

Umstellung GK zu ETRS89/UTM: Auswirkungen auf das Kataster

Hochschule Anhalt
Modul: Liegenschaftswesen
Wintersemester 2014/15

Matthias Rüster
Matrikel-Nr.: 4057874

Februar 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Gauß-Krüger-Koordinaten	1
2.1	Geschichtliches	1
2.2	Eigenschaften	2
3	Gründe der Umstellung	3
3.1	AdV	3
3.2	INSPIRE	3
3.3	weitere Gründe	3
4	ETRS89/UTM	4
4.1	Eigenschaften	4
5	Umrechnung der Koordinaten	5
5.1	Verfahren BeTa2007	5
5.2	LSA_TRANS	5
5.3	weitere Möglichkeiten	6
6	Auswirkungen auf das Kataster	6
7	Ausblick	8
8	Selbstständigkeitserklärung	9
9	Quellen	10

1 Einleitung

Mit der Wiedervereinigung Deutschlands kamen auch unterschiedliche Koordinatensysteme der Katasterämter zusammen. Während in den alten Bundesländern das Rauenberg Datum benutzt wurde, so war es in den neuen Bundesländern das Pulkovo Datum (System 42/83). Eine Lösung für ein gesamtdeutsches einheitliches System blieb vorerst aus. Die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen (AdV) beschloss daher im Mai 1991 das Europäische Terrestrische Referenzsystem 1989 (ETRS89) als einheitliches Bezugssystem für Deutschland. Beim Abbildungssystem verabschiedet man sich von Gauß-Krüger (GK) und entschied sich für die Universal Transversal Mercatorprojektion (UTM) [6, S. 15].

Die tatsächliche Umstellung der Bezugssysteme in den Katasterämtern zog sich noch lange Zeit hin. Und auch im Oktober 2014 haben noch nicht alle Bundesländer die Umstellung vollständig abgeschlossen [3].

In dieser Arbeit werden die Unterschiede zwischen dem alten und neuen amtlichen Bezugssystem erläutert und die aus der Umstellung hervorgehenden Folgen für die Katasterämter erörtert.

2 Gauß-Krüger-Koordinaten

Die vor der Umstellung benutzten Koordinaten waren die Gauß-Krüger-Koordinaten. Im Folgenden soll noch einmal der historische Ursprung dieses Systems und seine Details erläutert werden.

2.1 Geschichtliches

Johann Carl Friedrich Gauß (1777 - 1855) half des Öfteren bei Landesvermessungen mit. So z.B. 1816 bei dem König von Dänemark und 1818 bis 1826 bei der Landesvermessung des Königreichs Hannover [19].

Das von ihm erfundene System zur Beschreibung der Lage eines Punktes wurden vorerst nicht veröffentlicht. Erst 1903 entwickelte Johann Heinrich Louis Krüger (1857 - 1923) dieses System weiter, bis er es schließlich 1912 in einer Arbeit veröffentlichte. Dies bildete die Grundlage für das Gauß-Krüger-Koordinatensystem, welches seit 1923 in Deutschland genutzt wurde [21].

2.2 Eigenschaften

Die geographischen Koordinaten basieren auf das Bessel- oder Krassowski-Ellipsoid. Durch eine transversale Zylinderabbildung (Berührungszylinder) entstehen letztendlich die Gauß-Krüger-Koordinaten (siehe Abb. 1).

Das Gitternetz der Erde wird in 3°-breite Meridianstreifen unterteilt. Die Streifen beziehen sich immer auf einen Bezugsmeridian, der genau in der Mitte des Streifens liegt. Die Bezugsmeridiane beginnen bei 0° und setzen sich dementsprechend mit 3°, 6°, usw. fort. Die Fläche Deutschlands befindet sich in den Streifen 2 bis 5 (siehe Abb. 2).

