

E i n f ü h r u n g G I S

BA AI Angewandte Informatik

Raumerfassung und - abbildung

T e c h n i s c h e H o c h s c h u l e D e g g e n d o r f



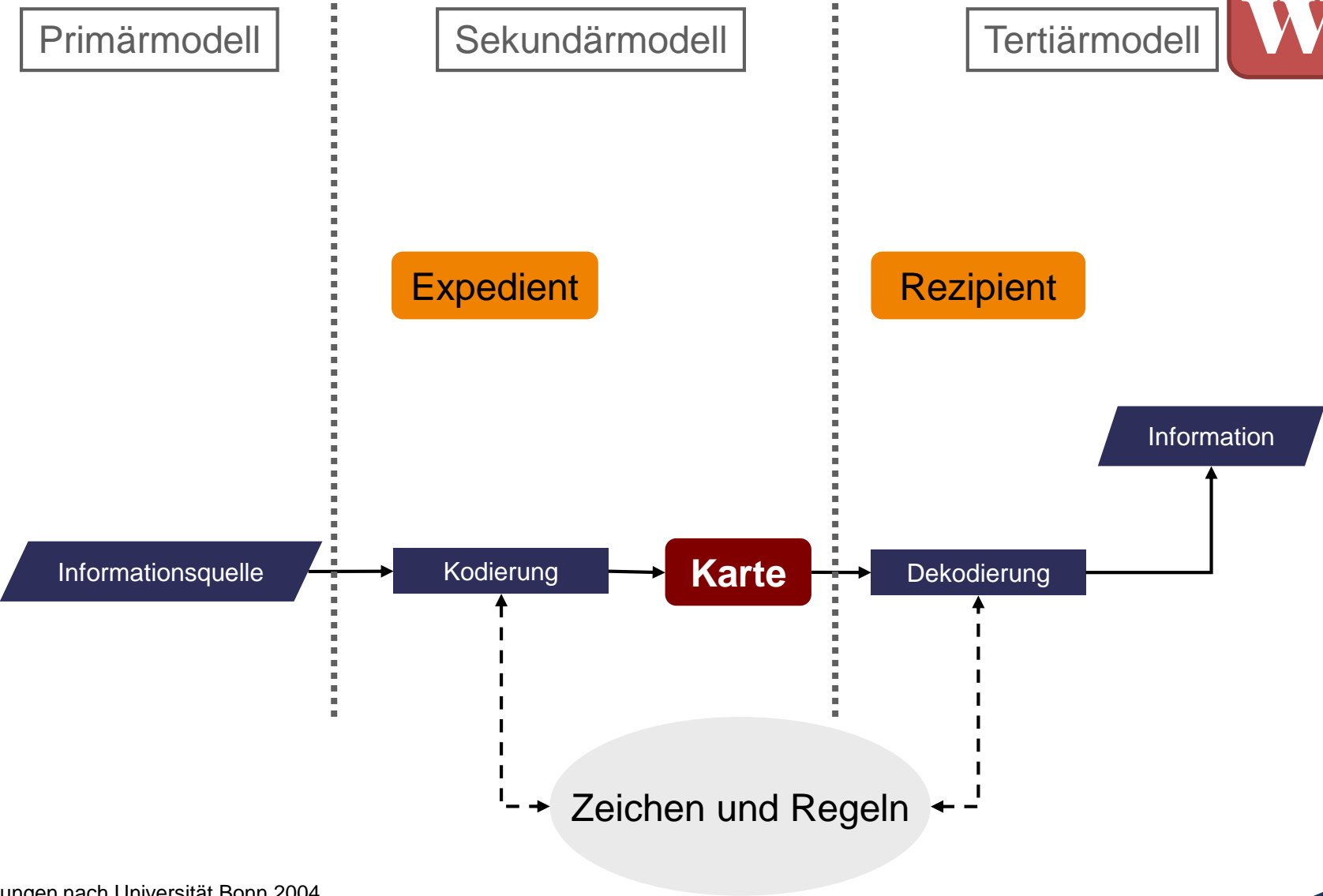
Prof. Dr. Roland Zink
roland.zink@th-deg.de



Kartographische Darstellung

Eine gute Kartengraphik

- vermittelt raumbezogene Informationen in optimaler Weise
- beschränkt sich auf das Wesentliche der verfügbaren Information
- Gleiches wird gleich und Ungleiches ungleich dargestellt
- entlastet das Kartenbild von Überflüssigem und Nebensächlichem
- gewährleistet die verlangte Lagegenauigkeit (geometrisch exakte ortsgebundene Darstellung)
- beachtet Minimalgrößen
- verwendet eine Symbolik, die spontan richtige Assoziationen hervorruft
- ist in der Aussage eindeutig
- hält sich an die vereinbarten kartographischen Richtlinien
- ist gut lesbar
- wirkt auch ästhetisch überzeugend
- ist rationell herstellbar





Inhalt

1. Raumerfassung und –abbildung in GIS
2. Gestalt der Erde und Bezugsfläche
3. Koordinatensysteme
4. Datum
5. Koordinatenreferenzsysteme
6. Kartennetzentwürfe

