

Bezugssysteme und Kartenabbildungen

Welche Form hat die Erde?

Wie gebe ich eine Position an?

Wie bilde ich die Erde auf die Ebene ab?

Beispiel: Mercatorprojektion

Geodätische Grundlagen



Quelle: Autodesk

Geodätische Grundlagen

Geodäsie:

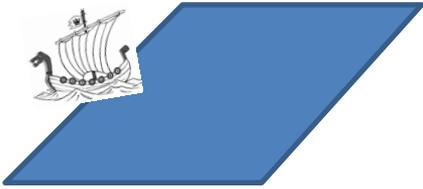
„Wissenschaft von der Ausmessung
und Abbildung der Erdoberfläche“



Friedrich Robert Helmert
(1843-1917)

Quelle: wikipedia

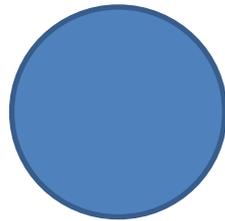
Welche Form hat die Erde?



Ebene

(zuerst ca. 500 v. Chr bekannt)

Radius ≈ 6370 km



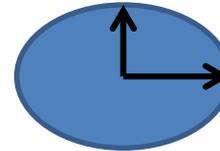
Kugel

(um 1736 nachgewiesen)

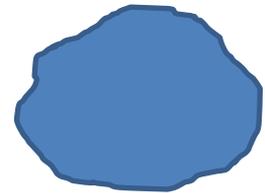
gr. Halbachse $a \approx 6378$ km

kl. Halbachse $b \approx 6357$ km

Abplattung $f = \frac{a-b}{a} \approx 1:300$



Ellipsoid



Geoid

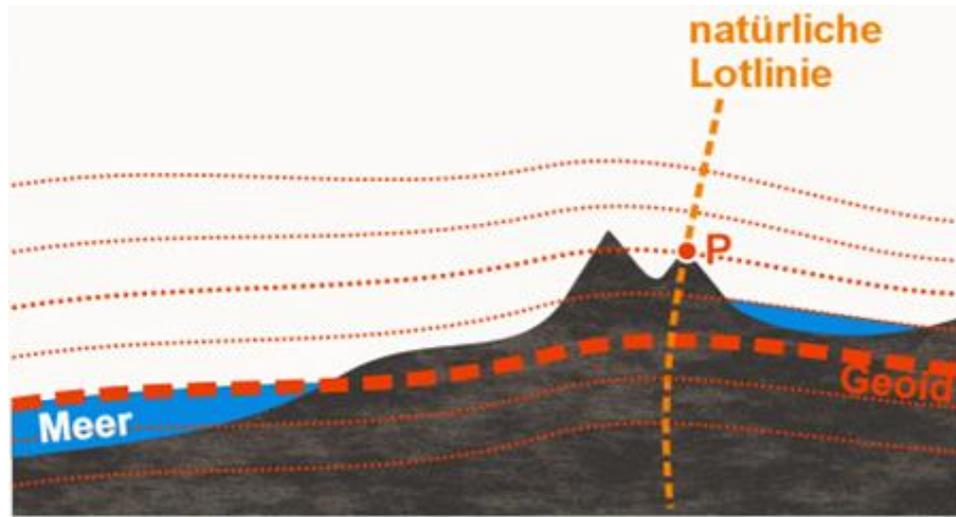
(ab 1828)

-106 bis +85 m

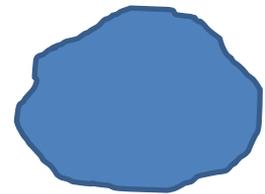
Abweichung

von Ellipsoid

Welche Form hat die Erde?



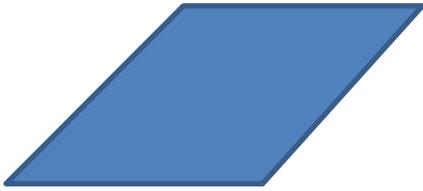
Quelle: wikipedia



Geoid

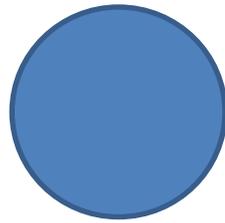
Das **Geoid** entspricht einer ruhend gedachten Meeresoberfläche (fortgesetzt unter den Kontinenten).