Der Bezugsmeridian erhält den Rechtswert 500.000, sodass es keine negativen Rechtswerte in einem Streifen gibt. Vor jedem Rechtswert wird eine Kennziffer vorangestellt, die den Streifen repräsentiert, in dem die Koordinate liegt (z.B. dritter Streifen: **3.500.000**). Der Hochwert entspricht dem Abstand des Punktes vom Äquator bezogen auf den längentreu abgebildeten Bezugsmeridian. Die Einheit von Rechts- und Hochwert ist Meter [20].

Bei dieser Art der Projektion entstehen Streckendehnungen, die zum Rand des Streifens hin größer werden.

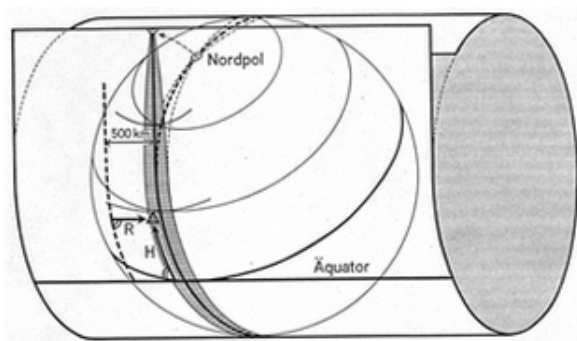


Abb. 1: Veranschaulichung des Berührungszylinders für Gauß-Krüger-Koordinaten [4]

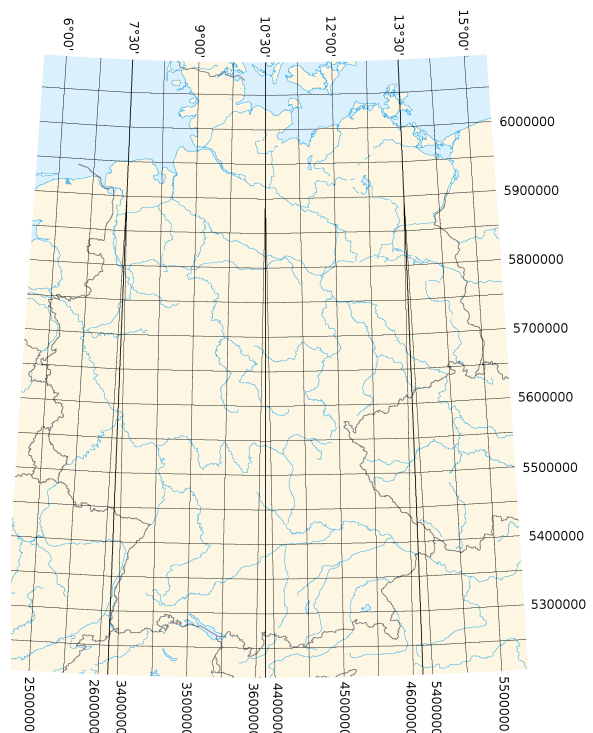


Abb. 2: Gauß-Krüger-Streifen für Deutschland [17]

3 Gründe der Umstellung

3.1 AdV

Die AdV hat bereits im Mai 1991 das ETRS89 als einheitliches Bezugssystem für Deutschland festgelegt. Denn bis zu diesem Zeitpunkt gab es keine Lösung für ein gesamtdeutsches einheitliches Bezugssystem. Besonders durch die Wiedervereinigung Deutschlands trafen mehrere verschiedene Bezugssysteme und Datumsdefinitionen aufeinander.

Die Wahl des Abbildungssystems fiel auf die UTM-Projektion. Diese Festlegung geschah auch im Interesse Gesamteuropas. Im Mai 1995 bekundete die AdV, dass sich um eine europaweite Einführung des Bezugssystems ETRS89 und dem Abbildungssystem UTM bemüht werde [6, S. 15].

Die eigentliche Umstellung muss von den Bundesländern durchgeführt werden. Dies bedeutete zunächst eine Erneuerung des Deutschen Hauptdreiecksnetzes (DHDN) durchzuführen.