7. Übung Koordinatensysteme in GIS

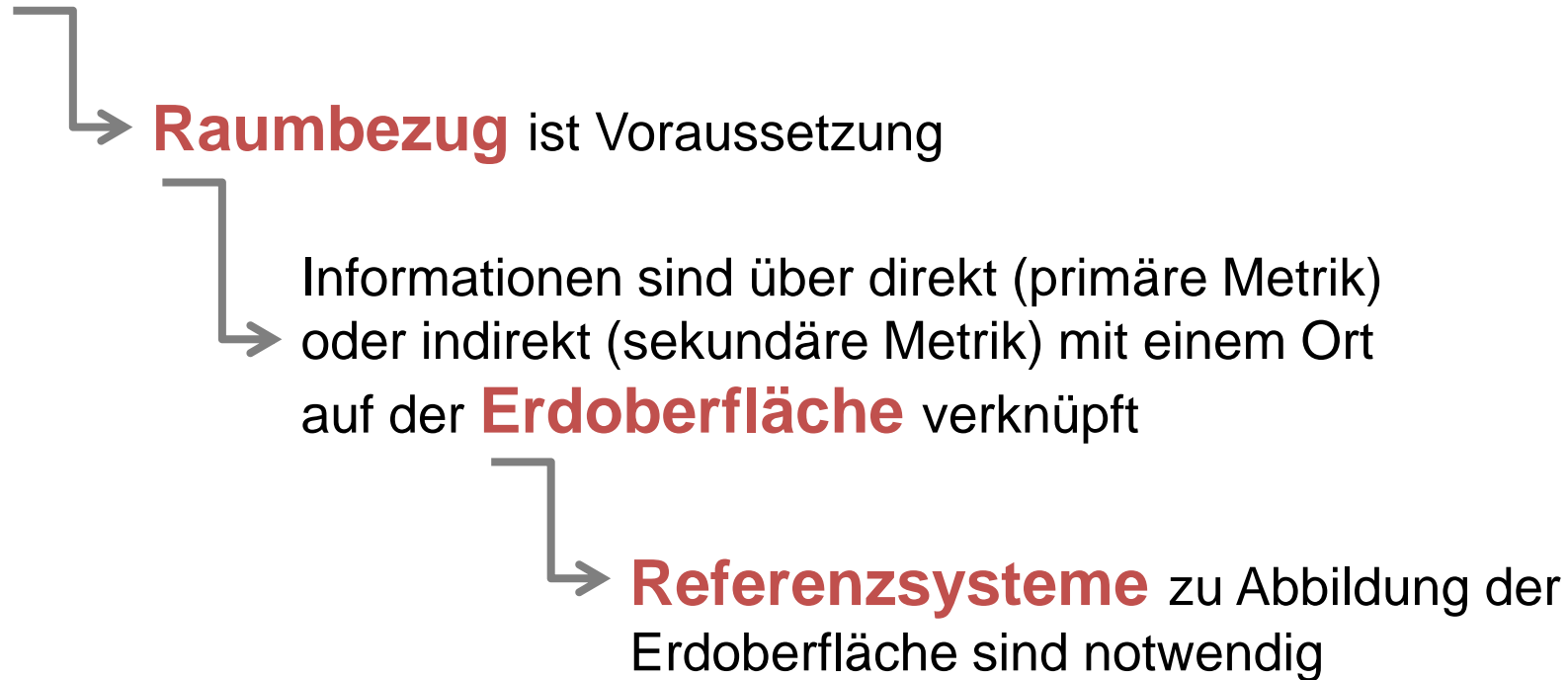


1. Raumerfassung und -abbildung

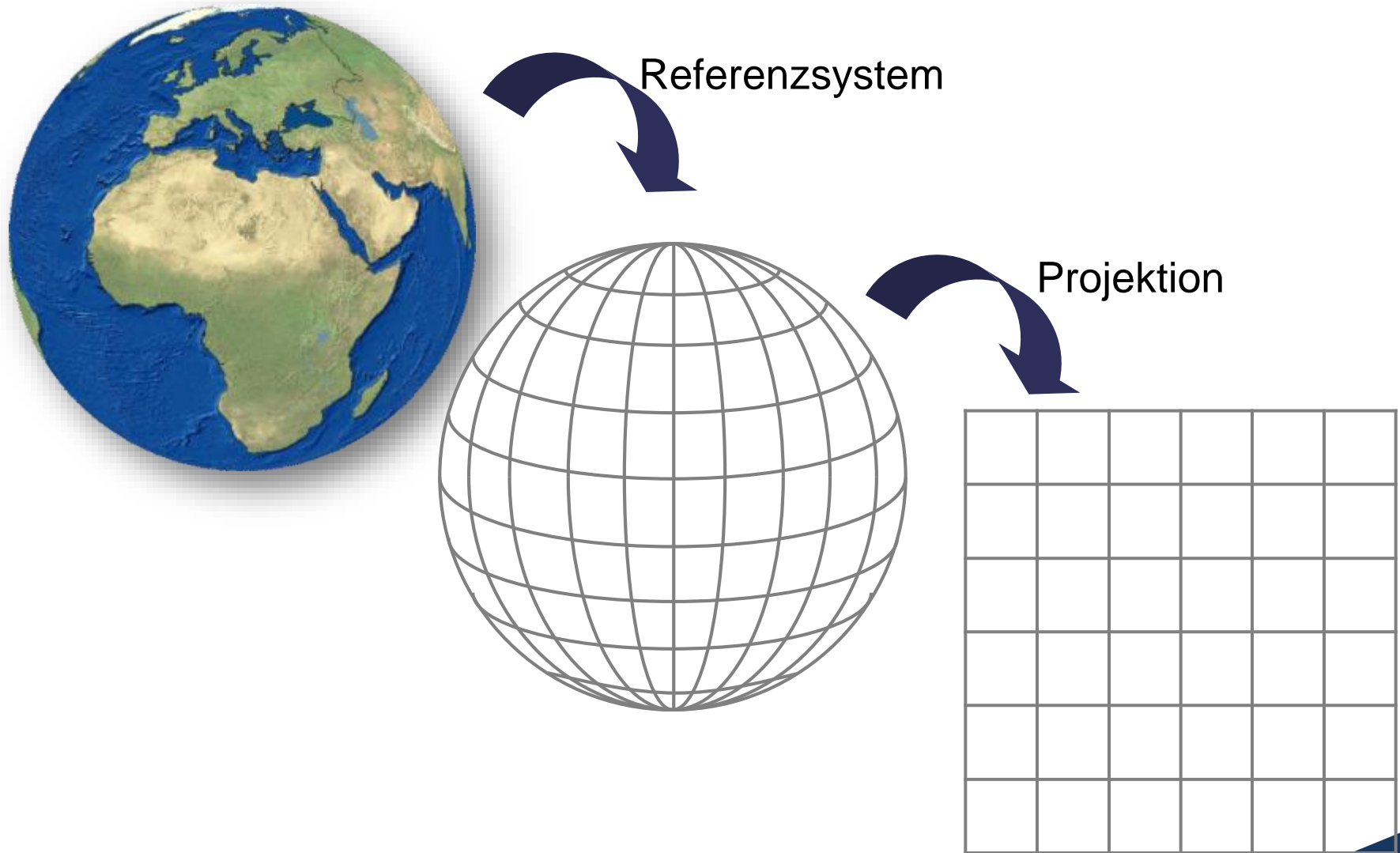


Wiederholung

Geographische Informationssysteme



Problemstellung: kartographische Abbildung in 2D

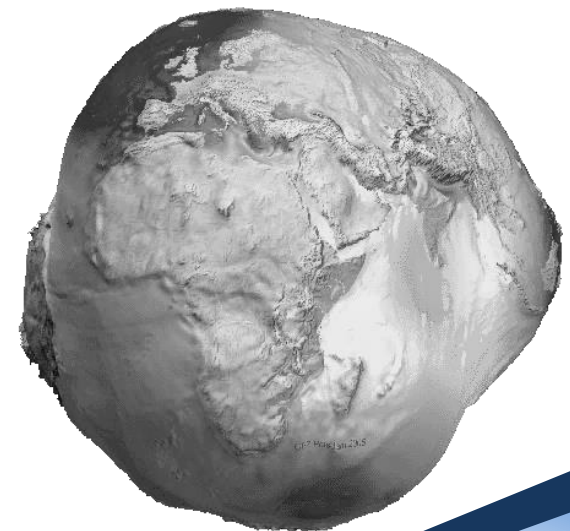




2. Gestalt der Erde und Bezugsfläche



Gestalt der Erde



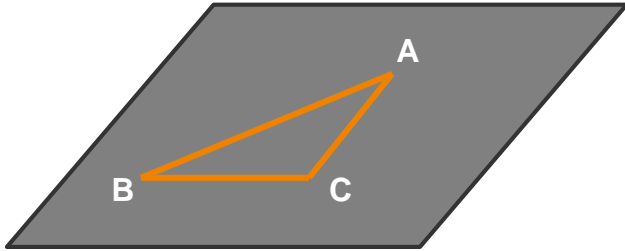


Die Figur der Erde ist so komplex bzw. unregelmäßig, dass eine flächig geschlossene mathematische Beschreibung **nicht** möglich ist!

