

## Umstellung des Raumbezugssystems der Landesvermessung – Auswirkungen auf die botanische Arbeit

Michael Thieme

**Zusammenfassung:** Die deutsche Landesvermessung ersetzt das bisher verwendete Raumbezugssystem „Potsdam-Datum“ mit Gauß-Krüger-Projektion durch das europaweit definierte „Europäische Terrestrische Referenzsystem 1989“ mit UTM-Projektion. Aus dieser Umstellung ergeben sich für die botanische Arbeit zwei Konsequenzen:

- Auf den im neuen Raumbezug erstellten Topographischen Karten wird ein neues, gegenüber dem bisherigen verschobenes Gradnetz abgebildet. Dies muss bei botanischen Rasterkartierungen beachtet werden. Die Unterteilung des Kartenfeldes in Viertel kann nicht mehr entlang von glatten, im Kartenrahmen verzeichneten Minutenwerten vorgenommen werden. Laufende Minutenfeldkartierungen mit dem Raumbezug Potsdam-Datum/Gauß-Krüger müssen auch in Zukunft in diesem System fortgeführt werden, um die Kompatibilität der Ergebnisse zu wahren.
- An die Stelle der bisher gewohnten Gauß-Krüger-Koordinaten werden die UTM-Koordinaten treten.

Der Blattschnitt der im neuen Raumbezug erstellten Topographischen Karten 1 : 25 000 wurde gegenüber dem Vorläufer nicht verändert. Deshalb hat die Umstellung des Raumbezugssystems auf alle Fundortangaben, die sich an Messtischblattgrenzen (beispielsweise Messtischblattvierteln) orientieren, keine Auswirkungen. Bei einem solchen Erhebungsraster können im alten und neuen Raumbezug erstellte Kartenausgaben parallel verwendet werden.

### Changes by the German National Survey to the geodetic reference system – consequences for botanical research

**Summary:** The German National Survey is replacing the current geodetic reference system “Potsdam datum” in combination with Gauss-Krüger coordinates by the trans-european “European Terrestrial Reference System 1989” combined with Universal Transverse Mercator (UTM) coordinates. This changeover has the following consequences for botanical research:

- New topographic maps have slightly shifted gridlines, which will have implications for botanical surveys. Grid maps can no longer be subdivided into quarters on the basis of the minute lines that are currently drawn on maps. To ensure continuity in ongoing grid map projects, maps will now have to be updated using the outdated grid lines.
- The currently used Gauss-Krüger coordinates will be replaced by UTM coordinates.

The sheet lines of new ordinance maps (1 : 25 000) will remain unchanged. Thus, records that use sheet lines for their bearings will be unaffected, and old and new maps can be used in parallel.

## Remplacement du système géodésique – Conséquences pour la cartographie floristique

**Résumé :** Les Instituts de géodésie des Länder allemands remplacent le système géodésique allemand (date de Potsdam) avec la projection Gauß-Krüger par le système européen de 1989 avec la projection UTM. Pour les recherches en floristique, ce changement entraîne les deux conséquences suivantes :

- Sur les cartes topographiques utilisant le nouveau système de coordination, est représentée une nouvelle grille, qui est déplacée par rapport à l'ancienne. Il faut en tenir compte dans la cartographie floristique selon le système des réseaux. La subdivision de la carte en quadrants ne peut plus être faite en se servant des minutes entières indiquées en marge de la carte. Les cartographies basées sur un réseau en minute avec la projection Gauß-Krüger doivent être effectuées à l'avenir en utilisant ce même système pour garantir la compatibilité des résultats.
- A la place des coordonnées de Gauß-Krüger seront utilisées celles d'UTM.

Le découpage des cartes topographiques 1 : 25 000 utilisant le nouveau système géodésique est resté le même par rapport à l'ancien. C'est pourquoi le passage au nouveau système n'a pas d'effet sur toutes les données de stations qui s'orientaient sur les limites des cartes (par exemple sur les quadrants). Pour un tel quadrillage de relevés, on peut utiliser aussi bien les anciennes que les nouvelles éditions de carte.

