNRW (Bezirksregierung Köln, Abteilung 7), mit Sitz in Bonn Bad-Godesberg.

Satellitenpositionierungsdienst - SAPOS

27 permanente Referenzstationen in NRW



Satellitenpositionierungsdienst - SAPOS

Die **Referenzstationen** haben festinstallierte Antennenempfänger die ihre Daten mittels Standleitungen zu einem Zentralrechner bei GeobasisNRW übermitteln.



GLONASS - Antenne



GPS - Antenne

Station Kleve 610 (2)

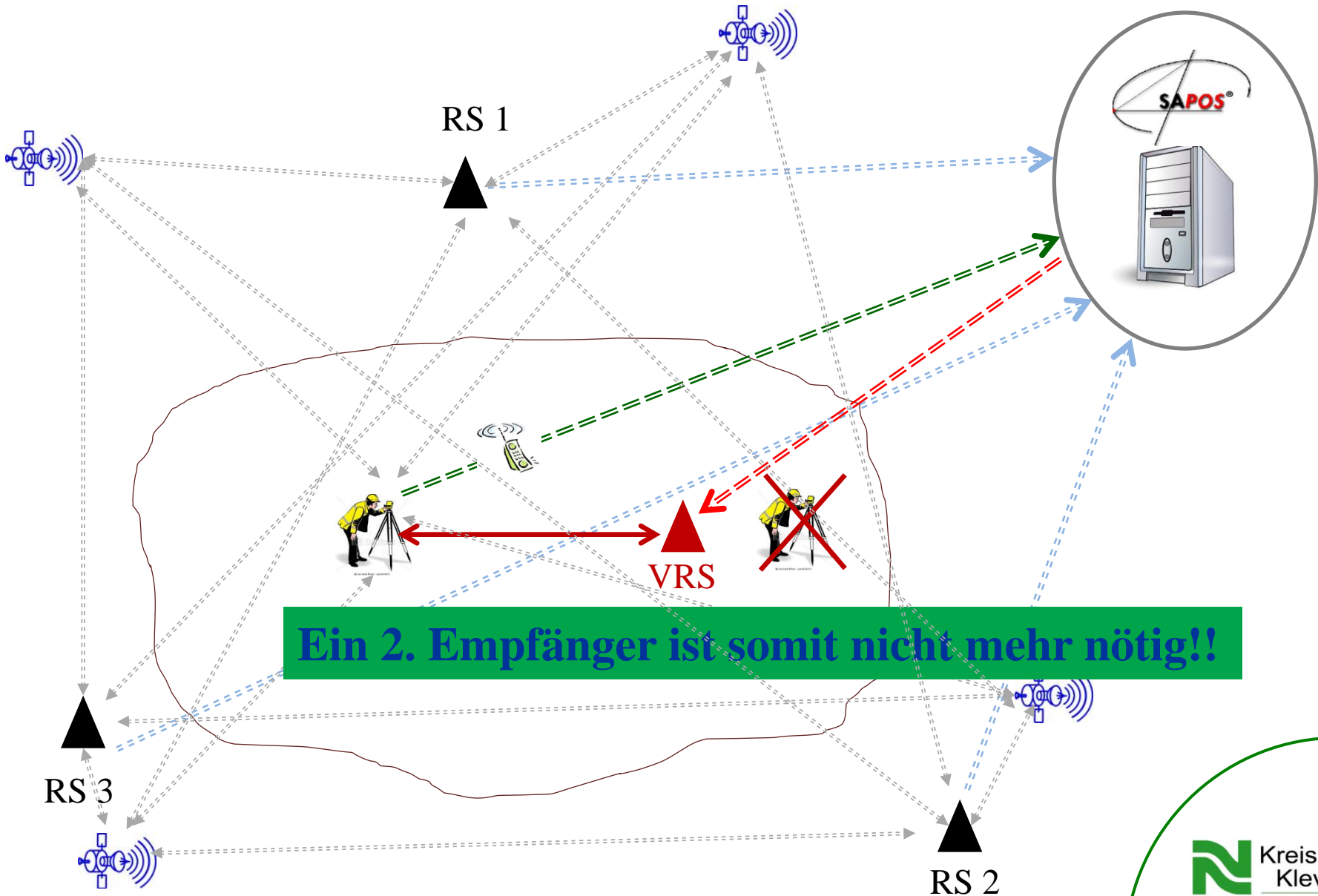
Satellitenpositionierungsdienst - SAPOS



Technikschrank

Gerätschaften

GPS in der Landes- u. Katastervermessung



Satellitenpositionierungsdienst - SAPOS

GeobasisNRW bietet den SAPOS-Dienst in 4 Genauigkeitsstufen an.

Für die Landes- u. Katastervermessung kommen allerdings nur 2 dieser Angebote in Betracht:

- der Hochpräzise Echtzeit-Positionierungs-Service, kurz HEPS, mit einer Genauigkeit von 1 – 2 cm.
- der Geodätisch Präzise Positionierungs-Service, kurz GPPS, mit einer Genauigkeit von 1 cm. Nur für Post-processing-Anwendungen.