3.2 INSPIRE

Mit der Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der europäischen Gemeinschaft (**I**nfrastructure for **S**patial **I**nformation in the **E**uropean Community → INSPIRE) brachte man ein einheitliches Bezugssystem für ganz Europa weiter voran. Es ist eine Richtlinie des europäischen Parlaments und Rates vom März 2007. In ihr wird ETRS89 als einheitliches Koordinatensystem für Europa festgelegt.

Der Richtlinie gingen zwei Workshops der Europäischen Kommission voraus, in denen man sich außerdem auf die UTM-Projektion als Abbildungsvorschrift geeinigt hatte.

Diese einheitliche Festlegung führt zu kompatiblen Geodatenbeständen und vereinfacht so den länderübergreifenden Datenaustausch [6, 15, 18, 10].

3.3 weitere Gründe

Das System ETRS89 hat eine weitgehende Übereinstimmung mit dem WGS84 (World Geodetic System 1984). Die Umstellung auf ETRS89 begünstigt deshalb GNSS-Messungen (GNSS: globales Navigationssatellitensystem), die heutzutage immer mehr an Bedeutung gewinnen [6, S. 15]. Es ist nun eine unmittelbare Verknüpfung von GNSS-Positionierungen mit Geobasisdaten im ETRS89 möglich [14].

Die Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE) wird seit 2003 von Bund, Ländern und Kommunen aufgebaut und hat als Ziel einen länderübergreifenden einheitlichen Geodatenbestand für Deutschland herzustellen. Eine große Aufgabe der GDI-DE ist es, die INSPIRE-Richtlinie in Deutschland verantwortungsvoll umzusetzen [8].

Im Zuge der Umstellung auf das AAA-Verfahren (**A**FIS-**A**LKIS-**A**TKIS-Modell) entschieden sich die Vermessungsverwaltungen die Geodatenbestände nicht nur in neue Datenmodelle, sondern auch gleichzeitig in das neue Bezugssystem ETRS89 zu überführen [11, S. 121].

4 ETRS89/UTM

Im Folgenden wird das neue System ETRS89 und die UTM-Abbildung im Detail vorgestellt.

4.1 Eigenschaften

Dem ETRS89 liegt das GRS80-Ellipsoid (**G**eodätisches **R**eferenzsystem 1980) zugrunde, welches mit dem Referenzellipsoid des WGS84 nahezu identisch ist.

Als Abbildungsvorschrift wird die UTM-Abbildung angewendet. Diese definiert einen Schnittzylinder, der zu 6°-breiten Meridianstreifen führt (siehe Abb. 3). Die daraus entstehenden „Streifen“ nennt man dann UTM-Zonen (siehe Abb. 4).

Die Bezugsmeridiane sind jeweils bei 3°, 6°, 9°, usw.

Statt Rechts- und Hochwert spricht man bei UTM-Koordinaten nun von Nord- und Ostwert (*North* und *East*), welche in Meter angegeben werden. Der Nordwert steht auch hier für den Abstand der Koordinate vom Äquator. Ähnlich zu Gauß-Krüger erhält der Bezugsmeridian den Ostwert 500.000. Vorangestellt wird zusätzlich die UTM-Zone, in der sich die Koordinate befindet (z.B. Zone 32: **32.500.000**) [16].

Die Zonenzählung beginnt bei 180° westlicher Länge mit der Zone 1. Deutschland liegt innerhalb der Zonen 32 und 33. Unterteilt werden die UTM-Zonen weiter in UTM-Zonenfelder. Dabei werden die Breitengrade nochmals horizontal in 8°-breite Streifen unterteilt. Angefangen am Südpol erhalten diese Streifen dann Buchstaben beginnend mit dem Buchstaben C und mit Auslassung der Buchstaben I und O (Verwechslung mit den Zahlen 1 und 0). Deutschland liegt somit größtenteils in den UTM-Zonenfeldern 32U und 33U [22].

Bei dieser Art der Projektion finden Streckenstauchungen statt, welche am Bezugsmeridian am größten sind.