Michael Thieme, Mittelseestraße 19, 60386 Frankfurt am Main; m.thieme@iesy.net

### 1. Altes und neues Raumbezugssystem

Ein Raumbezugssystem ermöglicht die eindeutige Kennzeichnung der Lage von Objekten auf der Erdoberfläche. Es wird anschaulich in dem die Erde überspannenden Gradnetz, das ein geographisches Koordinatensystem darstellt, dessen Ursprung im Schnittpunkt von Äquator und 0-Grad-Meridian liegt.

Um zu einem Raumbezugssystem und damit zu eindeutigen Lagekoordinaten zu kommen, benötigt man

- ein mathematisches Modell der Erde, welches die benutzten Koordinatenachsen beschreibt und eine geeignete Referenzfläche definiert (Ellipsoid);
- ein Netz von Vermessungspunkten, welches auf dem gewählten Ellipsoid bestimmt wird und Referenzpunkte für die darauf aufbauenden Vermessungen bereitstellt (Festpunktnetz).

Die Erde hat die Form eines (unregelmäßig geformten) Rotationsellipsoids, das heißt, ihre Form ist der einer Kugel mit abgeplatteten Nord- und Südpolen angenähert. Ein geographisches Koordinatensystem, das Punktkoordinaten in Gradeinheiten von Länge und Breite angibt, ist dieser Form der Erde angepasst. Dies kommt im Verlauf der Koordinatenachsen zum Ausdruck: Die Breitengrade bilden eine Serie paralleler konzentrischer Kreise, besitzen also überall auf dem Globus gleichen Abstand zueinander. Die Längengrade hingegen verlaufen nicht parallel zueinander, sondern verlaufen vom Äquator ausgehend nach Norden und Süden auf Nord- und Südpol zu, wo sie sich

schneiden. Mit Hilfe eines solchen Koordinatensystems lässt sich jeder Punkt der Erde eindeutig bezeichnen. Da es sich um Lagekoordinaten auf einer Ellipsoidoberfläche handelt, sind diese aber nicht ohne weiteres auf einer zweidimensionalen Karte darstellbar. Für Karten- oder Bildschirmdarstellungen benötigt man noch eine Vorschrift für die Abbildung der geographischen Lagekoordinaten auf eine Ebene (Projektion).

Bei der Ausgestaltung eines Raumbezugssystems sind verschiedene Realisierungen möglich. Es haben sich historisch verschiedene Systeme entwickelt, die auf unterschiedlichen Ellipsoidmodellen beruhen und unterschiedliche Verfahren der Kartenprojektion verwenden. Durch den Fortschritt vermessungstechnischer Verfahren wurden außerdem eine immer genauere Bestimmung der Erdgestalt und eine genauere Festlegung von Referenzpunkten möglich, was zur Entwicklung neuer Raumbezugssysteme führte.

Das in der deutschen Vermessungsverwaltung angewandte Raumbezugssystem wird als „Potsdam-Datum“ bezeichnet. Es basiert auf dem im 19. Jahrhundert entwickelten Bessel-Ellipsoid und einem speziellen Festpunktnetz. Für ebene Kartendarstellungen wird das Projektionsverfahren nach Gauß-Krüger verwendet.

