



DER REGIERUNGSPRÄSIDENT

ETRS89

Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989

Hintergründe zum Bezugssystemwechsel nach ETRS89

Um Punkte in der Ebene oder im dreidimensionalen Raum untereinander in Beziehung zu bringen, werden Koordinaten benutzt, die in einem festgelegten Bezugssystem bestimmt sind. Grundlegende Bedingung für eine gemeinsame Nutzung von Punktkoordinaten der Erdoberfläche ist der Bezug auf eine einheitliche geodätische Grundlage. Diese Grundlage wurde in zurückliegender Zeit von den einzelnen Staaten jeweils für sich ermittelt, so dass es für Europa über mehrere Jahrhunderte hinweg keine einheitlichen Festlegungen gab, sondern stets nur nationale Referenzsysteme. Selbst innerhalb Deutschlands sind infolge seiner geschichtlichen Entwicklung und durch den föderalistischen Aufbau die geodätischen Grundlagen recht heterogen ausgestaltet.

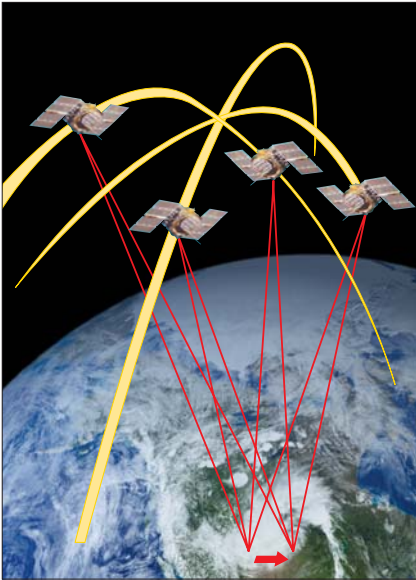


Abb. 1: Entfernungsbestimmung mit GPS

Infolge der Ende des 20. Jahrhunderts ständig fortschreitenden Entwicklung des weltweit nutzbaren Global Positioning Systems (GPS) und dessen Nutzbarmachung für Positionierungen und hochgenauen Vermessungsarbeiten (s. Abb. 1) entstanden bald Forderungen nach einem europaweit einheitlichen Bezugssystem. Diese Vorschläge wurden durch die zur gleichen Zeit wachsende europäische Integration auf politischer Ebene unterstützt. Bereits 1989 fand auf Anregung europäischer Vermessungsverwaltungen eine erste umfassende GPS-Beobachtungskampagne zur Realisierung eines einheitlichen europaweiten Bezugssystems statt, die Geburtsstunde des „Europäischen Terrestrischen Referenz Systems 1989 (ETRS89)“.

Schon 2 Jahre später, im Mai 1991, beschloss die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) die Einführung dieses europaweit favorisierten Bezugssystems ETRS89 für die Bereiche Landesvermessung und Liegenschaftskataster. Dieser Beschluss wurde 1995 nach sorgfältiger Prüfung nochmals bestätigt und gleichzeitig die Universale-Transversale-Mercator-Abbildung (UTM) als verebnete Darstellung für groß- und kleinmaßstäbige Karten festgelegt.

Bei der Empfehlung zur bundesweiten Einführung des ETRS89 hat man sich vor allem durch folgende grundlegende Vorteile leiten lassen:

- Vereinheitlichung der geodätischen Grundlagen der Geobasisdaten,
- Wirtschaftlichkeit von SAPOS® und ETRS89,
- die dritte Dimension im ETRS89 als Grundlage für Gebrauchshöhen.

Vereinheitlichung der geodätischen Grundlagen der Geobasisdaten

Die gesamte politische und vor allem vermessungstechnische Entwicklung der vergangenen 150 Jahre spiegelt sich heute im Liegenschaftskataster wider, was sich in der Vielfalt seiner geodätischen Grundlagen zeigt (s. Abb. 2).