Welche Form hat die Erde?



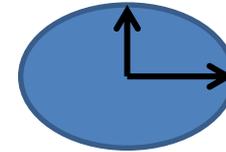
Ebene

als lokale Näherung;
Distanzmessungen > 10 km
müssen auf Kugel reduziert
werden (Kahmen, 1997)



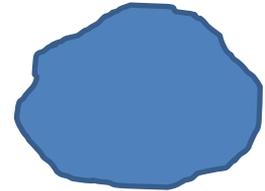
Kugel

als Grundlage für Karten
mit Maßstab $< 1:2$ Mio.



Ellipsoid

als Grundlage für Karten
mit Maßstab $\geq 1:2$ Mio.



Geoid

für Höhen

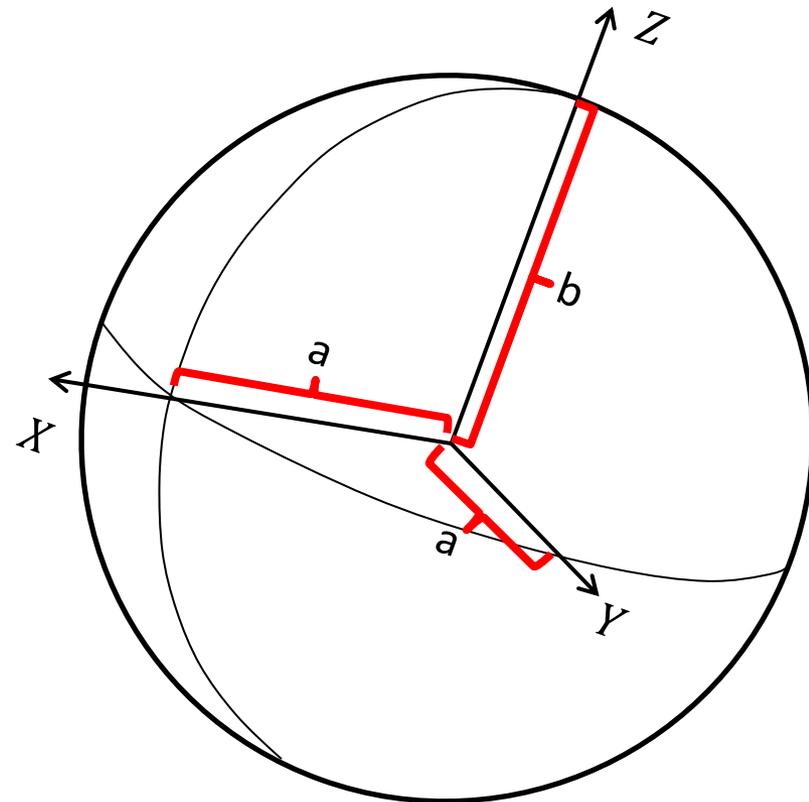
(Hake et al., 2002)

Wie gebe ich eine Position an?

Geodätisches Datum bestimmt **Ursprung**, **Orientierung** und **Maßstab** eines Bezugssystems X, Y, Z im Verhältnis zu einem grundlegenden absoluten System.

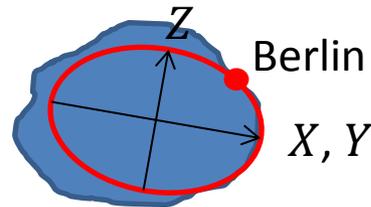
Außerdem:

Form eines Bezugsellipsoids



Wie gebe ich eine Position an?

Beispiel 1

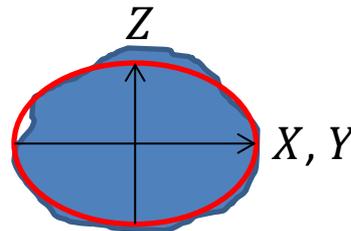


Rauenberg-Datum (auch Potsdam-Datum)

- Form:** lokal an Deutschland angepasst (Bessel-Ellipsoid)
- Lage:** Lage Fundamentalpunkt Rauenberg & Azimut zur Marienkirche in Berlin festgelegt
- Verwendung:** Deutsches Hauptdreiecksnetz, auch heute noch Grundlage vieler Daten

Wie gebe ich eine Position an?