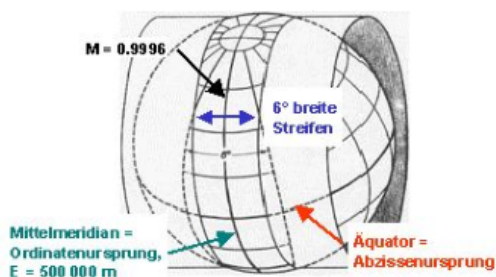


Abb. 3: Veranschaulichung des Schnittzylinders von UTM [5]

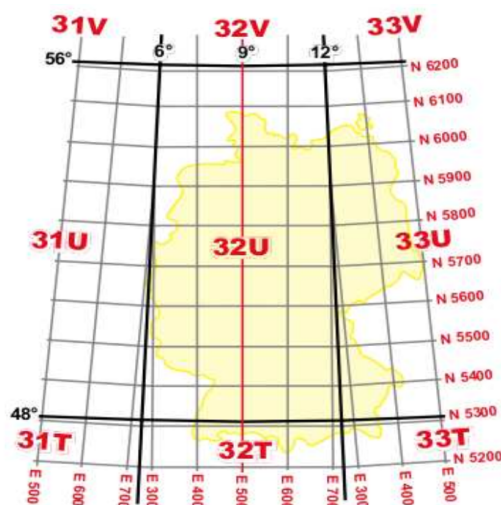


Abb. 4: UTM-Zonen für Deutschland [7]

5 Umrechnung der Koordinaten

Die Geodatenbestände im alten System GK müssen im Zuge der Umstellung in das neue System ETRS89/UTM überführt werden. Für die Umrechnung der Koordinaten gibt es viele verschiedene Möglichkeiten, von denen einige im Folgenden vorgestellt werden.

5.1 Verfahren BeTa2007

Der Datumsübergang zwischen den zwei Bezugsellipsoiden Bessel/Krassowski und GRS80 kann mittels sogenannter Shift-Parameter (Verschiebungswerte) vollzogen werden. In einem gleichmäßigen Koordinatenraster sind Verschiebungswerte hinterlegt, die auf die Koordinaten im Ausgangssystem angewandt werden und so zu den Koordinaten im Zielsystem führen. Gauß-Krüger-Koordinaten müssen dafür zunächst in geographische Koordinaten umgerechnet werden (es sei denn die geographischen Koordinaten sind bereits in der Datenhaltung integriert). Diese

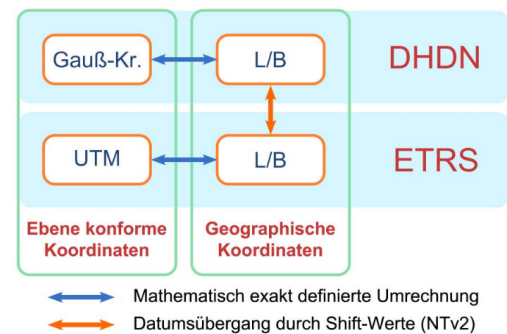


Abb. 5: Umrechnung der Koordinaten mit Shift-Werten [1]

Art der Umformung wurde ursprünglich in Kanada entwickelt und nennt sich *National Transformation Version 2* (NTv2) [15, S. 32].

Der NTv2-Ansatz ist in dem Verfahren „Bundeseinheitliche Transformation für ATKIS 2007“ (BeTa2007) enthalten. Mit BeTa2007 wird es den Ländern möglich gemacht die Geobasisdaten mit einer absoluten Lagegenauigkeit von ± 3 m in das ETRS89 zu überführen [2].

Dieses Verfahren bietet sich vor allem für die Daten der Geotopographie (ATKIS-Basis-DLM) an [6, S. 20].

5.2 LSA_TRANS

Für die Daten des Liegenschaftskatasters reicht die Genauigkeit von 3 m vom BeTa2007-Verfahren nicht aus. Wegen den unterschiedlichen Begebenheiten in den Bundesländern war es nicht möglich eine einheitliche Vorgehensweise bei der Überführung der Daten des Liegenschaftskatasters zu finden. Das Land Sachsen-Anhalt wählte als Transformationsverfahren die maschenweise Affin-Transformation bei der die Geometrien der Liegenschaftskarte nicht verändert werden.