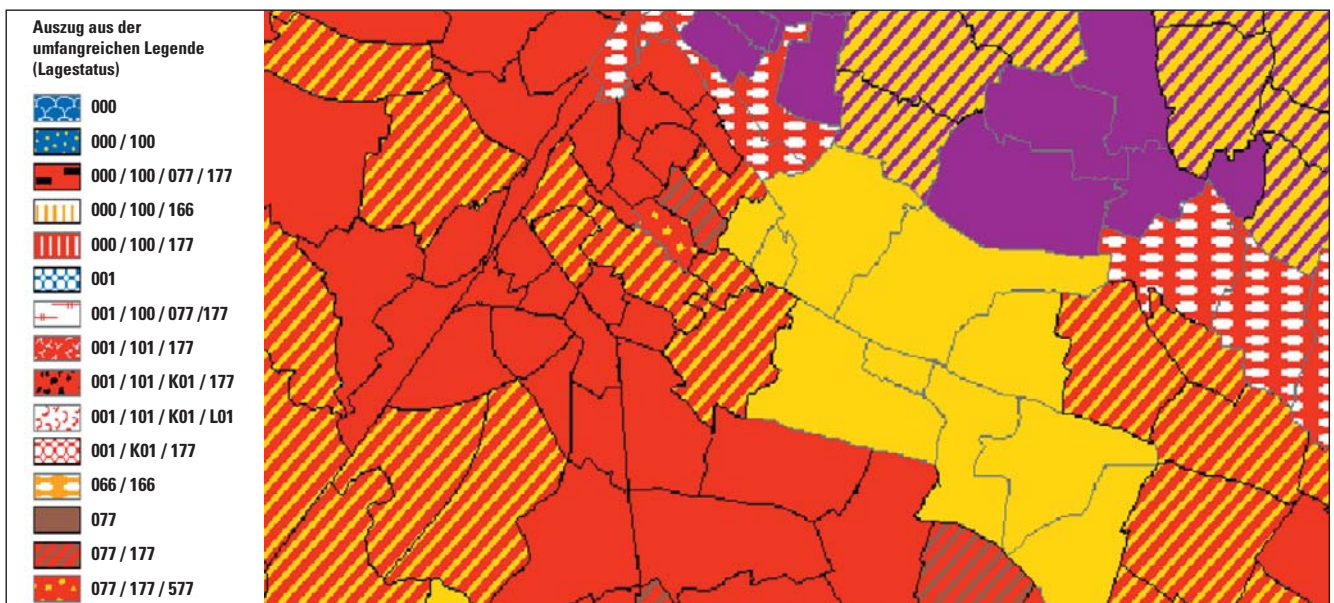


Abb. 2: Vielfalt der Bezugssysteme im Liegenschaftskataster (Gebietseinheit: Fluren)

Die stetig wachsende Benutzung digitaler amtlicher Geobasisdaten über die regionalen und staatlichen Grenzen hinweg erfordert aber Einheitlichkeit in den Grundlagen dieser Daten, wie beispielsweise Bezugssystem, Abbildungsart, Inhalt und Genauigkeit. Erst wenn Anwender und Datenlieferanten einheitliche Voraussetzungen abgesprochen und realisiert haben, wird der volle Nutzen der Geobasisdaten voll zum Tragen kommen. Die Umstellung auf ETRS89 ist ein wichtiger Schritt in diese Richtung.

Erst nach der Umstellung aller Geobasisdaten auf ETRS89 ist es möglich,

- Geobasisdaten verschiedener Herkunft untereinander problemlos zu verschneiden,
- Fachdaten den Geobasisdaten problemlos zuzuordnen (Georeferenzierung),
- alle erdbezogenen Daten universell auszuwerten,
- die Gesamtheit der Geobasisdaten grenzenunabhängig bereitzustellen und damit auch
- für die Schöpfung von wirtschaftlichen Mehrwerten umfassend nutzbar zu machen.