Beispiel 2



WGS84

Form:

global angepasst

Lage:

Zentrum des Ellipsoids = Massenschwerpunkt Erde;
z-Achse in Richtung Nordpol; Greenwich in x-z-Ebene;

Realisiert durch Fundamentalstationen

Verwendung:

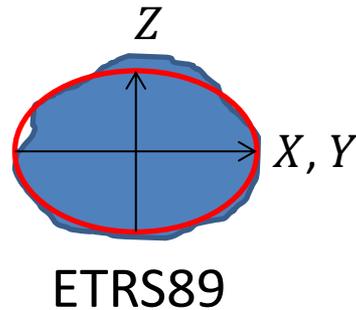
GPS



Quelle: wikipedia

Wie gebe ich eine Position an?

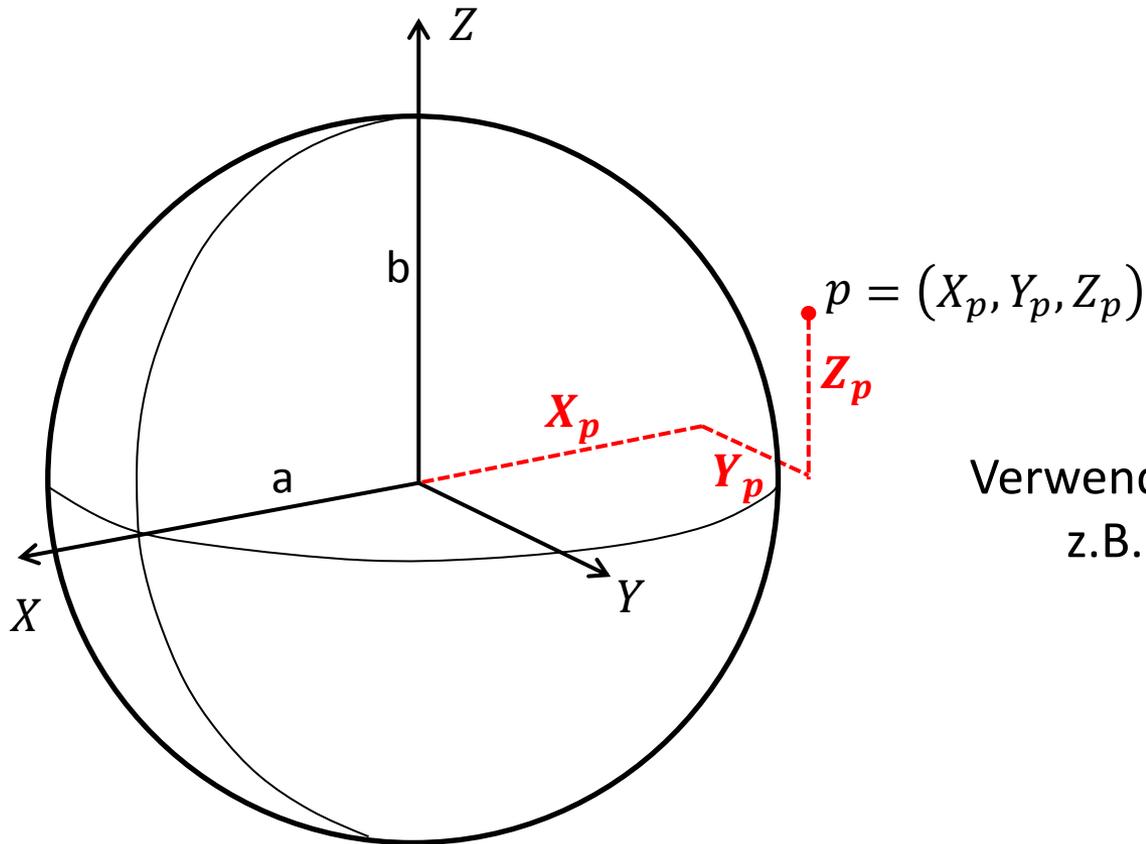
Beispiel 3



- Form:** global angepasst
- Lage:** zum 1.1.1989 wie WGS84,
danach an eurasische Platte gebunden
- Verwendung:** Deutsche Landesvermessungen ab 1991

Wie gebe ich eine Position an?