Ausblick

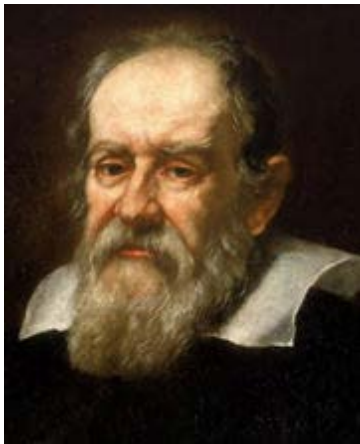
Gerätschaften

GPS in der Landes- u. Katastervermessung



Ausblick

Als Gegenstück (Ergänzung) zum amerikanischen GPS u. russischem Glonass-System versteht sich **GALILEO** das von der EU zu Beginn des Jahres 2002 ins Leben gerufen wurde.



Galileo Galilei : Mathematiker u. Astronom

1564 - 1642

Finanzierung durch Europäische Kommission –
Gesamtkosten 3,4 Mrd. Euro (bis zu 5,3 Mrd.), jährlicher
Unterhalt 800 Mill. Euro

Ausblick



beteiligt als nicht EU-Mitglieder sind u.a. Schweiz, Australien
u. Kanada.

Ausblick

Der erste Testsatellit wurde am 28. 12. 2005 mit einer Sojus-Trägerrakete ins All befördert.



Galileo ist ein rein zivil genutztes Projekt das im Endausbau im Jahr 2019 über **30** Satelliten verfügen wird.

Stand Ende 2016: **18** Satelliten im Orbit.

Ausblick

auch die Chinesen, als bevölkerungsreichstes Land der Erde, sind nicht untätig...

BEIDOU (chinesisch: Großer Bär) ist seit 2000 im Aufbau

BEIDOU wird derzeit unter dem Namen **COMPASS** zu einem globalen System ausgebaut

bisher befinden sich 17 Satelliten im Orbit – geplanter

Vollausbau mit 35 Satelliten bis 2020

Ausblick

Alle Globalen Navigations-Satelliten Systeme (GNSS) werden zueinander kompatibel sein.

Somit stünden mittelfristig voraussichtlich insgesamt **ca.120 Satelliten** für die unterschiedlichsten Navigationsanwendungen zur Verfügung.

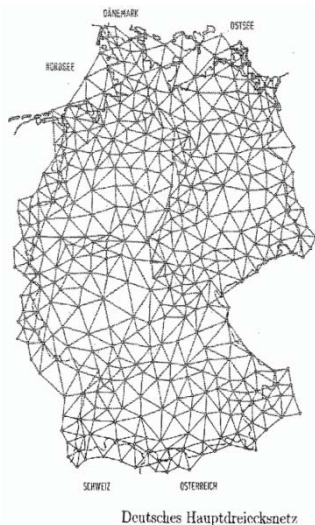


Auswirkungen der Satellitentechnik

„früher“ (bis ca. 2003)

==> Terrestrische Vermessung

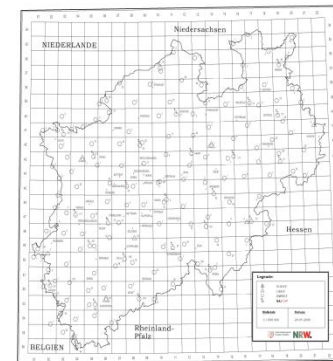
27.000 TP in NRW
Hunderttausende sonstiger AP



heute

==> satellitengestützte Vermessung

52 Geodätische Grundnetzpunkte
in NRW



Höhenbezugssysteme

Neben den zuvor erläuterten Lagebezugssystemen gibt es auch Höhenbezugssysteme - **Deutsches Haupthöhennetz (DHHN16)**

Das für uns maßgebliche Höhenbezugssystem stellt der mittlere Meeresspiegel dar.

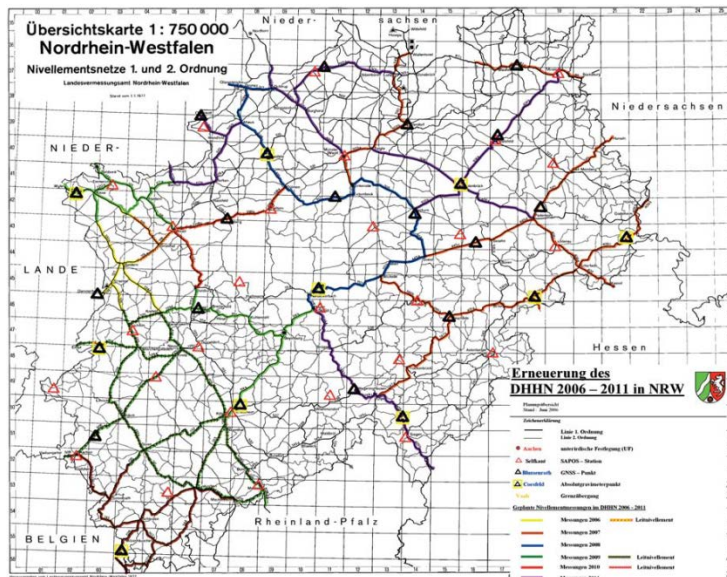
In Westeuropa bezieht er sich auf einen mittleren Wasserstand der Nordsee, der aus langjährigen Beobachtungen am **Amsterdamer Pegel** abgeleitet worden ist.

Der Pegel wird als **Normal Höhe Null** – oder abgekürzt **NHN** – bezeichnet.