Wirtschaftlichkeit von SAPOS® und ETRS89

Die Satelliten des GPS senden Signale aus, mit deren Hilfe der Standort eines Empfangsgerätes weltweit auf etwa 10 m genau bestimmt werden kann. Unter Benutzung des Satellitenpositionierungsdienstes der deutschen Landesvermessung SAPOS® kann die Positionierungsgenauigkeit auf 1 cm verbessert werden (s. Abb. 3). Mit SAPOS® steht ein Positionierungsverfahren zur Verfügung, das in vielen Bereichen der Verwaltung, Wirtschaft und Forschung eingesetzt wird.

Die mittels GPS und SAPOS® bestimmten Koordinaten beziehen sich auf das Bezugssystem der GPS-Satelliten, das World Geodetic System 1984 (WGS84), das in seinen Grundlagen mit der Definition des ETRS89 übereinstimmt. Alle hochgenauen amtlichen GPS-Vermessungen müssen deshalb aus dem WGS84 bzw. ETRS89 in die derzeit noch gültigen Bezugssysteme des amtlichen Vermessungswesens (DHDN90, Netz77, Preußische Landesaufnahme u.a.) überführt werden; das erfordert ein aufwendiges Berechnungsverfahren unter Berücksichtigung bekannter Transformationsparameter oder geeigneter Stützpunkte. Dieser Aufwand entfällt, wenn alle Geobasisdaten einheitlich in dem neuen Bezugssystem ETRS89 vorliegen. Erst dann können sich die wirtschaftlichen Vorteile von SAPOS® auch für die Arbeiten der Katastervermessungen voll entfalten:

Koordinatenbestimmungen können schnell und in Echtzeit unmittelbar im amtlichen Bezugssystem ETRS89 durchgeführt werden,

Die Bestimmungen erfolgen mit der erforderlichen Genauigkeit und Zuverlässigkeit sowie mit geringem personellem Aufwand.

Anschlussvermessungen sind weitestgehend nicht mehr erforderlich.

Der Aufbau und die Unterhaltung von Anschlusspunktfeldern können minimiert werden.

Aufgrund besserer Homogenität und geringerer Spannungen sinkt im ETRS89 der Messaufwand bei Anwendung von SAPOS® erheblich.



Abb. 3: GPS-Punktaufnahme im Gelände

Durch die Überführung der Geobasisdaten des Liegenschaftskatasters in das ETRS89 wird konsequent auch die Fortentwicklung eines Koordinatenkatasters gefördert. Auch wenn die Koordinaten vieler Objektpunkte zunächst von der Genauigkeit her nicht der Koordinatenkatasterdefinition genügen, so wird durch die Gleichartigkeit der Koordinaten im ETRS89 das generelle Verständnis für die grundsätzliche Arbeit mit Koordinaten gefördert. Insbesondere ergeben sich dadurch folgende erhebliche Verbesserungen:

- Die Datenqualität wird durch die schrittweise Ausdehnung des Koordinatenkatasters sukzessive gesteigert.
- Der ALKIS®-(ALK)-Datenbestand ist durch die schnelle Koordinatenbestimmung und –übernahme aktueller und
- die Übernahme ins Liegenschaftskataster wird durch die konsequente Nutzung und Bestimmung von Koordinaten und wegen des geringeren Prüfaufwandes deutlich vereinfacht.

Die dritte Dimension im ETRS89 als Grundlage für Gebrauchshöhen

Das ETRS89 ist als dreidimensionales geozentrisches Bezugssystem definiert. Erstmals steht damit für geodätische Anwendungen ein auf einfache Weise nutzbares einheitliches Bezugssystem für Lage und Höhe zur Verfügung und lässt die einfache dreidimensionale Punktbestimmung mittels GPS und SAPOS® zu. Die mit dem Satellitenpositionierungssystem ermittelten Höhen beziehen sich auf den Erdschwerpunkt bzw. auf das im Erdschwerpunkt gelagerte Geodätischen Referenzsystems 1980-Ellipsoid (GRS80), weshalb sie auch als ellipsoide Höhen bezeichnet werden. Sie sind mit den Gebrauchshöhen der Landesvermessung und des Liegenschaftskatasters - fachlich Normalhöhen genannt - nicht unmittelbar vergleichbar, sondern sie müssen durch rechentechnische Umformung mittels geeigneter Passpunkte oder Parameter eines Undulationsmodells erst in Gebrauchshöhen umgewandelt werden.