In dreidimensionalen kartesischen Koordinaten:



Verwendung:

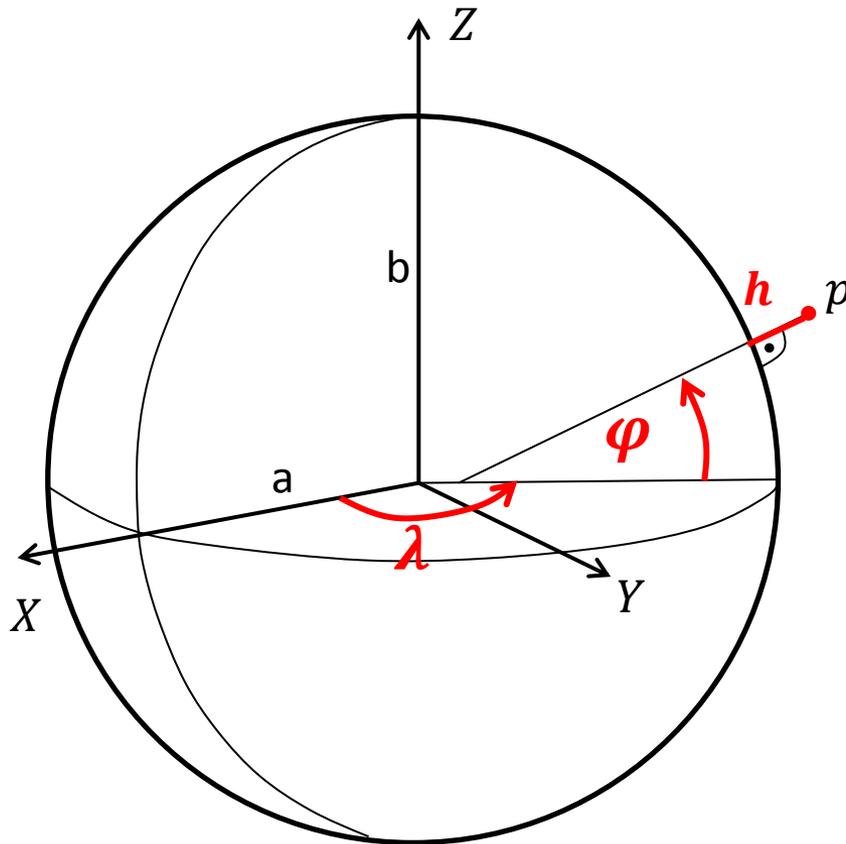
z.B. Rechnen mit Raumstrecken



Quelle: wikipedia

Wie gebe ich eine Position an?

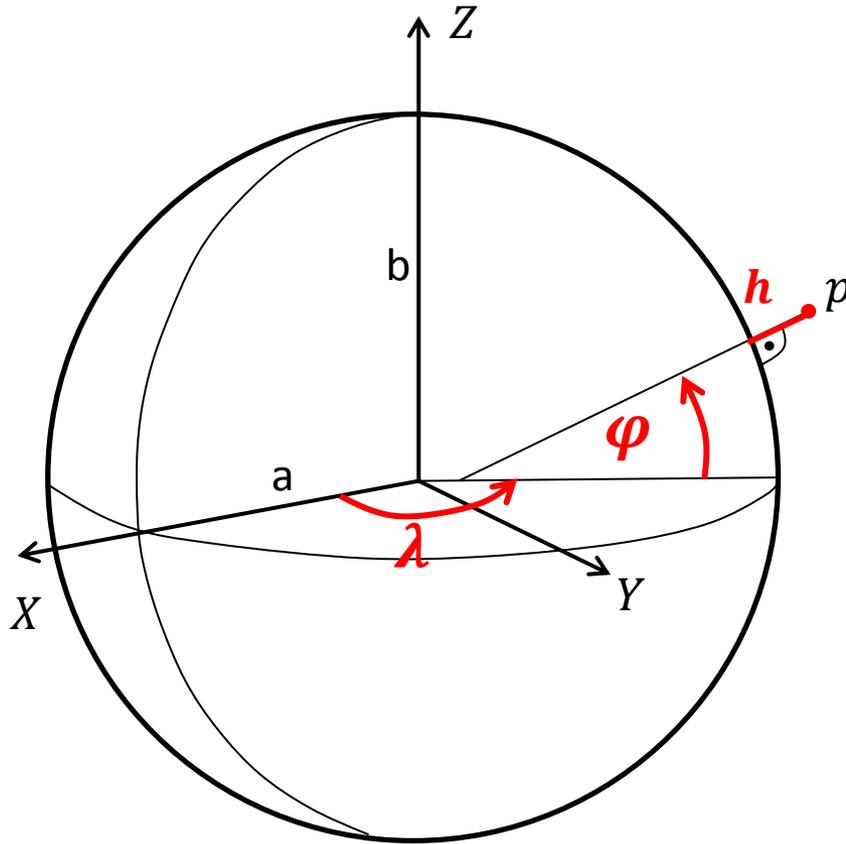
In geographischen Koordinaten (Breite φ , Länge λ):