Hierzu wird eine Dreiecksvermaschung über Sachsen-Anhalt gelegt, deren Festpunkte (Passpunkte) nicht weiter als 15 km auseinanderliegen und zudem in beiden Systemen koordinatenmäßig bekannt sind. Danach werden die Transformationsparameter für eines dieser Dreiecke bestimmt und auf alle Koordinaten angewendet, die in diesem Dreieck liegen. Die Passpunkte bleiben dabei erhalten und werden nicht verschoben. Diese Art der Transformation ist im Transformationsmodul LSA_TRANS vom Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt (LVermGeo) integriert. Mit

diesem Programm ist es jedem Anwender möglich Geofachdaten, die auf der Liegenschaftskarte basieren, in das neue System zu überführen [6, 15, 16].

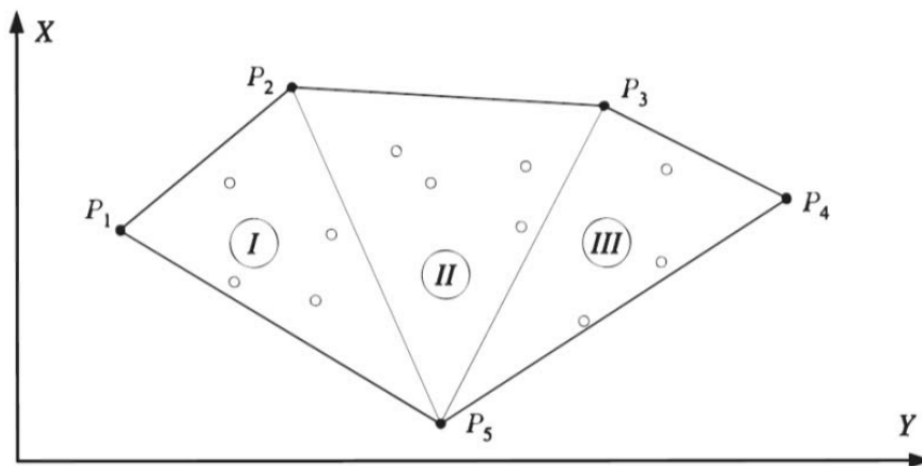


Abb. 6: Prinzip der maschenweisen Affintransformation [15, S. 31]

5.3 weitere Möglichkeiten

Es gibt noch viele andere Möglichkeiten, die die einzelnen Vermessungsverwaltungen der Bundesländer zum Umrechnen der Koordinaten genutzt haben. So wurde in Brandenburg zum Beispiel die 7-Parametertransformation mit Restklaffenverteilung oder in Rheinland-Pfalz die 6-Parametertransformation mit Passpunkten genutzt [13].

Die Shift-Parameter-Methode könnte mit einem noch dichteren Gitternetz auch höhere Genauigkeiten erreichen. So müsste das Gitternetz eine Rasterweite von 5 x 5 km besitzen, um auf einen Zentimeter genau transformieren zu können. Dies wäre jedoch für ganz Deutschland ein zu hoher Berechnungsaufwand [15].

Letztendlich muss das Verfahren zur Koordinatenumformung je nach Genauigkeitsanforderungen und Verwendungszweck der Geodaten gewählt werden [6, S. 23].

6 Auswirkungen auf das Kataster

Die Umstellung auf ETRS89/UTM hat gegenüber GK größere Auswirkungen auf praktische Fragestellungen. Im Gegensatz zu GK findet bei UTM eine Streckenverzerrung statt, die betragsmäßig größer als bei GK ist. An den Rändern der GK-Streifen beträgt die Streckendehnung 1,2 cm auf 100 m. Während die Streckenstauchung bei UTM am Bezugsmeridian mit 4 cm auf 100 m wesentlich größer ist (siehe Abb. 7). Bei langgestreckten Baumaßnahmen von Ost nach West sollten diese Veränderungen stets beachtet werden. In Berlin ist man deshalb schon öfter für manche Bauprojekte auf die vorher verwendete Soldner-Projektion zurückgegangen.