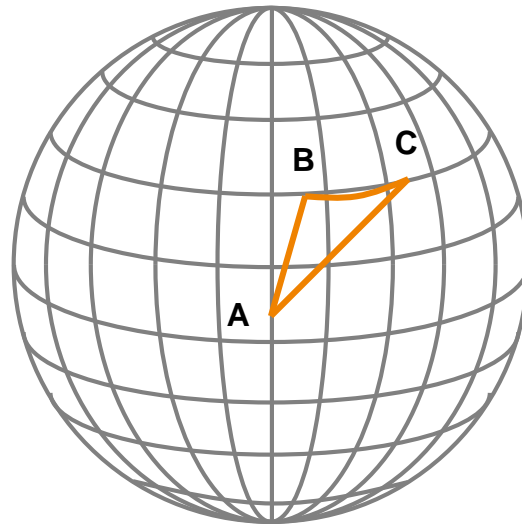
Annäherung über eine geometrisch einfachere, aber dennoch möglichst exakte und mathematisch beschreibbare Grundform
= **Bezugsfläche**

Geometrische (mathematische) Bezugsflächen

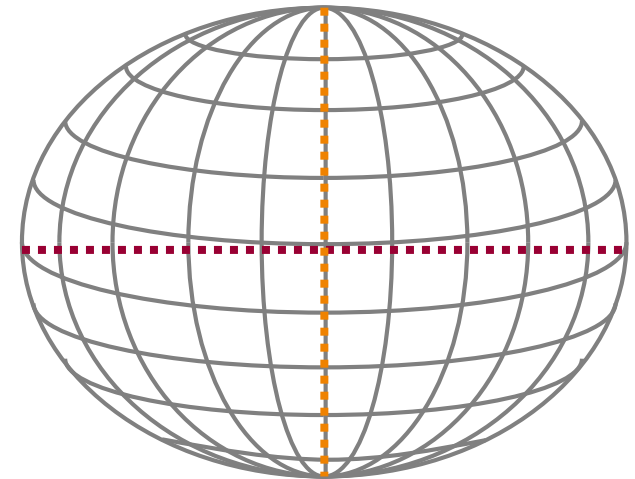
Ebene



Kugel

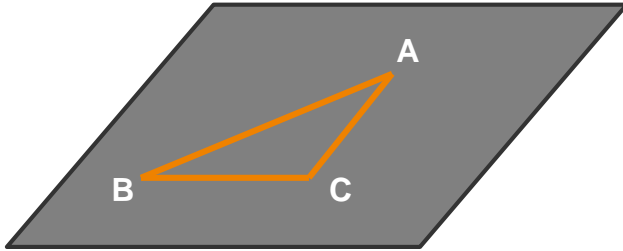


Rotationsellipsoid



Geometrische (mathematische) Bezugsflächen

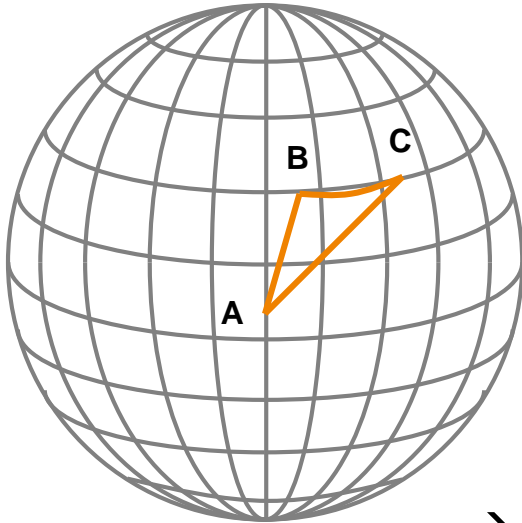
Ebene



Die Ebene zur Beschreibung geographischer Standorte und Lagebeziehungen ist nur für sehr kleine Ausschnitte möglich. Erdkrümmung wird zum Beispiel nicht berücksichtigt!

Geometrische (mathematische) Bezugsflächen

Kugel

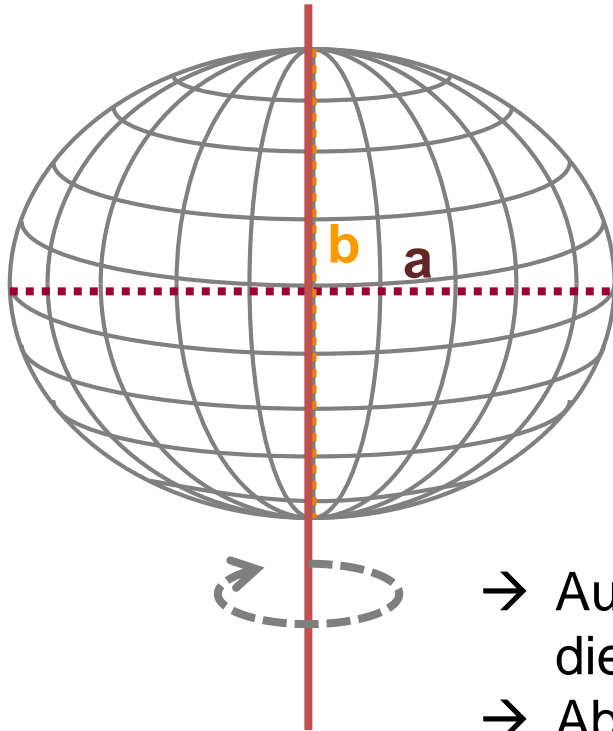


- Erastostenes (ca. 250 v.Chr.): Erde ist eine Kugel
- Bessere Annäherung als zuvor die Fläche
- Radius 6.370 km