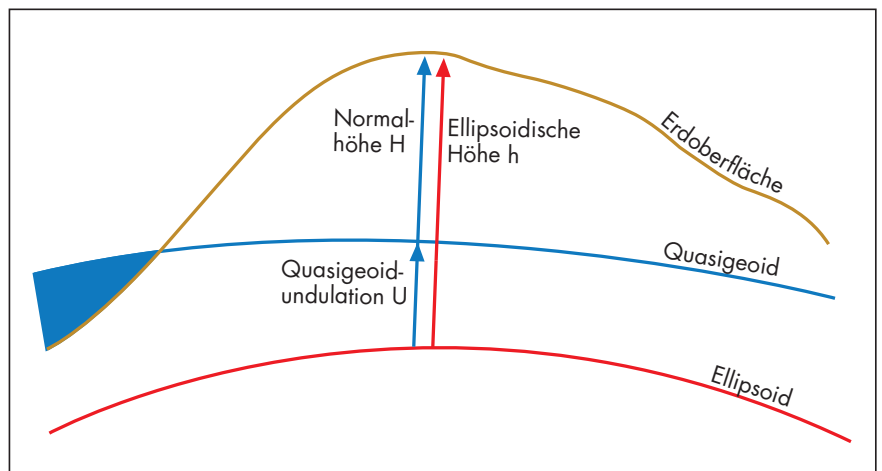


Abb. 4: Zusammenhang zwischen ellipsoidischen und Gebrauchshöhen

Hierfür steht in Nordrhein-Westfalen ein festgeschriebenes sogenanntes Undulationsmodell zur Verfügung, das die ETRS89-Koordinaten mittels Quasigeoidundulationen in die bekannten Normalhöhen im Deutschen Haupthöhennetz 1992 (DHHN92/ Höhenstatus 160) transformiert. Für viele technische Anwendungen reichen derart ermittelte Höhen aus. Die Quasigeoidundulationen betragen in Deutschland 36 m bis 49 m.