h = ellipsoidische Höhe von p
(wird selten verwendet,
aber zur Berechnung von
(X_p, Y_p, Z_p) aus geogr. Koord.
erforderlich)

Wie gebe ich eine Position an?

In geographischen Koordinaten (Breite φ , Länge λ):



Einheiten:

$$\varphi = 62^\circ 14' 13.33''$$

Bogenminuten ($60' = 1^\circ$)

Bogensekunden ($60'' = 1'$)

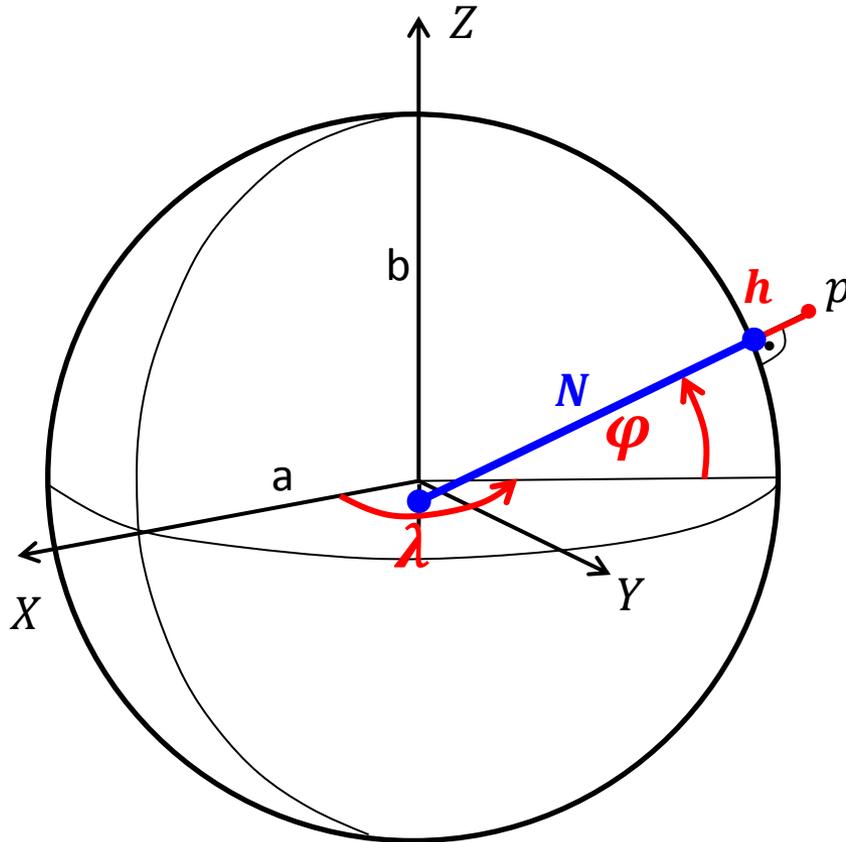
$$= 62.237036^\circ$$

Faustregel:

$$1'' \approx 30 \text{ m}$$

Wie gebe ich eine Position an?