Geometrische (mathematische) Bezugsflächen

Rotationsellipsoid



$$a > b$$

$$f = (a-b)/a$$

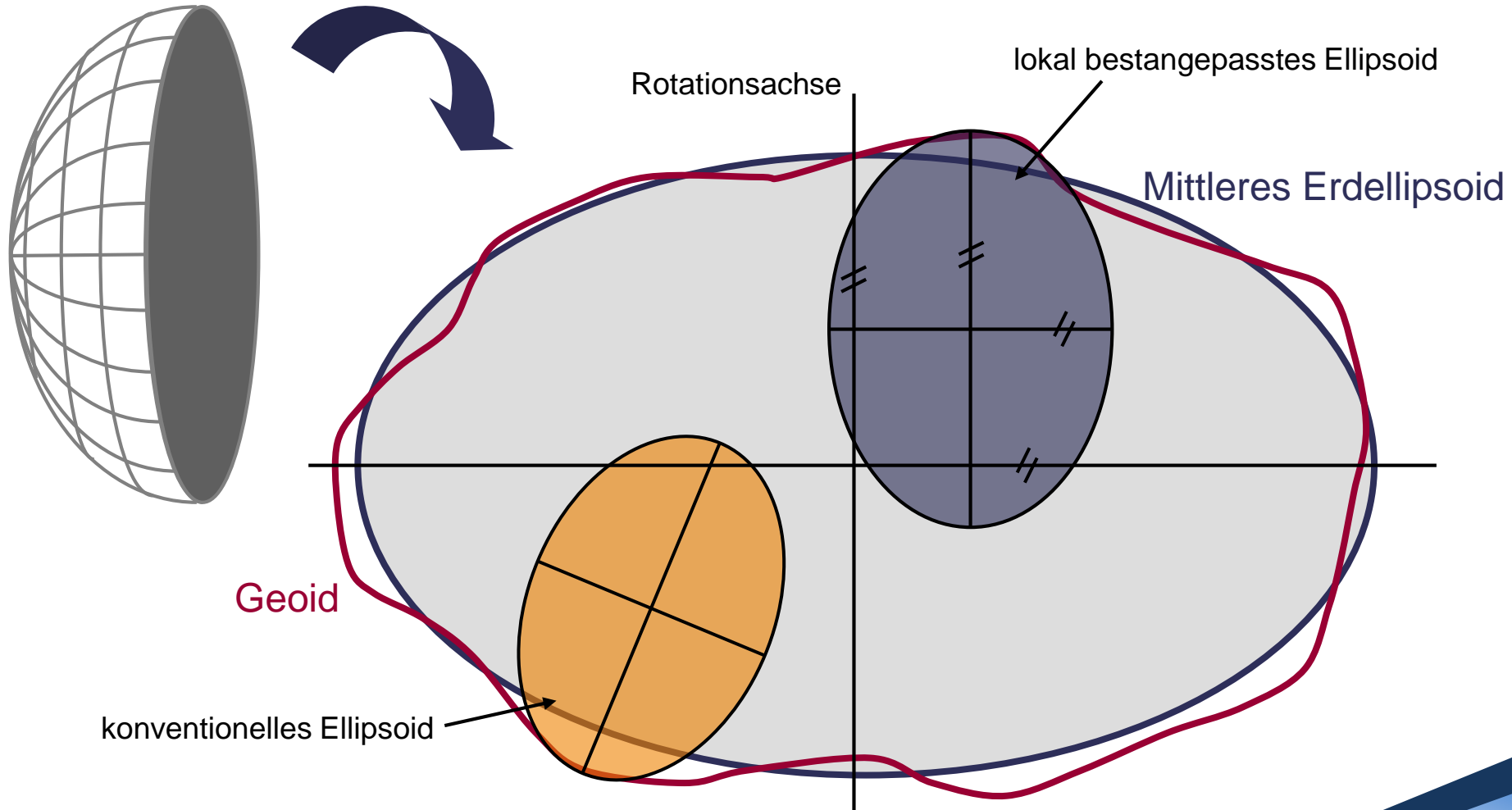
$$f \sim 1:300$$

- Aufgrund der Fliehkraft bei der Erdrotation besitzt die Erde eine elliptische Form
- Abplattung (f) an den Polen
- d.h. ein Globus mit 3m Durchmesser müsste an der Erddrehachse um 1 cm verkürzt sein

ABER: Rotationsellipsoid bleibt nur eine Annäherung an die Erdfigur!

Geometrische Bezugsflächen

Rotationsellipsoid



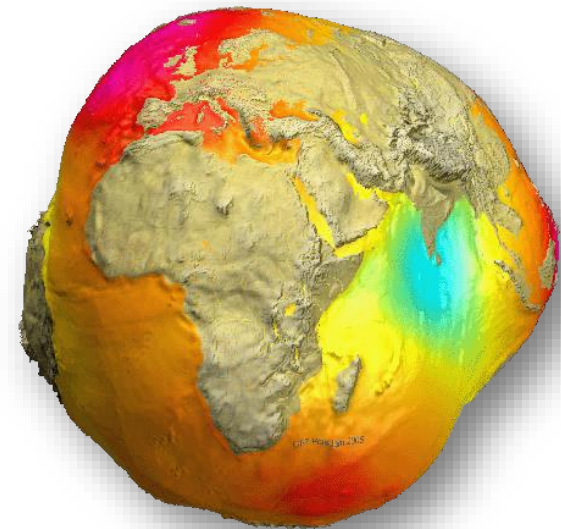
Historisch definierte wichtige Referenzellipsoide

Name	Datum	Große Halbachse a (m)	Kleine Halbachse b (m)	Gebiet mit höchster Gültigkeit
Bessel	1841	6.377.397	6.356.079	Eurasischer Kontinent → Grundlage der Deutschen Landvermessung
Hayford	1924	6.378.388	6.356.912	Amerikanischer Kontinent
Krassowkij	1940	6.378.245	6.356.863	Russischer Raum
GRS80	1979	6.378.137	6.356.752	Mittleres Erdellipsoid „Geodetic Reference System“
WGS84	1984	In etwa GRS80	In etwa GRS80	Gesamte Welt „World Geodetic System“



Physikalisch-dynamische Bezugsflächen

- Mit steigender Messgenauigkeit nehmen die Fehler zwischen gemessenen Werten und den Koordinaten auf den Bezugsflächen zu
- physikalische Erdfigur
- Begründer C.F. Gauß
- Aufgrund der Schwereunterschiede im Erdinneren sieht die Erde mehr wie eine Kartoffel aus
- physikalische Bezugsfläche = **Geoid**



Eigenschaften des Geoids (mit Satelliten vermessen):

1. Näherung: Kugel mit 6.371 km Radius
2. Näherung: Rotationsellipsoid mit 21,4 km kürzerem Polarradius als Äquatorradius
3. Näherung: Vertikale Abweichung vom Rotationsellipsoid max. 105 Meter (Indischer Ozean)



3. Koordinatensysteme



Koordinatensystem

Koordinatensystem (georeference system) = eindeutig definiertes Referenzsystem zur Beschreibung der Lage von Punkten in einem Raum bzw. auf der Erdoberfläche.

Kartesisches Koordinatensystem

- Achsen stehen zueinander im rechten Winkel
- Koordinatenangabe: Abstand auf der jeweiligen Achse zum Nullpunkt