Amsterdamer Pegel

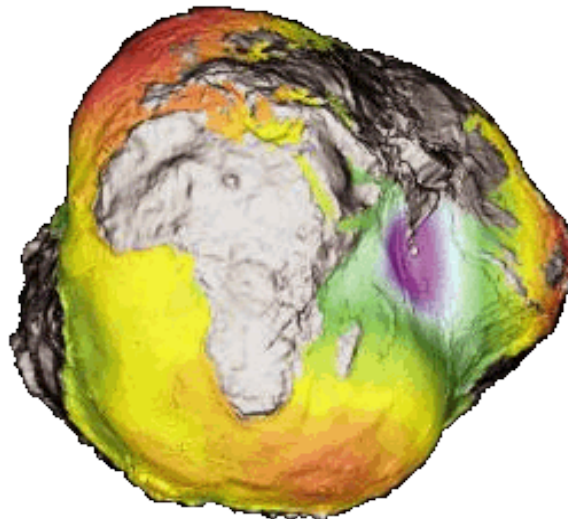


ca. 4000 Höhenfestpunkte in NRW



Neben den zuvor erläuterten Lage- u. Höhenbezugssystemen gibt es auch ein Schwerebezugssysteme - **Deutsches Hauptschwerenetz (DHSN 96)**

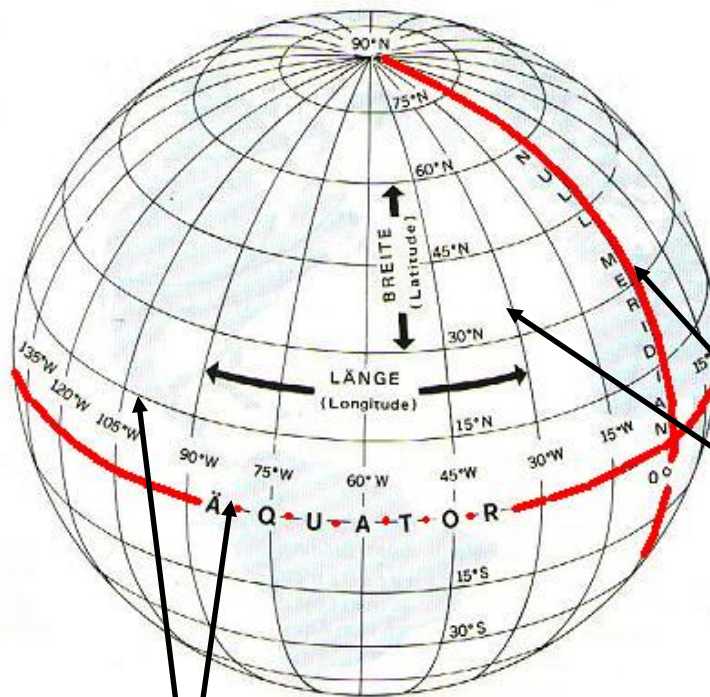
mittels Gravimeter ==> Bestimmung der physikalischen Erdfigur



Koordinaten

Geografische Koordinaten

Um Punkte auf der Erdoberfläche räumlich zueinander in Bezug zu setzen, benötigt man deren Lage in einem gemeinsamen Koordinaten- oder Abbildungssystem.



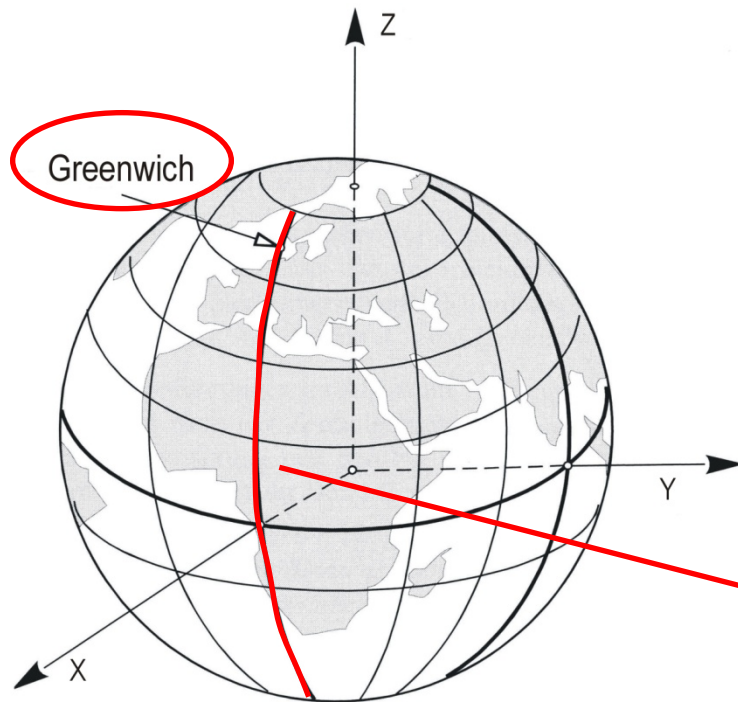
Breitenkreise

Die **Längengrade** bezeichnet man auch als **Meridiane** oder **Mittagslinien**.