Dieses Raumbezugssystem ist auf Deutschland beschränkt. In den Nachbarländern haben sich andere, meist länderspezifische Raumbezugssysteme entwickelt. Diese Heterogenität der Systeme hat sich im Laufe der Zeit als hinderlich erwiesen. Schwierigkeiten treten etwa auf, wenn länderübergreifende Karten erstellt werden sollen. Dann müssen Koordinaten des einen Systems in ein anderes überführt werden. Auch die modernen satellitengestützten Vermessungsverfahren haben den Bedarf für ein länderübergreifendes, möglichst global definiertes Raumbezugssystem entstehen lassen. Ein solches global geltendes Raumbezugssystem stellt das „World Geodetic System 1984“ (kurz WGS84) dar, welches sich als internationaler Standard etabliert hat und für viele technische Verfahren eingesetzt wird, beispielsweise auch für die bei der botanischen Feldarbeit immer wichtiger werdende Positionsbestimmung mit Hilfe von GPS-Geräten (Global Positioning System).

Die Vorteile, die ein einheitliches Raumbezugssystem mit sich bringt, haben die deutsche Vermessungsverwaltung veranlasst, das bisher verwendete, nationale Raumbezugssystem zugunsten des europaweit definierten „Europäischen Terrestrischen Referenzsystems 1989“ (kurz ETRS89) in Verbindung mit UTM-Projektion aufzugeben. Bei diesem Referenzsystem handelt es sich um eine Abwandlung des global gültigen WGS84 mit einem Festpunktnetz höherer Genauigkeit und größerer Dichte innerhalb des europäischen Raums. Für die meisten praktischen Anwendungen können WGS84 und ETRS89 als identisch angesehen werden.

Wie das WGS84 für geographische Koordinaten stellt die UTM-Projektion einen international verbreiteten Standard für die Darstellung von geographischen Koordinaten in einem für die Landesvermessung geeigneten, rechtwinkligen Koordinatensystem dar. Die Umstellung auf UTM-Projektion erleichtert länderübergreifende Kartendarstellungen und viele technische Verfahren, da damit zu rechnen ist, dass die europäischen Länder im Rahmen der von der Europäischen Union angestrebten europäischen Geodateninfrastruktur sich diesem Standard anschließen werden.

Die Konsequenzen dieser Systemumstellung sind für unterschiedliche Nutzergruppen von geographischen Informationen von unterschiedlicher Reichweite und hängen von den Genauigkeitsanforderungen ab. Für den ökologisch Tätigen wird im Allgemeinen eine Genauigkeit von  $\pm 1$  m bei Lagebestimmungen ausreichend sein. Solche Nutzer

sind von dem neuen Raumbezug in zweierlei Hinsicht betroffen: Zum einen ist zu beachten, dass auf dem Kartenrand der neueren Ausgaben der Topographischen Karte 1 : 25 000 (Digitale Topographische Karte 1 : 25 000) ein gegenüber älteren Ausgaben verändertes Gradnetz aufgetragen ist. Die geographischen Koordinaten wurden vom Raumbezug Potsdam-Datum auf ETRS89 umgestellt. Dadurch verschieben sich die Längen- und Breitengrade in Hessen in einer Größenordnung von 60–160 m. Zum anderen zeigen Digitale Topographische Karten nun ein Gitter im UTM-System anstelle des bisherigen Gauß-Krüger-Gitters. Sollen für botanische Lagebestimmungen nun von diesem Gitter ausgehend Entfernungen gemessen werden, muss man sich an die Verwendung der neuen UTM-Koordinaten anstelle der vertrauten Gauß-Krüger-Koordinaten gewöhnen.

## 2. Auswirkungen auf Rasterkartierungen

Botanische Rasterkartierungen orientieren sich zumeist an den Grenzen von „Messtischblättern“, also Topographischen Karten 1 : 25 000, und Messtischblattvierteln, -sechzehnteln oder -vierundsechzigsteln. Daher stellt sich die Frage, inwieweit die Grenzen von Topographischen Karten von der Umstellung des Raumbezugs betroffen sind.