Polares Koordinatensystem

- Koordinatenangabe: Winkel zur jeweiligen Achse
- Abstand zum Nullpunkt

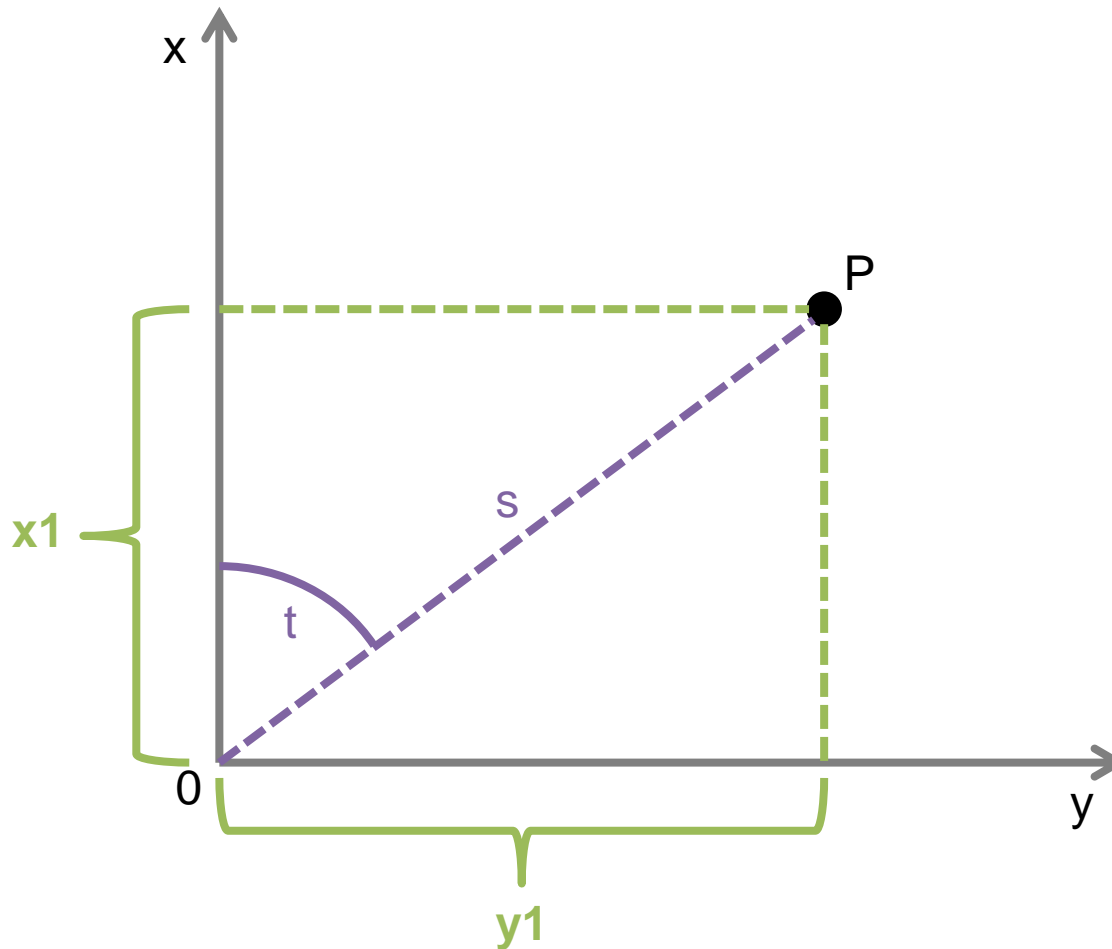
Koordinatensystem 2D

Kartesisches
Koordinatensystem

$P(x_1, y_1)$

Polares
Koordinatensystem

$P(t, s)$





Koordinatensystem 2D

Kartesisches
Koordinatensystem

Polares
Koordinatensystem

Beide Koordinatensysteme können mit trigonometrischen Berechnungen ineinander überführt werden.

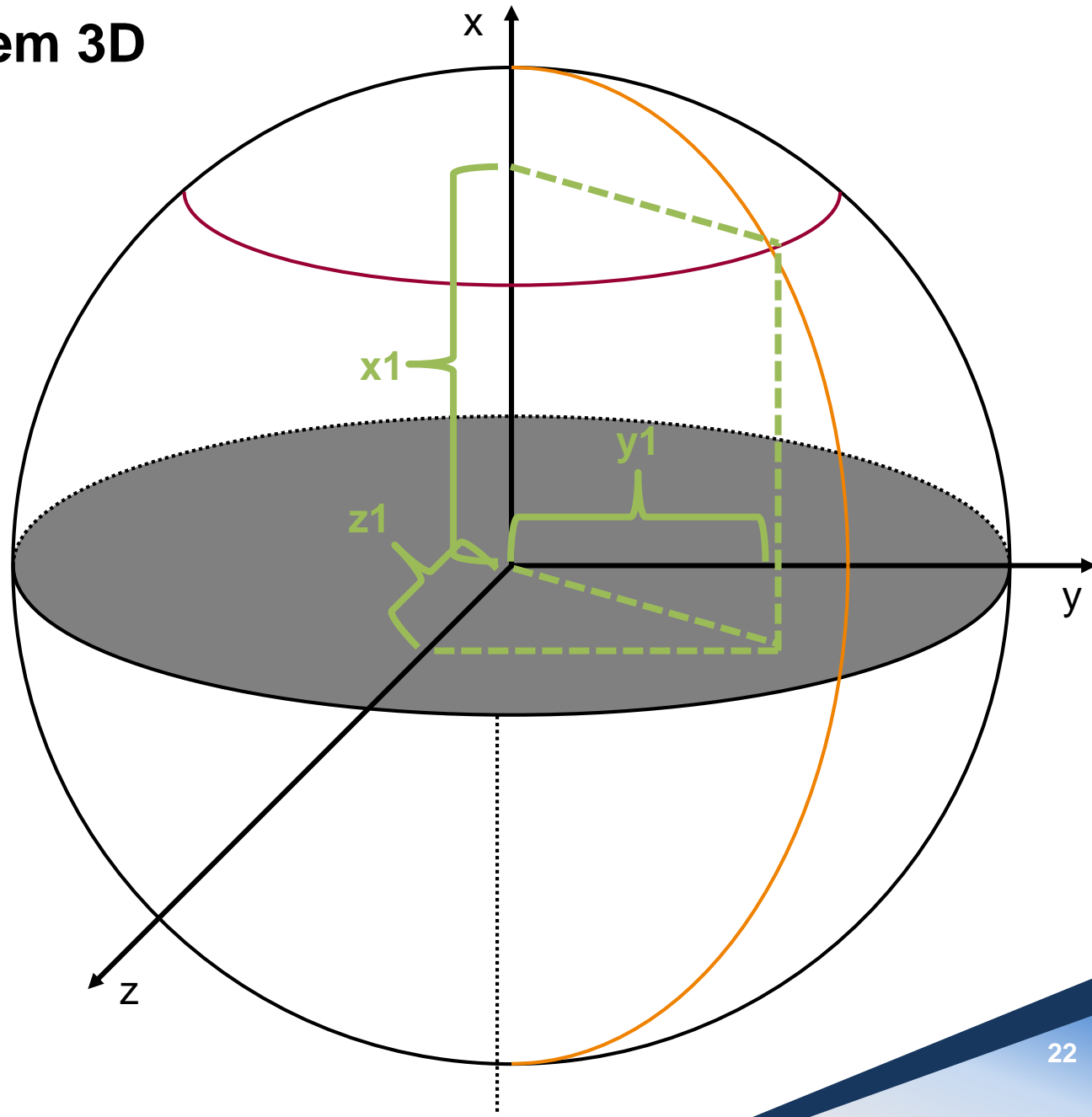
→ Erste Geodätische Grundaufgabe:
Polarkoordinaten in rechtwinklige Koordinaten