Koordinaten

Geografische Koordinaten

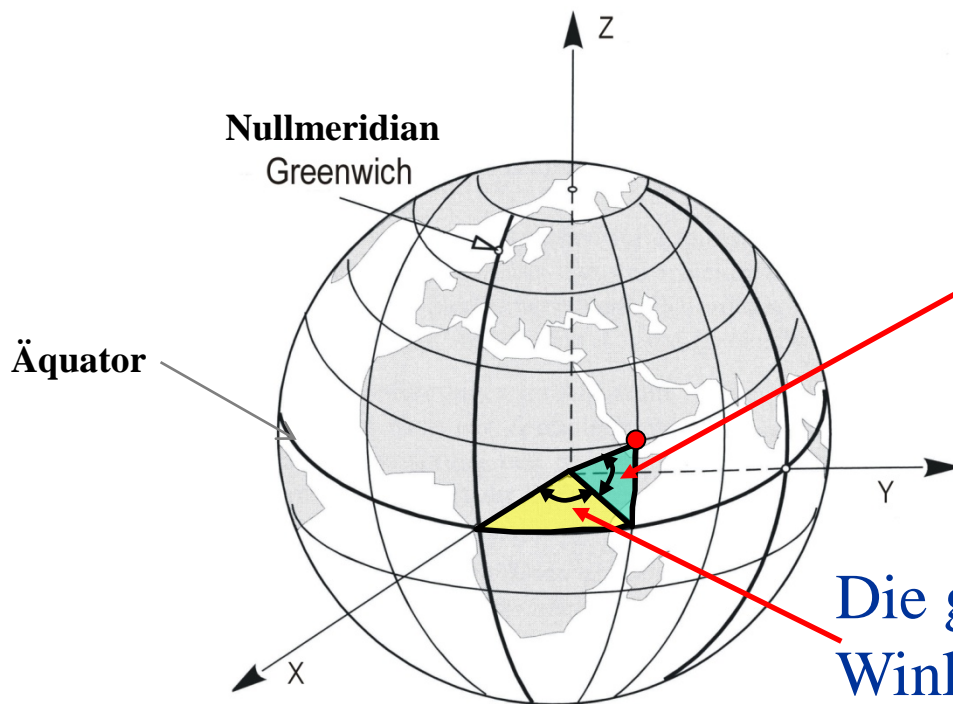
... mehr oder weniger willkürliche Festlegung des sog. **Nullmeridian** durch die Sternwarte in Greenwich im Jahre 1884.



Koordinaten

Geografische Koordinaten

Die bekannteste Form zur Beschreibung eines Punktes auf der Erdoberfläche sind **Geografische Koordinaten**.



Die geografische **Breite** ist der Winkel vom Äquator zum Nord- bzw. Südpol des Ellipsoiden.

Die geografische **Länge** ist der Winkel in der Äquatorebene

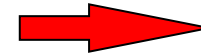
Koordinaten

Geografische Koordinaten

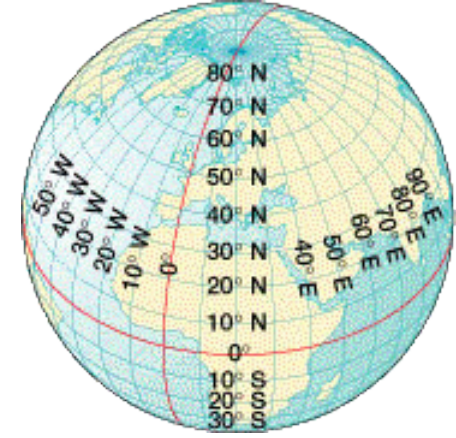
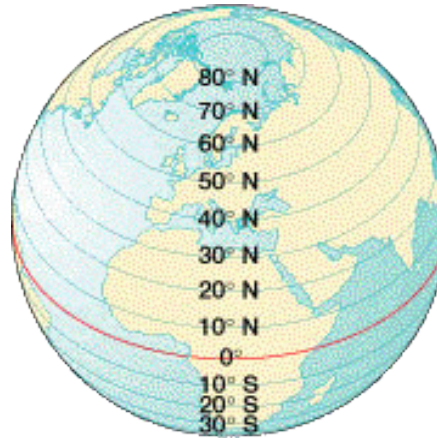
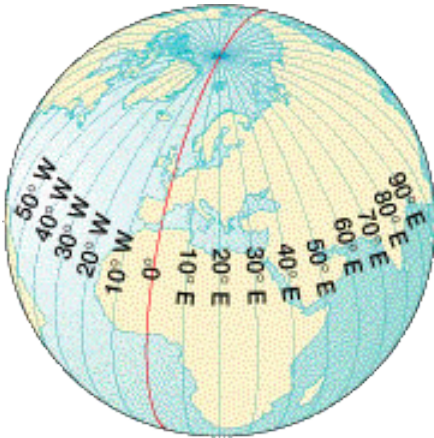
Längenkreise