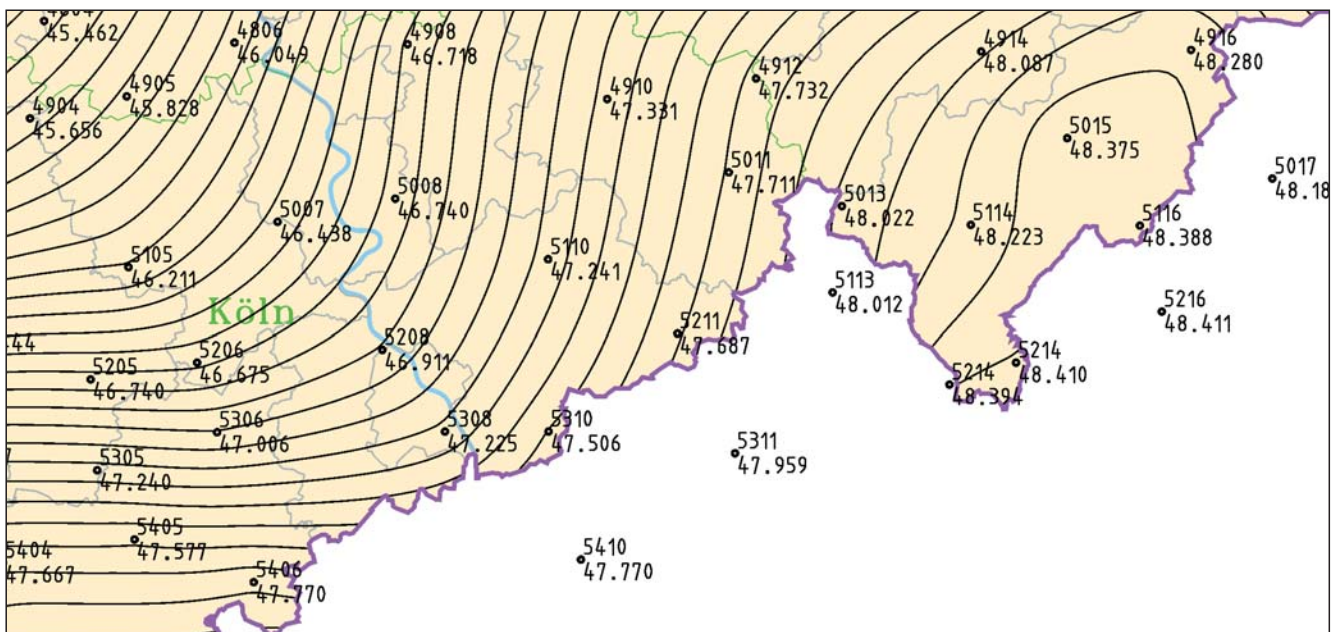


Abb. 5: Ausschnitt aus der Karte der Quasigeoidundulationen

Details zu ETRS89

Das ETRS89 ist ein geozentrisches Bezugssystem, das auf dem weltumspannenden Internationalen Terrestrischen Referenzsystem (ITRS) basiert. Aufgrund der Plattentektonik und anderer globaler Einflüsse unterliegen die Koordinaten der erdfesten ITRS-Stationen einer ständigen Änderung. Daher wird das ITRS in mehrjährigen Abständen unter Einsatz hochgenauer Messverfahren wie Satellite-Laser-Ranging (SLR) und Very Long Baseline Interferometry (VLBI) neu beobachtet und ausgewertet. Diese ständig eintretenden Veränderungen in den Koordinaten der ITRS-Stationen sind für vermessungstechnische Zwecke äußerst störend. Deshalb wurden die in und um Europa gelegenen Stationen des ITRS mit den zum Jahresbeginn 1989 gültigen Koordinaten als Grundlage für das ETRS89 festgehalten. Alle Stationen des ITRS, die das ETRS89 definieren, liegen auf der eurasischen Platte, die in sich als weitgehend stabil angesehen wird. Von diesen,

also als gegenseitig fest anzunehmenden, Stationen ausgehend wurden durch umfangreiche Messungen in ganz Europa weitere Stationen mit ETRS89-Koordinaten bestimmt und sie bilden den Rahmen für das zeitgemäße, europaweit einheitliche Bezugssystem ETRS89.

Als Bezugsfläche für das ETRS89 wird das geozentrisch gelagerte Erdellipsoid des GRS80 verwendet, das geometrisch durch folgende Parameter festgelegt ist:

Große Halbachse a: 6 378 137m
und Abplattung f: 1:298, 257 222 101

Die geozentrische Lagerung des Ellipsoids unterscheidet sich hier von nahezu allen anderen herkömmlichen Landesvermessungen, bei denen die Ellipsoide jeweils über konkrete Punkte nur für bestimmte Bereiche bestanschließend zur Erdoberfläche gelagert sind.