Die projektionsbedingte Flächenreduktion wirkt sich in Sachsen-Anhalt mit 22 m² pro Hektar aus,

die durch Korrekturfaktoren abgeschwächt werden kann. Flächenreduktionen bedingt durch den Abstand vom Ellipsoid (ellipsoidische Höhe) wirkt sich in Sachsen-Anhalt nur mit 5 m² pro Hektar aus. In Ländern mit großen Gebirgen kann sich dieser Faktor jedoch stärker auswirken [15].

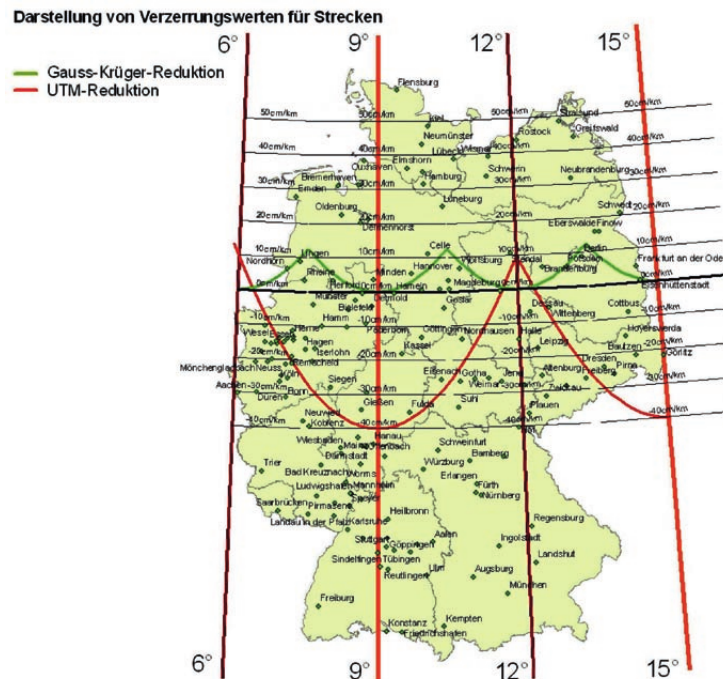


Abb. 7: Schematische Darstellung der Streckenstauchung und -dehnung in UTM bzw. GK [9, S. 493]

In den Bundesländern, durch denen die Grenze der UTM-Zonen 32 und 33 verläuft haben sich die Vermessungsverwaltungen in den jeweiligen Bundesländern darauf geeinigt den Datenbestand nur in einer der beiden Zonen zu halten. Dadurch sollen sich keine Probleme bei Randanpassungen innerhalb des Bundeslandes ergeben. Bei überregionalen Arbeiten müssen die Datenbestände ohnehin in nur eine Zone überführt und bereitgestellt werden. Die Geodatenbestände in Sachsen-Anhalt und Thüringen sind deshalb nur in der Zone 32 und in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg nur in der Zone 33 gehalten. Die maximale Streckenverzerrung steigt deshalb in Sachsen-Anhalt auf 6 cm pro 100 m. In Bayern gibt es zu viel Landfläche, die noch in der Zone 33 liegt, weshalb es dort bei beiden Zonen geblieben ist [12, 15].

Die Umstellung des Bezugs- und Abbildungssystem zieht erhöhte Anforderungen an die Vermessungsverwaltungen der einzelnen Bundesländer nach sich. Das Personal muss sich auf zusätzlichen Zeitbedarf einstellen, den solch eine Umstellung mit sich bringt. Eventuell müssen sogar neue Arbeitsstellen geschaffen werden.

Auch technische Veränderungen sollten nicht außer Acht gelassen werden. Die Umstellung auf ALKIS und damit auch ETRS89/UTM erfordert den Einsatz neuer Software und/oder Erweiterungen in der bestehenden Hardware.