+

Breitenkreise



Geografische
Koordinaten

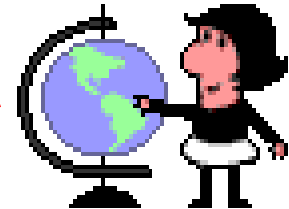
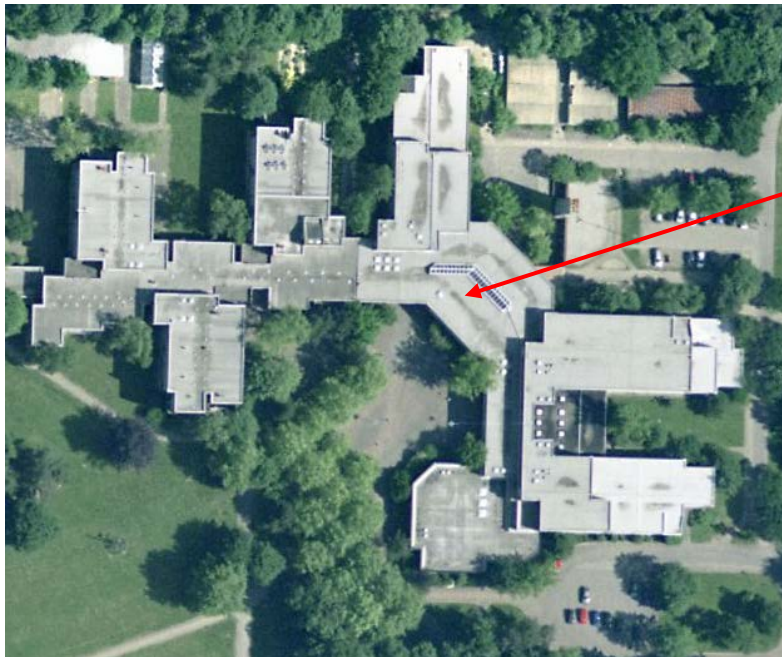


Koordinaten

Geografische Koordinaten

Beispiel:

Geografische Koordinaten des Berufskolleg



6 Grad 08 Minuten 30 Sekunden östlicher Länge

51 Grad 46 Minuten 11 Sekunden nördlicher Breite

Koordinaten

rechtwinklige Koordinaten

Im 17. Jahrhundert war es der französische Philosoph und Mathematiker Rene Descartes der das nach ihm benannte **Kartesische Koordinatensystem** entwickelte.



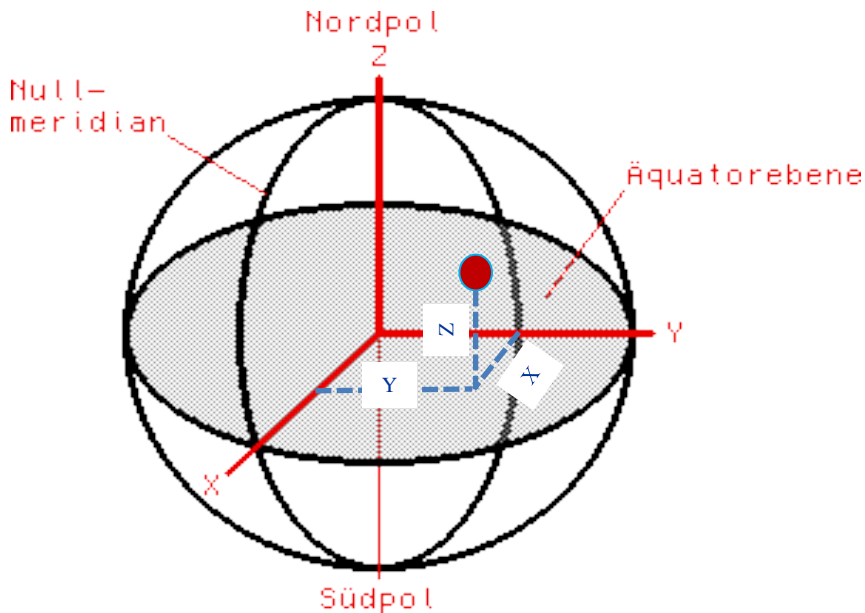
Rene Descartes

1596 - 1650

Koordinaten

rechtwinklige Koordinaten

Kartesisch bedeutet, dass alle 3 Achsen des Koordinatensystems **rechtwinklig** zueinander stehen.



Der Vorteil der rechtwinkligen Koordinate liegt in der einfacheren Handhabung (Berechnung) gegenüber der grafischen Koordinate.

In der Kataster- u. Landesvermessung werden ausschließlich rechtwinklige Koordinaten verwendet.

Der Weg von der Koordinate zur Karte

Die **Abbildung** von Punkten der Erdoberfläche in einer Karte, bedeutet deren Übertragung von der „Kugel“ (Ellipsoid) in eine 2-dimensionale Ebene (Karte). Man spricht in diesem Zusammenhang von der **Verebnung** der 3-D-Koordinate.

Eine in der Kartografie häufig verwendete Abbildungsform ist die zylindrische Projektion nach Gerhard Mercator.