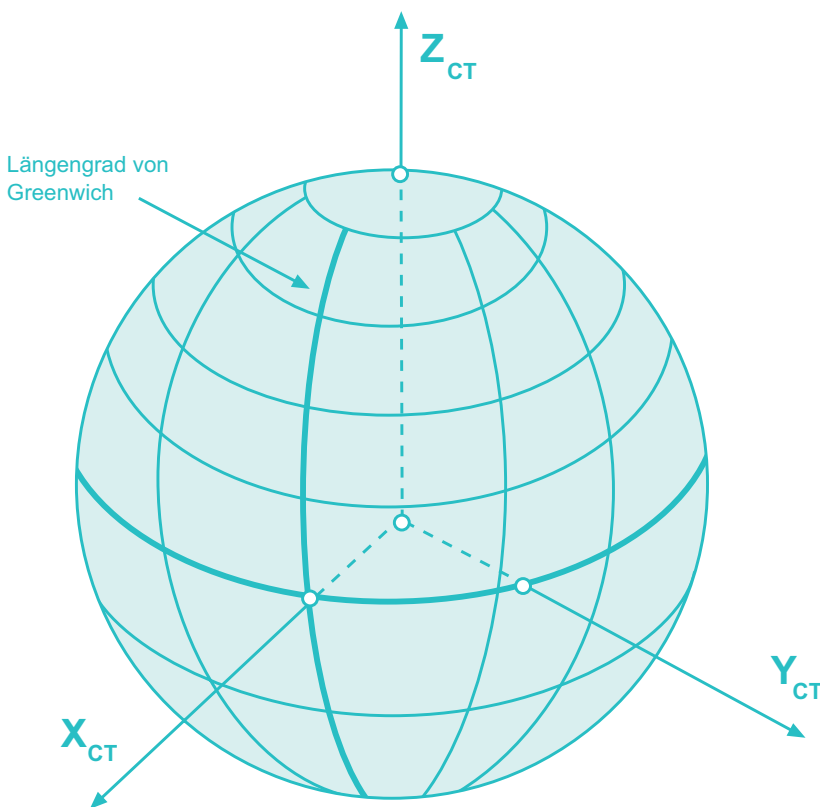


Abb. 6: Dreidimensionales kartesisches geozentrisches Koordinatensystem

Das ETRS89 definiert ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem mit Ursprung im Massenschwerpunkt der Erde (Geozentrum). Die Z-Achse ist die Erdachse, die X-Z-Ebene steht senkrecht auf der Äquatorebene und enthält die Sternwarte von Greenwich, ihre Schnittgerade mit der Äquatorebene ist die X-Achse; die Y-Achse ist durch 90°-Drehung der X-Achse gegen den Uhrzeigersinn definiert (s. Abb. 6).

Details zu UTM

Die AdV hat im Mai 1995 beschlossen, für die Verebnung der ellipsoidischen ETRS89-Koordinaten das Abbildungssystem der Universalen-Transversalen-Mercator-Projektion (UTM) mit 6° breiten Meridianstreifen einzuführen. Der Hintergrund für diese Festlegung war der Wunsch nach einer einheitlichen Abbildung in ganz Europa; durch die UTM-Abbildung sah man diesen Wunsch am ehesten realisierbar, da sie bereits seit den 50er Jahren in den Kartenwerken der NATO benutzt wird und somit in den meisten Ländern Westeuropas bekannt ist. Mit einigen Ausnahmen haben auch die anderen europäischen Länder dieses Abbildungssystem für ihre topographischen Kartenwerke eingeführt.

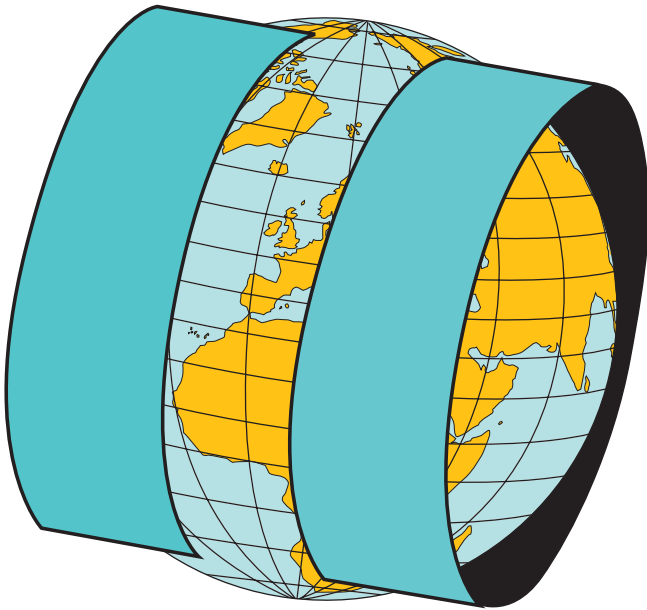


Abb. 7: Bildliche Darstellung der Lage des Schnittzylinders bei UTM-Abbildung (Streifenbreite überhöht, sie beträgt lediglich 6°)