Interne Geschäftsprozesse müssen auf das neue Verfahren (in diesem Fall nämlich auch ALKIS)

angepasst werden. Und auch Schulungen der Mitarbeiter und öffentliche Mitteilungen an die Nutzer der Geodaten müssen bedacht werden.

Großer Vorteil der Festlegung des amtlichen Bezugssystems auf ETRS89/UTM sind die einheitlichen Geodatenbestände und die damit verbundenen Vereinfachungen bei länderübergreifenden Projekten. Gleichmaßen können Koordinaten aus GNSS-Messungen direkt weiterverarbeitet werden [11]. Originäre Messdaten sind von der Umstellung nicht betroffen, weshalb in Sachsen-Anhalt weiter mit den lokalen temporären Koordinatensystem (LTK) gearbeitet werden kann, ohne diese in irgendeiner Form ändern zu müssen. Dies zeigt, dass es sich durchaus lohnt die originären Messdaten in einem Datenhaltungssystem mitzuführen und so von übergeordneten Koordinatensystemen unabhängig zu sein.

7 Ausblick

Im Jahr 2007 war Brandenburg das erste Bundesland, welches die Umstellungen vollständig abgeschlossen hatte. Mit Stand Oktober 2014 haben bereits mehr als die Hälfte der Bundesländer das Bezugssystem auf ETRS89/UTM umgestellt. Der lange Zeitraum dazwischen zeigt, dass die Umstellung durchaus nicht einfach für die Vermessungsverwaltungen war und sich hingezogen hat. Die vielen anderen Komponenten, die auf die Daten der Geotopographie und des Liegenschaftskatasters aufbauen, machten die Sache durchaus nicht einfacher.

Schlussendlich sind die Vorteile eines einheitlichen Koordinatenreferenzsystem in Deutschland unabdingbar. Im Hinblick auf INSPIRE und einer einheitlichen Geodateninfrastruktur für ganz Europa war die Festlegung des amtlichen Bezugssystems auf ETRS89/UTM eine sehr wichtige Entscheidung.

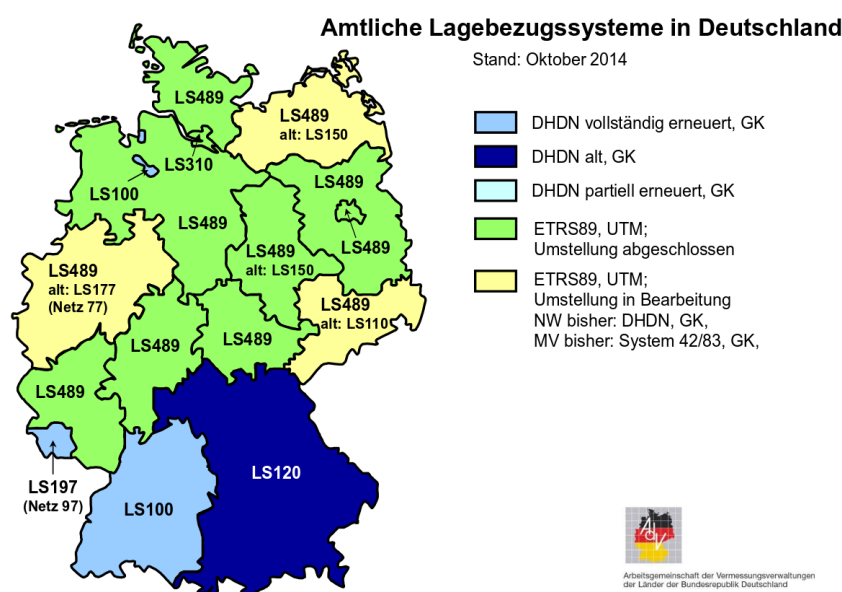


Abb. 8: Stand der Umstellung der Bezugssysteme in den einzelnen Bundesländern [3]

8 Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen Hilfsmittel als angegeben verwendet habe. Insbesondere versichere ich, dass ich alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken als solche kenntlich gemacht habe.