Gerhard Mercator

1512 - 1594

eigentlich: Gerhard de Kremer

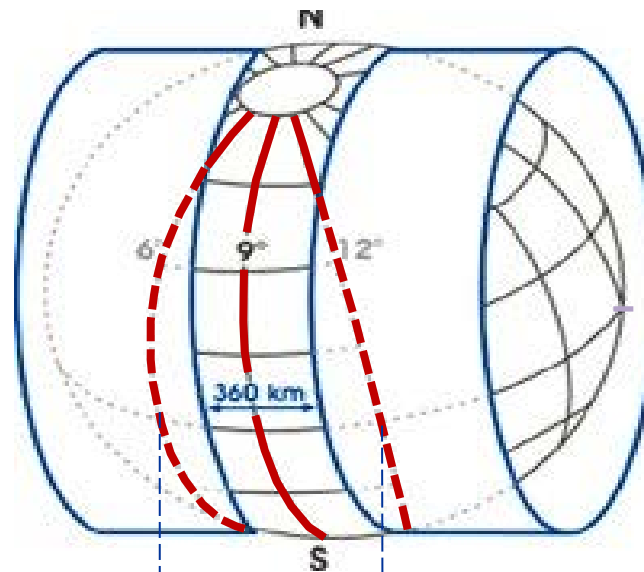
Kremer = Kaufmann

Kaufmann = Mercator (lateinisch)