→ Zweite Geodätische Grundaufgabe:
Rechtwinklige Koordinaten in Polarkoordinaten

Koordinatensystem 3D

Kartesisches
Koordinatensystem

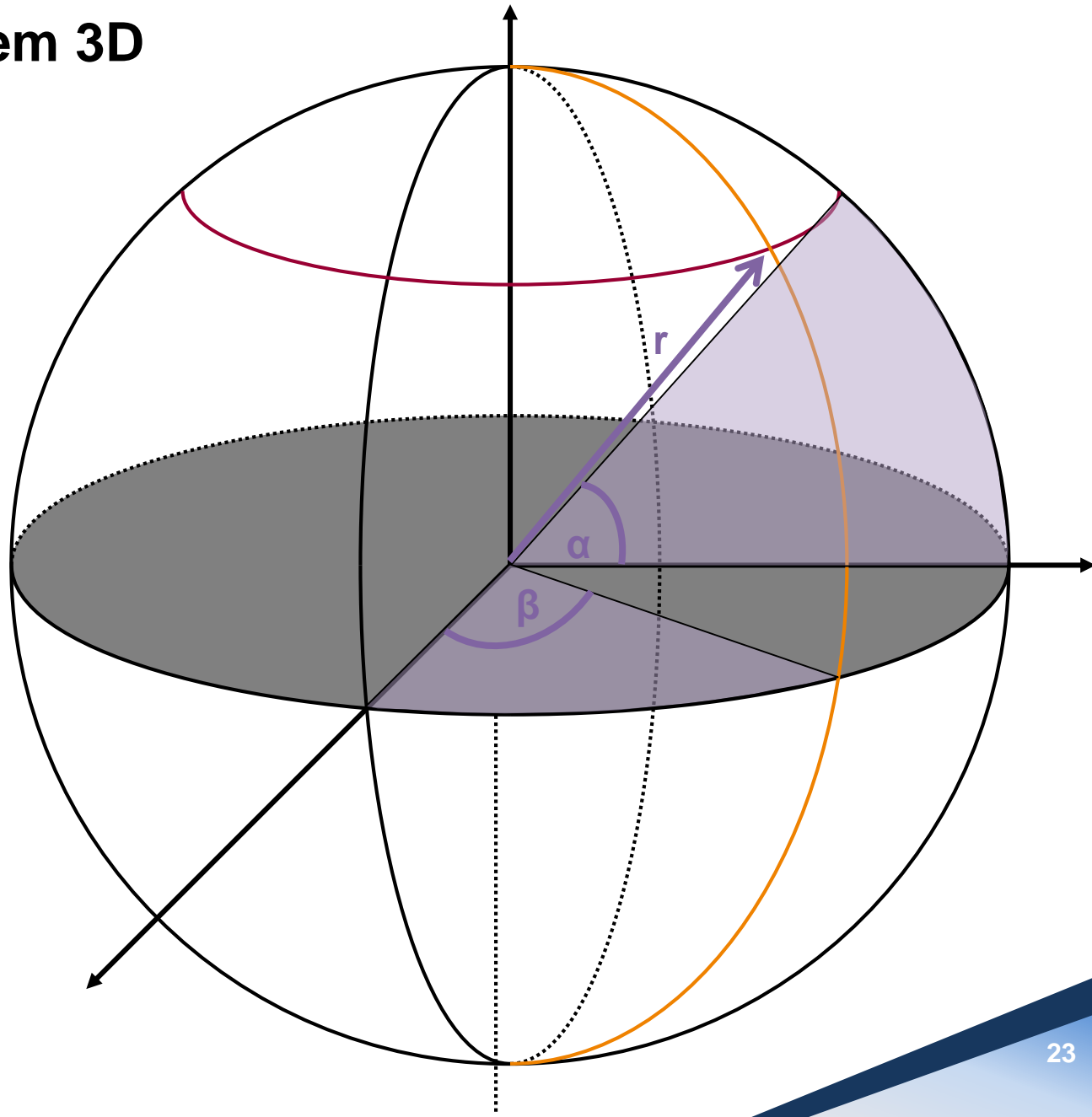
$P(x_1, y_1, z_1)$



Koordinatensystem 3D

Polares
Koordinatensystem

$P(\alpha, \beta, r)$





4. Datum



Datum

Datum: spezifiziert die Beziehung zwischen einem Koordinatensystems und einem Objekt (z.B. Erdkugel)

Datum legt Eigenschaften des Koordinatensatzes fest:

- Welcher Bezugsfläche
- Koordinatenursprung
- Orientierung der Achsen
- Maßstab

- **Geodätisches Datum:** für 2D und 3D Koordinatensysteme zur Abbildung der Erde
- **Lokales Datum:** für lokale Vermessung (z.B. Flurecke oder Grenzstein)
- **Bilddatum:** internes Koordinatensystem für Rasterbilder (Auflösung und Orientierung)



5. Koordinatenreferenzsysteme



Koordinatenreferenzsystem

Koordinatensystem beschreibt die mathematischen Eigenschaften

Koordinatenreferenzsystem beschreibt den physischen Teil des Raumbezugs

Einteilung der Koordinatenreferenzsysteme nach der Dimension

(vgl. Bill 2010, S. 171 und ISO 19111)

- **3D** alle geographischen 3D Koordinaten bezogen auf ein Ellipsoid (z.B. Bessel) und geozentrische 3D Koordinaten (WGS84)
- **2D** alle geographischen 2D Koordinaten bezogen auf ein Ellipsoid (z.B. Bessel) und projizierte 2D Koordinaten
- **2D+1D** nach Lage (z.B. GK) und Höhe (z.B. Geoid) separierte Koordinatenangaben
- **1D** Angabe eines vertikalen Koordinatenreferenzsystem

EPSG-Code

EPSG = European Petroleum Survey Group

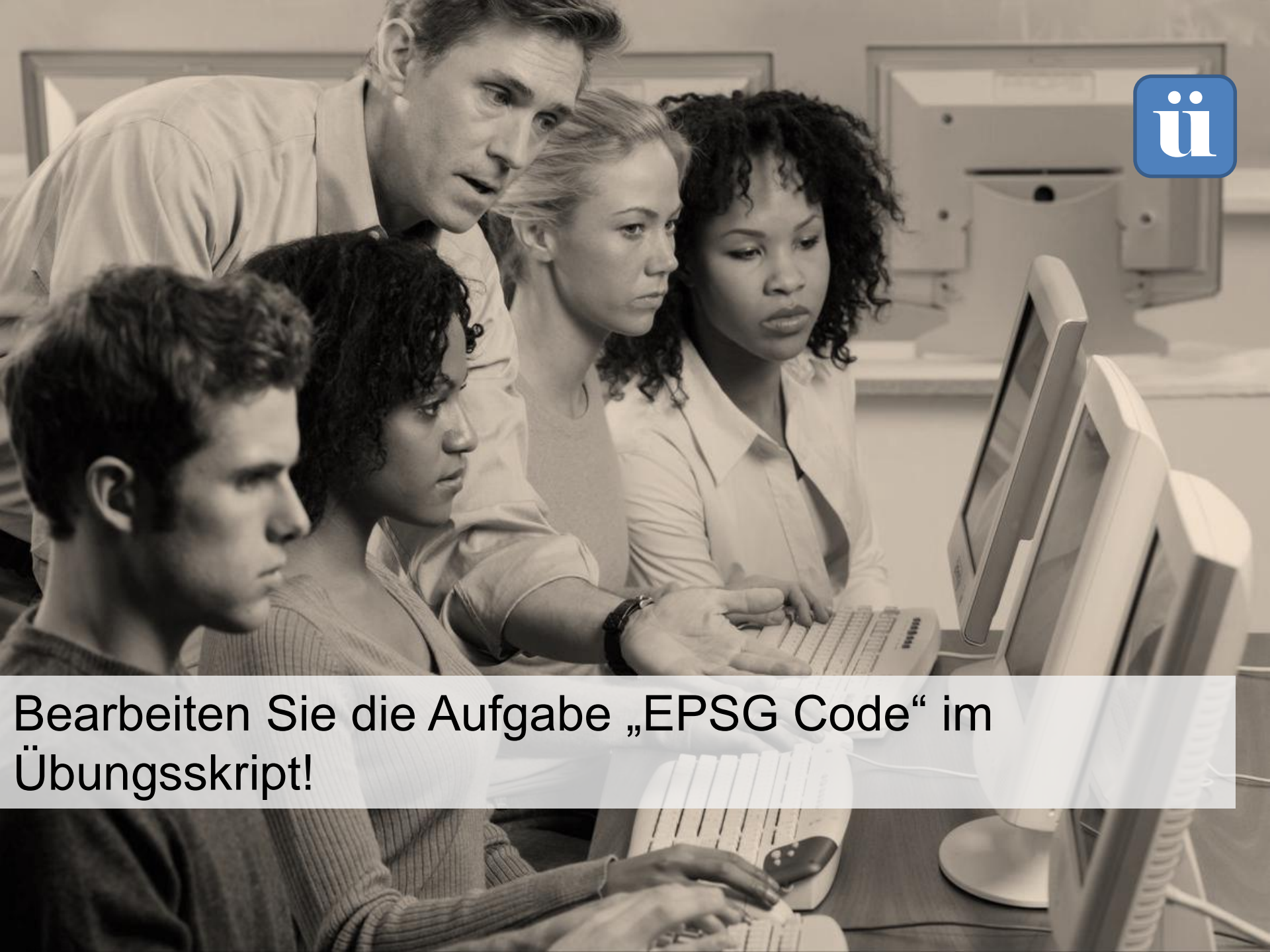
OGP = International Association of Oil & Gas Producers