In geographischen Koordinaten (Breite φ , Länge λ):



Zusammenhang:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (N + h) \cos \varphi \cos \lambda \\ (N + h) \cos \varphi \sin \lambda \\ \left(\frac{N}{1 + e'^2} + h \right) \sin \varphi \end{pmatrix}$$

mit

$$N = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi}}$$

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

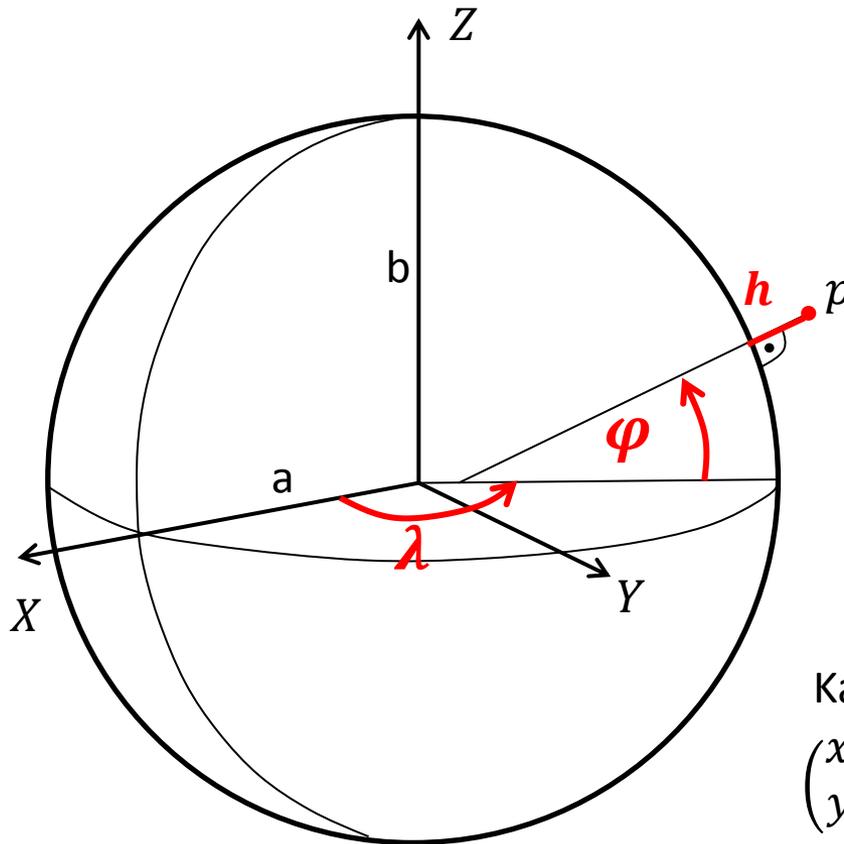
Wie gebe ich eine Position an?

In geographischen Koordinaten:

in Kartenkoordinaten

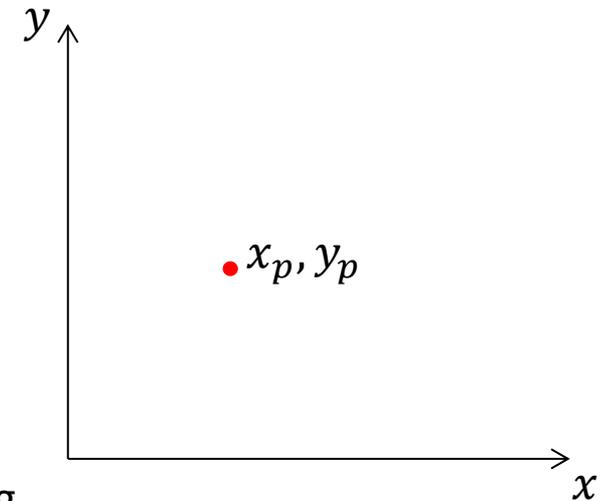
bzw.

projizierten Koordinaten:



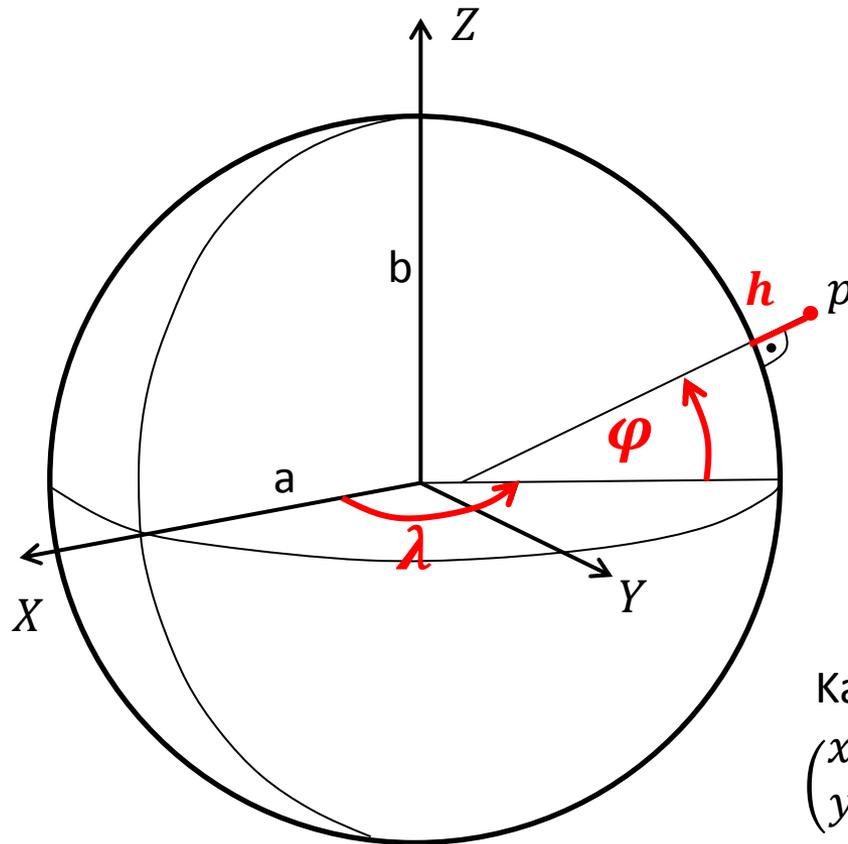
Kartenabbildung

$$\begin{pmatrix} x_p \\ y_p \end{pmatrix} = f(\varphi_p, \lambda_p)$$



Wie gebe ich eine Position an?

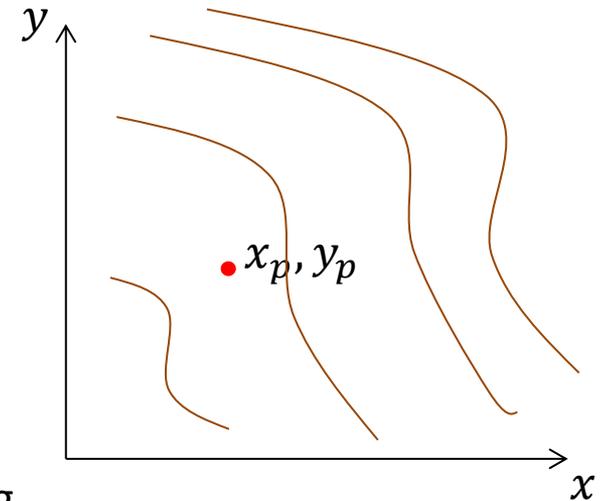
In geographischen Koordinaten:



in Kartenkoordinaten

bzw.

projizierten Koordinaten:



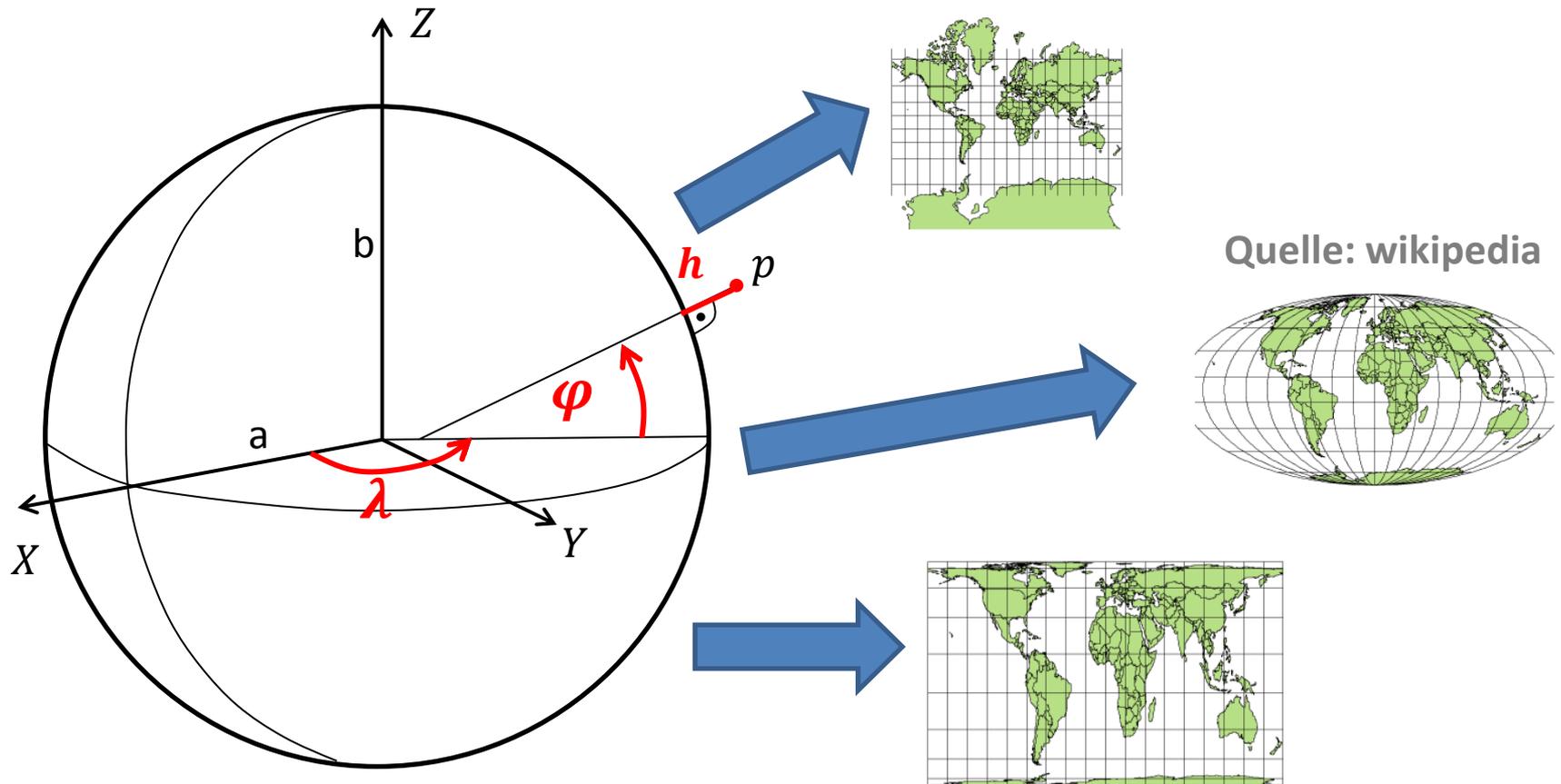
Kartenabbildung

$$\begin{pmatrix} x_p \\ y_p \end{pmatrix} = f(\varphi_p, \lambda_p)$$

normalerweise:

Höhen in Karte
beziehen sich
aufs Geoid

Wie gebe ich eine Position an?



verschiedene Abbildungen für verschiedene Zwecke

Wie gebe ich eine Position an?

Merke:

Zu jeder Koordinatenangabe (X, Y, Z)
gehört die Angabe
- eines *geodätischen Datums*.

Wie gebe ich eine Position an?

Merke:

Zu jeder Koordinatenangabe (φ, λ)

gehört die Angabe

- eines *geodätischen Datums* (inkl. Form d. Ellipsoids).

Wie gebe ich eine Position an?

Merke:

Zu jeder Koordinatenangabe (x, y)

gehört die Angabe

- eines *geodätischen Datums* (inkl. Form d. Ellipsoids).

und

- der *verwendeten Kartenabbildung*.