Koordinatenabbildung

von der Koordinate zur Karte

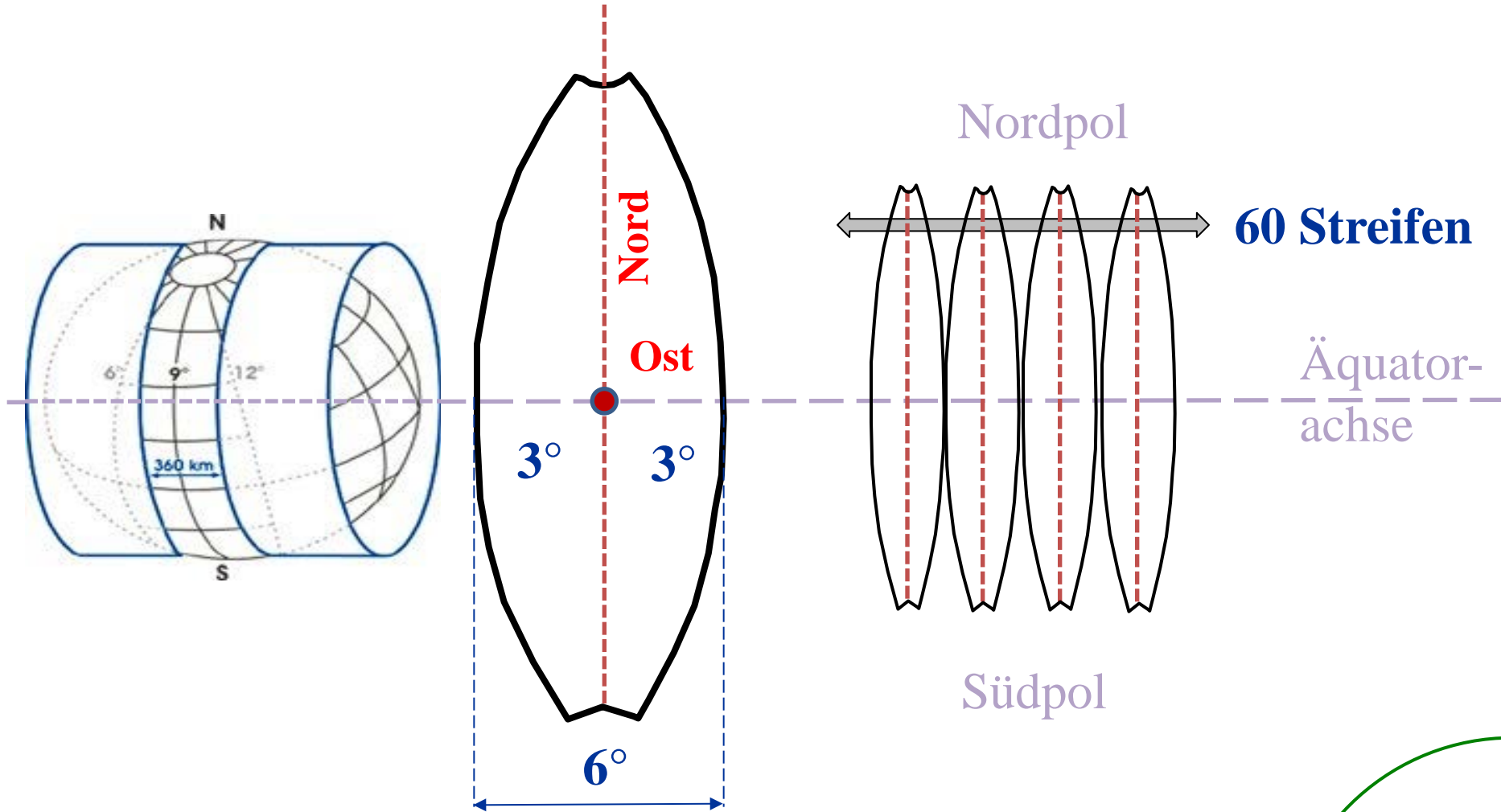


Äquatorachse

6°



Mittelmeridian



6 Grad breite Streifen – Nummerierung beginnt mit 1 auf der Datumsgrenze

UTM Zonen

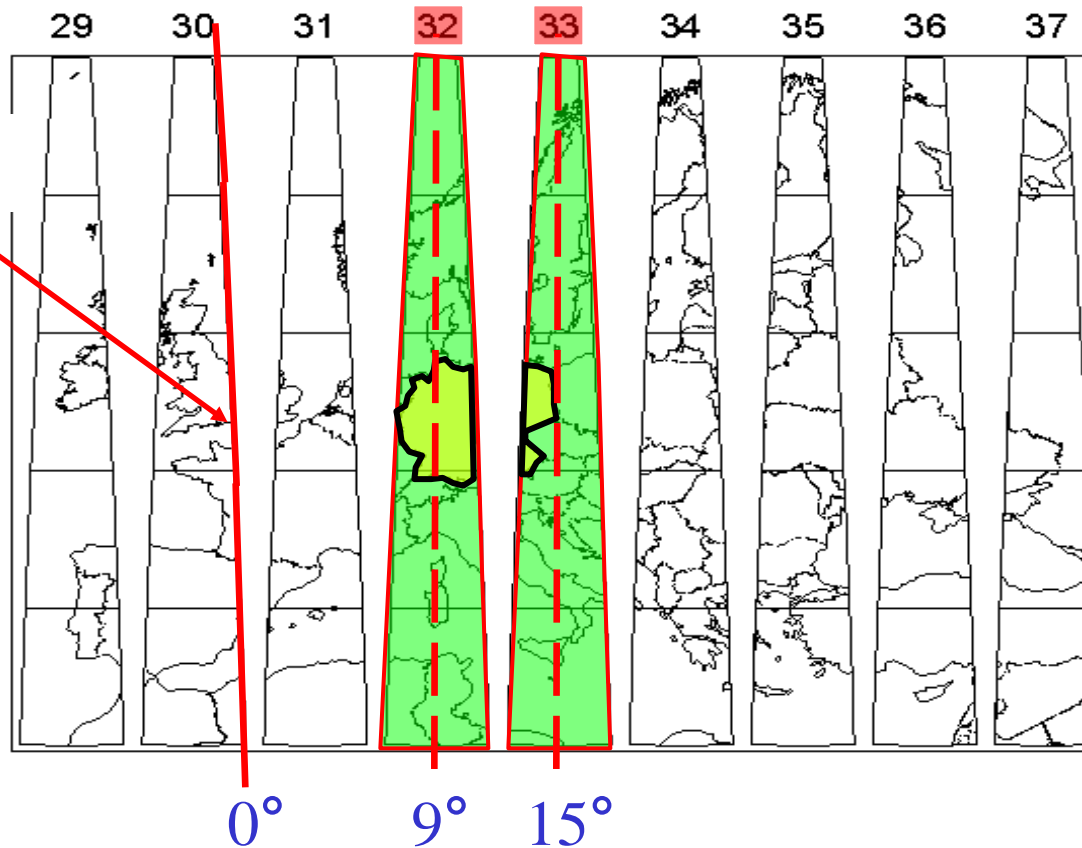