Die Grenzen der bisher gewohnten, analog erstellten Topographischen Karten verlaufen entlang von Längen- und Breitengraden. Das die Blattgrenzen bestimmende Gradnetz wurde im Raumbezugssystem Potsdam-Datum entworfen und ist bei analogen Topographischen Karten identisch mit demjenigen, das dem Kartenentwurf zugrunde liegt. An dieser Blatteinteilung wurde auch nach Umstellung auf das Raumbezugssystem ETRS89 bei der Einführung der Digitalen Topographischen Karte 1 : 25 000 festgehalten. Aus diesem Grunde hat die Umstellung des Raumbezugssystems auf alle Fundortangaben, die sich an Messtischblattgrenzen orientieren, keine Auswirkungen. Alle auf analogen Topographischen Karten festgelegten Fundortangaben in Form von Messtischblattnummern, Messtischblattvierteln, -sechzehnteln oder -vierundsechzigsteln bleiben weiterhin gültig und sind mit den auf der Digitalen Topographischen Karte festgelegten Werten kompatibel.

Die Verschiebung der Längen- und Breitengrade durch die Umstellung des Raumbezugs hat Konsequenzen für die Einteilung der Digitalen Topographischen Karten in Quadranten gemäß dem jeweiligen Erhebungsraster botanischer Kartierungen.

Analoge Ausgaben können unter Zuhilfenahme der im Kartenrahmen markierten geographischen Koordinaten in Quadranten unterteilt werden. Jede Topographische Karte im Maßstab 1 : 25 000 umfasst jeweils 6 Minuten geographischer Breite (von Süden nach Norden) und 10 Minuten geographischer Länge (von Westen nach Osten). Zur Halbierung des Kartenfeldes in West-Ost-Richtung muss es daher 3 Minuten nördlich des unteren Kartenrandes und zur Halbierung in Süd-Nord-Richtung 5 Grad östlich des linken Kartenrandes geteilt werden. Da der Kartenrahmen eine Minuteneinteilung aufweist, muss man hierfür nur die entsprechenden mittigen geographischen Koordinaten verbinden.

Diese Vorgehensweise bei der Viertelung des Kartenfeldes ist bei Digitalen Topographischen Karten nicht mehr möglich. Durch die Verschiebung der Breiten- und Längengrade unter Beibehaltung des ursprünglichen Blattschnittes liegen die Blattränder der Digitalen Topographischen Karte nicht mehr im Bereich glatter Minutenwerte geogra-

phischer Breite und Länge des verwendeten Raumbezugssystems. Die Minutenwerte liegen gegenüber dem Blattrand um einige Meter versetzt. Dies lässt sich auf jeder Karte anhand der Minuteneinteilung im Kartenrahmen nachvollziehen. Dies muss bei der Unterteilung von Digitalen Topographischen Karten beachtet werden. Die Viertelung der digitalen Ausgaben muss nun unabhängig von den verzeichneten geographischen Koordinaten vorgenommen werden. Die Längen aller vier Seiten des Kartenfeldes müssen abgemessen werden, um deren Mittelpunkte bestimmen zu können. Zur Viertelung der Karte werden dann die abgemessenen Mittelpunkte gegenüberliegender Seiten verbunden.

Neben den an Messtischblattgrenzen orientierten Rasterkartierungen gibt es Minutenfeldkartierungen. Bei dieser Art der Kartierung bilden die Minutenfelder des geographischen Gradnetzes das Erhebungsraster. Hier wirkt sich eine Verschiebung des Gradnetzes, wie sie durch Umstellung des Raumbezugssystems von Potsdam-Datum auf ETRS89 zustande kommt, unmittelbar auf das verwendete Erhebungsraster aus. Die Minutenfelder des einen Systems decken nur 80–90 % der Fläche des anderen Systems ab. Um die Kompatibilität der Kartiererergebnisse zu wahren, müssen laufende Minutenfeldkartierungen, die auf dem Potsdam-Datum basieren, daher auch in Zukunft in diesem Raumbezugssystem fortgeführt werden. Dies lässt sich gewährleisten, indem man auch weiterhin analoge Topographische Karten als Arbeitsgrundlage verwendet, auch wenn diese nicht mehr aktuell gehalten werden, oder auch indem man das Gradnetz des „alten“ Raumbezugssystems auf Digitale Topographische Karten überträgt. Ein Umstieg auf Minutenfelder im neuen Raumbezug ist nur bei neu beginnenden Kartierprojekten möglich.