Dessau-Roßlau, den 10.02.2015



Matthias Rüster

9 Quellen

- [1] AdV. <http://www.cityguide-deutschland.com/doku/de/pdf/BETA2007v14.pdf>. 08.02.2015.
- [2] AdV-Online. <http://www.adv-online.de/Geodaetische-Grundlagen/Transformation/Transformation-BeTA2007>. 08.02.2015.
- [3] AdV-Online. <http://www.adv-online.de/icc/extdeu/med/581/58150b99-b8c4-0a41-ba3c-cdd1072e13d6,11111111-1111-1111-1111-111111111111>. 06.02.2015.
- [4] Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg. <http://www.sapos-bw.de/img/GK-Abb.gif>.
- [5] Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg. <http://www.sapos-bw.de/img/UTM.png>. 08.02.2015.
- [6] Hans-Peter Bahnmann und Guido Hestermeyer. „ETRS89 als amtliches Bezugssystem für das Land Sachsen-Anhalt“. In: *LSA VERM 1/2011* (2011), S. 15–24.
- [7] Iwan Berger. http://www.cs.hs-rm.de/linn/fachsem0809/GeoCoord/Geodaetische_Koordinatensysteme.pdf. 08.02.2015.
- [8] GDI-DE. http://www.geoportal.de/DE/GDI-DE/gdi-de_artikel.html?lang=de. 07.02.2015.
- [9] Uta Griwodz. „Von DHDN/GK nach ETRS89/UTM – formatunabhängige Koordinatentransformation“. In: *VDVMagazin 6/09* (2009), S. 492–496.
- [10] INSPIRE-Richtlinie. http://www.geodaten.niedersachsen.de/download/26285/RICHTLINIE_2007_2_EG_INSPIRE_deutsche_Fassung_vom_14.03.2007.pdf. 07.02.2015.
- [11] Kummer/Frankenberger. *Das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen 2012*. Berlin: Wichmann, 2011.
- [12] Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern. http://www.laiv-mv.de/land-mv/LAiV_prod/LAiV/AfGVK/Projekt_AAA/ALKIS/08_10_Konzept_Datenueberfuehrung_nach_ETRS89-UTM_Version_2.1_mit_Anlagen_20140424.pdf. 09.02.2015.
- [13] Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen. http://www.lgn.niedersachsen.de/download/56287/KN_2010_Heft_4.pdf. 08.02.2015.
- [14] Ministerium für Inneres und Kommunales des Landes Nordrhein-Westfalen. <http://www.katastermodernisierung.nrw.de/etrs.html>. 07.02.2015.
- [15] Heinz Runne. „Umstellung der Koordinatenreferenzsysteme auf ETRS89/UTM - Was bedeutet dieses für die Praxis?“ In: *LSA VERM 1/2011* (2011), S. 25–40.
- [16] LVermGeo Sachsen-Anhalt. <http://www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de/de/leistungen/aaaa/etrs89/main.htm>. 07.02.2015.
- [17] Wikimedia. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/archive/1/12/20090315190347!Gau%C3%9F-Kr%C3%BCger-Raster_Deutschland.png. 08.02.2015.
- [18] Wikipedia. http://de.wikipedia.org/wiki/Infrastructure_for_Spatial_Information_in_the_European_Community. 07.02.2015.
- [19] Wikipedia. http://de.wikipedia.org/wiki/Carl_Friedrich_Gau%C3%9F. 06.02.2015.
- [20] Wikipedia. <http://de.wikipedia.org/wiki/Gau%C3%9F-Kr%C3%BCger-Koordinatensystem>. 06.02.2015.
- [21] Wikipedia. http://de.wikipedia.org/wiki/Johann_Heinrich_Louis_Kr%C3%BCger. 06.02.2015.
- [22] Wikipedia. <http://de.wikipedia.org/wiki/UTM-Koordinatensystem>. 07.02.2015.