Abbildung der UTM-Koordinaten bezogen auf Deutschland

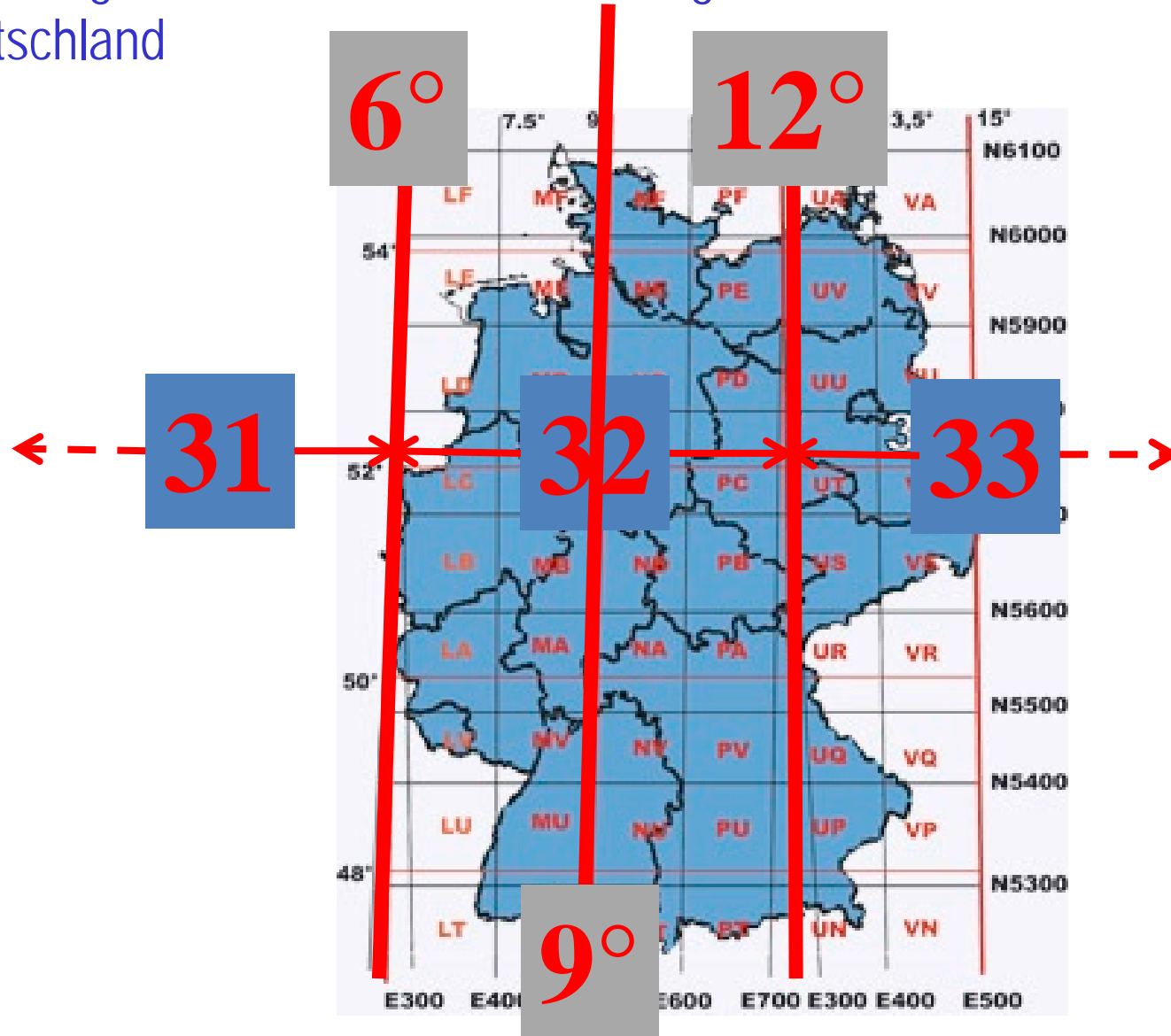
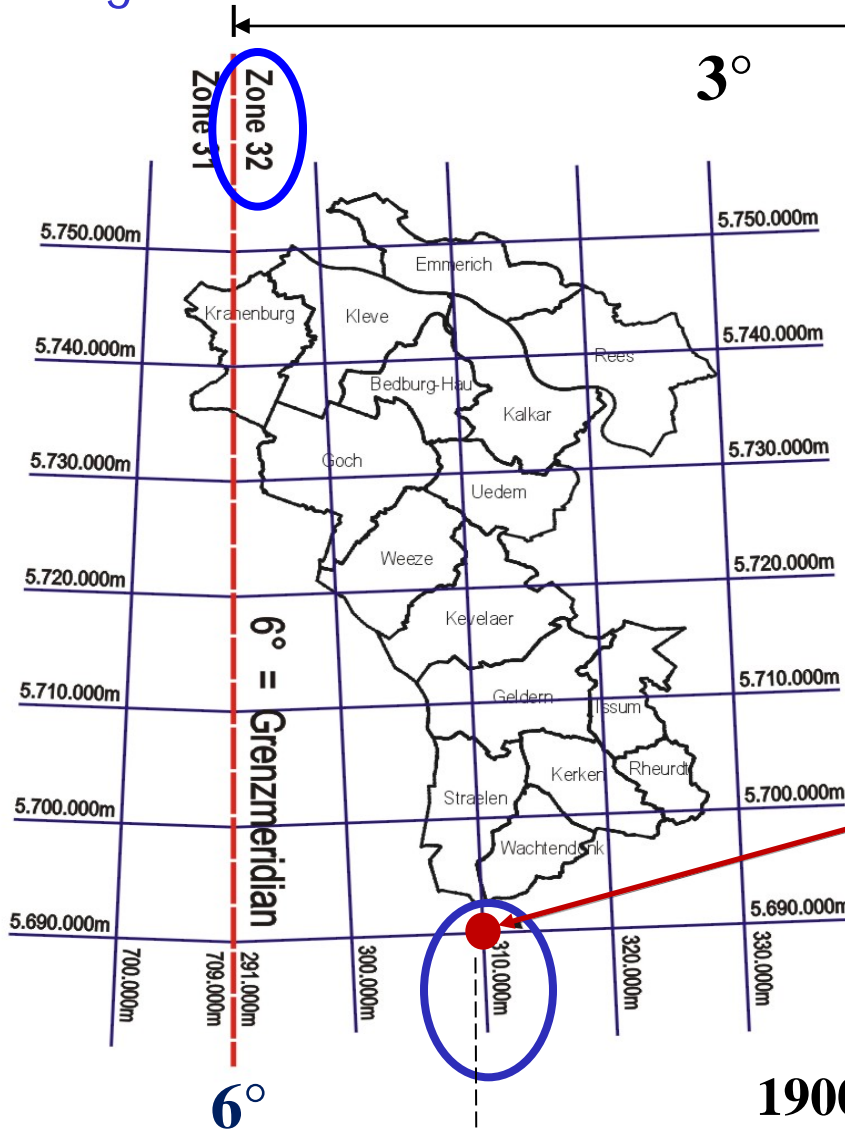
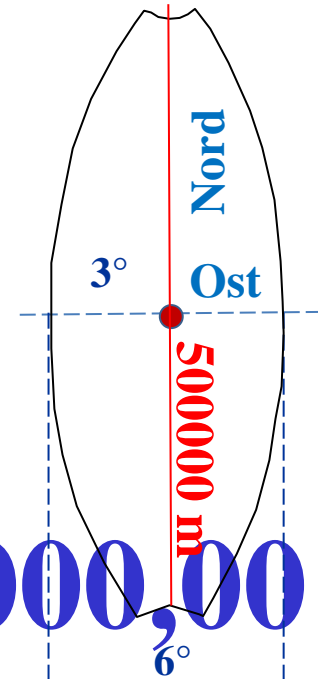


Abbildung im Kreis Kleve

von der Koordinate zur Karte



32 310 000,00
5 690 000,00



190000 m

500000 m



Gleich geht`s weiter....