EPSG Geodetic Parameter Dataset

Sammlung von Parametern, Handlungsrichtlinien und Umtauschformate, die den weltweiten Umgang mit Koordinatenbezügen erleichtert

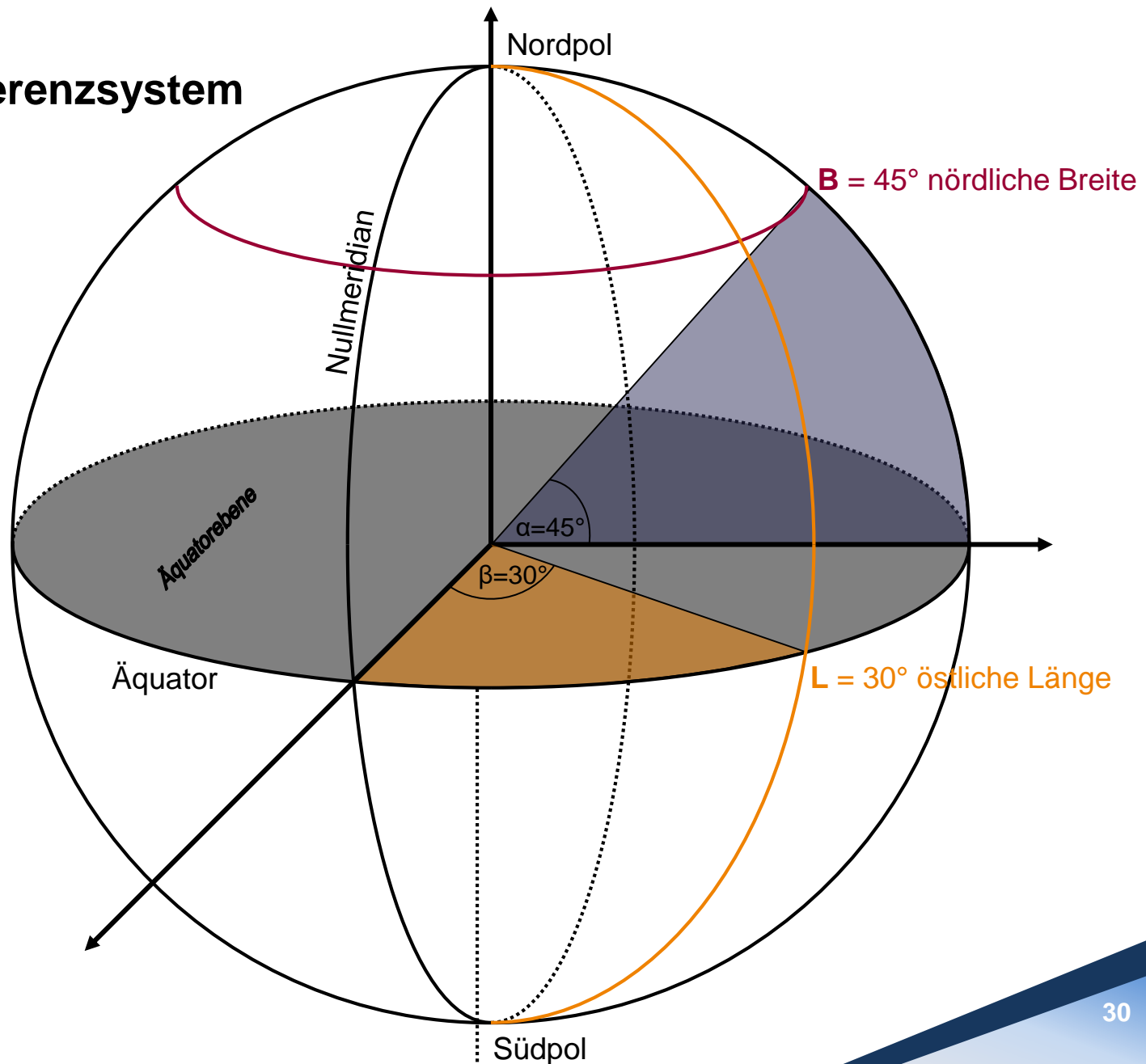
→ EPSG-Code können in GIS bei der Angabe der Koordinatenreferenzsysteme verwendet werden

www.epsg.org



Bearbeiten Sie die Aufgabe „EPSG Code“ im Übungsskript!

Geozentrisches Koordinatenreferenzsystem





6. Kartennetzentwürfe



Exakte Koordinatenangaben der Position jeden Ortes auf Globus durch Orientierung am geographischen Gradnetz, das sich aus senkrecht schneidenden Breiten- und Längenkreisen zusammensetzt.

Wie kann das Gradnetz der dreidimensionalen Erdkugel auf eine zweidimensionale Karte übertragen werden, wenn die Eigenschaften des dreidimensionalen Objekts möglichst erhalten bleiben sollen?

→ **Kartennetzentwürfe (Kartenprojektionen)**

Die **Projektionen** sollen drei Anforderungen erfüllen:

- **Längentreue**
- **Flächentreue**
- **Winkeltreue**

Nur der Globus erfüllt alle drei Kriterien gleichzeitig!!!



Kartographische Abbildungen

Kartographische Abbildungen dienen dazu, größere Regionen, Länder, Kontinente, ganze Erdteile oder die ganze Erde in Karten mit **kleinem Maßstab** ($< 1:500.000$) im geographischen Koordinatensystem abzubilden.