### 3. Von Gauß-Krüger- zu UTM-Koordinaten

Die Umstellung von Gauß-Krüger- zu UTM-Koordinaten fällt nicht besonders schwer, da sich beide Koordinatensysteme sehr ähnlich sind. Die Ostkoordinate des UTM-Systems wird in Hessen wie der bisher gewohnte Rechtswert vom 9-Grad-Meridian aus gemessen. Die letzten 6 Stellen der Ostkoordinate repräsentieren wie beim Rechtswert die Entfernung in Metern vom 9-Grad-Meridian, wobei wie beim Rechtswert ein Zuschlag von 500000 zur Vermeidung von negativen Zahlenwerten vorgenommen wird. Die vorangestellte Kennziffer für den Meridianstreifen ändert sich von 3 im Gauß-Krüger-System auf 32. Die Nordkoordinate des UTM-Systems stellt wie der bisher verwendete Hochwert die Entfernung vom Äquator dar.

Durch die Umstellung des Raumbezugs verringern sich die Koordinatenwerte in Hessen für die Ostrichtung um Beträge zwischen 40 und 110 m, in Nordrichtung um Beträge zwischen 1750 und 1850 m. Das folgende Beispiel einer Lagekoordinate aus der Mitte Hessens (Laubach) verdeutlicht diese Änderungen:

Gauß-Krüger-Koordinaten (Rechts/ Hoch):	3500000 / 5600000
UTM-Koordinaten (Ost/Nord):	32499926 / 5598200
(Hervorhebung: Zonenkennziffern des Rechts- bzw. Ostwerts)	

Die digitalen Ausgaben der Topographischen Karte 1 : 25000 wurden bereits im neuen Raumbezugssystem entworfen. Dementsprechend stellen sie ein UTM-Gitternetz im Abstand von 1000 m anstelle des bisherigen Gauß-Krüger-Gitters dar. Auf diesen

Karten können die UTM-Koordinaten wie vorher die Gauß-Krüger-Koordinaten von den Gitterlinien ausgehend gemessen werden.

In den Fällen, in denen Gauß-Krüger-Koordinaten in UTM-Koordinaten oder umgekehrt umgerechnet werden müssen, kann innerhalb Hessens eine einfache Näherungsgleichung angewandt werden, die eine Genauigkeit von etwa  $\pm 1$  m aufweist und damit für ökologische Fragestellungen hinreichend genaue Ergebnisse liefert (Heckmann 2005).

Umrechnung von Gauß-Krüger- in UTM-Koordinaten:

Ost = Rechts \* 0,9996 + 125,57 m (Rechts und Ost jeweils ohne Zonenkennziffer)

Nord = Hoch \* 0,9996 + 439,79 m

Umrechnung von UTM- in Gauß-Krüger-Koordinaten:

Rechts = Ost \* 1,0004 – 125,54 m (Ost und Rechts jeweils ohne Zonenkennziffer)

Hoch = Nord \* 1,0004 – 439,06 m

Für die Umwandlung von Lagekoordinaten stehen im Internet außerdem verschiedene kostenlose Computerprogramme zur Verfügung, beispielsweise die Programme Transdat ([www.killetsoft.de](http://www.killetsoft.de)) oder HAMQTH ([www.hammap.de](http://www.hammap.de)).

#### 4. Literatur

Heckmann B. 2005: Einführung des Lagebezugssystems ETRS89/UTM beim Umstieg auf ALKIS. – DVW Hessen-Thüringen, Mitt. **56/16**(1), 17–25, Wiesbaden.