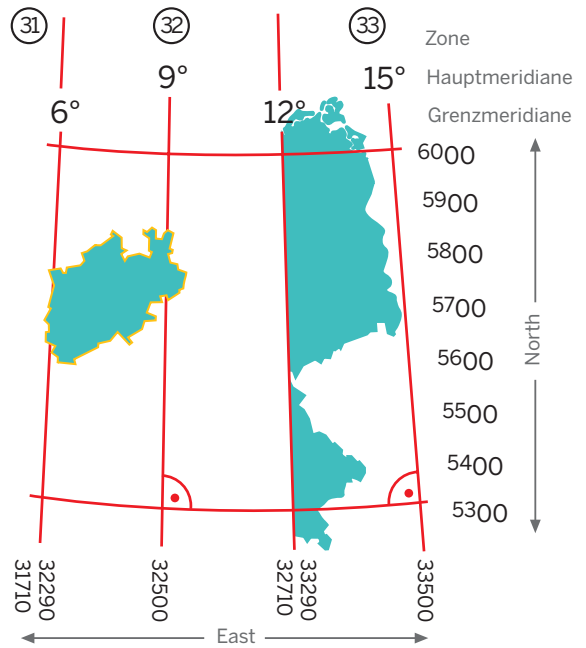


Abb. 8: Die Lage von Nordrhein-Westfalen in der UTM-Zone 32

Die UTM-Abbildung ist konform und vergleichbar mit der Gauß-Krüger-Abbildung. Wegen der doppelten Ausdehnung der 6° breiten Streifen sind die Streckenverzerrungen bei der UTM-Abbildung am Grenzmeridian jedoch wesentlich größer als bei der bisher gewohnten Gauß-Krüger-Abbildung. Zur Kompensation der vom Mittelmeridian aus nach Osten und Westen hin ständig wachsenden Streckenverzerrung wurde international einheitlich der UTM-Maßstabsfaktor von 0,9996 gewählt. Bildlich lässt sich diese Maßstabsverkleinerung mit einem Projektionszylinder vergleichen, der die Erdkugel bei der UTM-Abbildung schneidet, während er sie bei der Gauß-Krüger-Abbildung umhüllt. Eine am Mittelmeridian gemessene Strecke von 1 km wird durch den Maßstabsfaktor um 40 cm verkürzt abgebildet, weil die Streckenverzerrung dort Null ist. Im Abstand von etwa 180 km vom Mittelmeridian gleichen sich Streckenverzerrung und Maßstabsfaktor aus. Dies ist sicherlich zunächst ungewohnt, wird aber in der Praxis beim Einsatz der heutigen „intelligenten“ Gerätschaften und Auswerteprogramme ohne Probleme zu meistern sein. Sehr vorteilhaft ist jedoch, dass die gesamte Landesfläche von Nordrhein-Westfalen in einem einzigen Meridianstreifen-system, der UTM-Zone 32, liegt (s. Abb. 8).

Sprechen Sie uns an. Wir beraten Sie gerne.

Bezirksregierung Köln
 Abteilung 7 / GEObasis.nrw
 Muffendorfer Straße 19-21, 53177 Bonn
 www.geobasis.nrw.de

Geodatenzentrum
 Fon: (02 21) 147 - 49 94
 Fax: (02 21) 147 - 42 24
 eMail: shop@geobasis.nrw.de

Stand: 5/2009