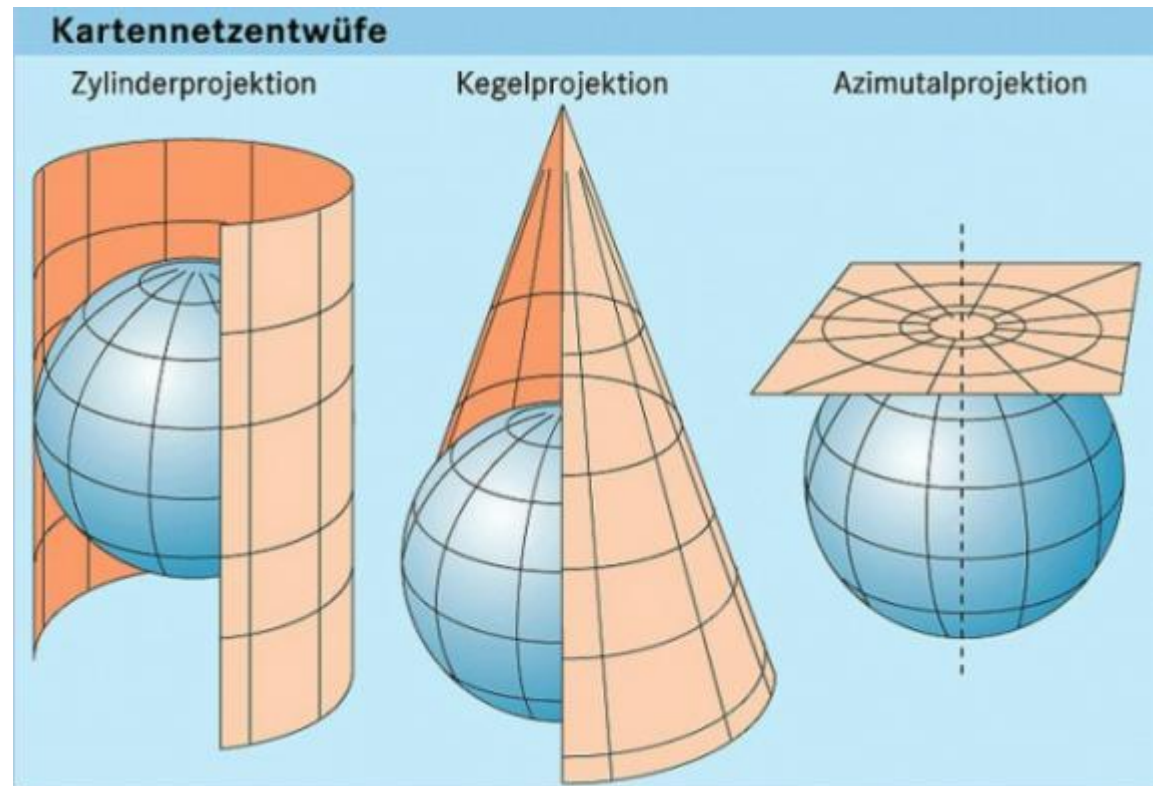
Die kartographischen Abbildungen können nach **3** verschiedenen Kriterien eingeteilt werden: nach

1. **Art der Projektionsfläche**
2. **Lage des Projektionszentrums**
3. **Lage der Projektionsfläche**



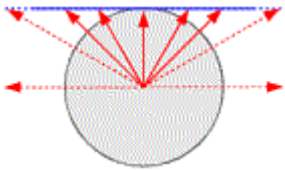
1. Art der Projektionsfläche

- **Azimutalprojektion** (Berührung in einem Punkt, azimutal)
- **Kegelprojektion** (Berührung als Kegelmantel, konisch)
- **Zylinderprojektion** (Berührung an einem Zylinderrand, zylindrisch)

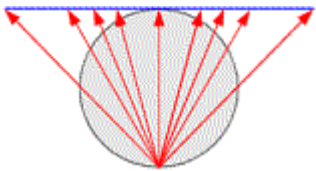


2. Lage des Projektionszentrums

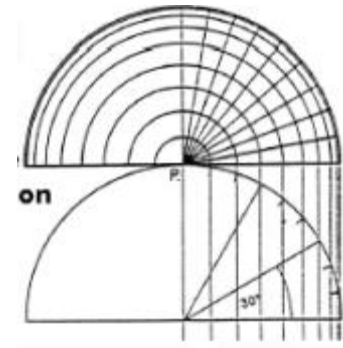
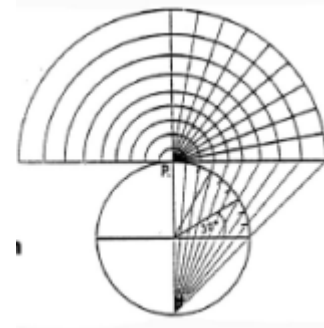
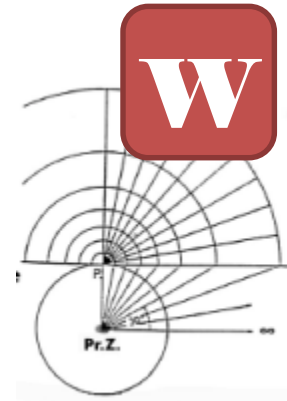
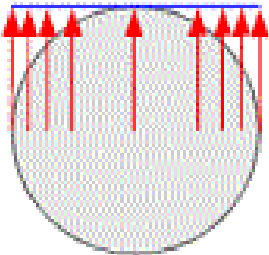
- **Gnomonische**/zentrale Projektion (Erdmittelpunkt)



- **Stereographische** Projektion (Gegenpol)



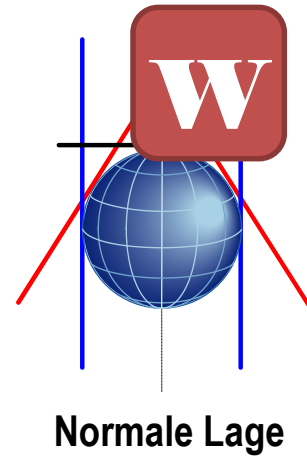
- **Orthographische** Projektion (im Unendlichen)



3. Lage der Projektionsfläche

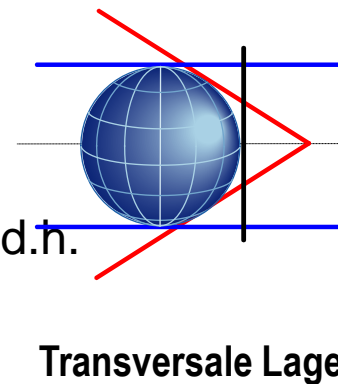
Normale Lage (polständig, erdachsrig)

- ⇒ Achsen des Kegels oder des Zylinders bzw. das Lot der Projektionsebene des Azimutalentwurfs fallen mit der Erdachse zusammen



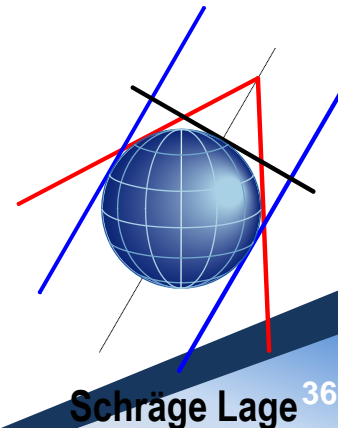
Transversale Lage (äquatorständig)

- ⇒ Achsen von Zylinder und Kegel bzw. Lot der azimutalen Projektionsfläche stehen rechtwinklig zur Erdachse
- ⇒ Berührungsflächen von Zylinder und Kegel parallel zum Äquator, d.h. Berührung an den Polen oder an zwei Längengraden
- ⇒ azimutaler Berührungspunkt ist am Äquator



Schiefachsige Lage (schiefständig)

- ⇒ Achsen von Zylinder/Kegel bzw. Lot der azimutalen Projektionsfläche stehen in einem beliebigen spitzen Winkel zur Erdachse





Bearbeiten Sie die Aufgabe „Darstellungen der Welt“
im Übungsskript!



Prof. Dr. Roland Zink
Fakultät Elektrotechnik und Medientechnik

Tel: +49 – 8551 – 91 764 – 28
Email: roland.zink@th-deg.de

Edlmairstr. 6+8
94469 Deggendorf

www.th-deg.de/

