

Mit Hilfe der GPS-Software werden aus diesen entsprechend des Messverfahrens z. B. bereits geschlossene Polygone erzeugt und der Übergang zum amtlichen Landeskoordinatensystem geleistet (Transformation). Dazu ist die Kenntnis genauer Transformationsparameter erforderlich.

Per Erlass des TMBLM, vom 29.07.2009, wurde mit Wirkung vom 01.01.2010 das European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) mit der Universalen Transversalen Mercatorprojektion (UTM Zone 32) als Abbildungssystem für Thüringen als amtlich festgelegt. Das Deutsche Haupthöhennetz 1992 (DHHN92) ist bereits seit dem 01.07.2000 das amtliche Höhensystem.

Die Datenweitergabe des Thüringer Landesamtes für Bodenmanagement und Geoinformation (TLBG) erfolgt bei neuen Daten nur noch im ETRS89-Bezugssystem. Mit der Einführung der Feldblock-Referenz 2014 wurde auch in der Thüringer Agrarverwaltung der Wechsel zum amtlich festgelegten Koordinatensystem vollzogen.

Amtliches Koordinatensystem Thüringen:

European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89/UTM Zone 32)

Als Datenformat für Vektordaten hat sich das Shape-File-Format als Standard etabliert. Es besteht aus mindestens drei Einzeldateien (*.SHP, *.SHX, *.DBF).

Datenformat Vektordaten: ESRI-Shape-File (*.SHP) **Rasterdaten** (Bildaten, digitale Bilder) bestehen aus Bildelementen (Pixel); sie dienen als Hintergrunddaten zur Orientierung im Gelände und in hoher Auflösung als Vektorisierungsgrundlage der landwirtschaftlichen Flächen. Das *.TIF-Format ist ein verbreiteter firmenunabhängiger Standard und wird von vielen GPS/GIS unterstützt. Digitale Orthophotos (DOP) des TLBG werden im *.TIF-Format vertrieben. Allgemein bedürfen Rasterdaten für ihre Anordnung im Koordinatensystem einer sog. Georeferenzierung (z. B. in den *.TFW-Dateien enthalten). Für das InVeKoS-Verfahren in Thüringen können mit den Antragsunterlagen die zur aktuellen Feldblock-Referenz des Jahres passenden DOP vom Antragstellerportal VERONA heruntergeladen werden. Dort wird neben dem *.TIF - auch das hochkomprimierte *.ECW-Format

verwendet um die hochaufgelösten DOP (TIF-Dateien) herunter zu rechnen.

Datenformat Rasterdaten: *.TIF (inkl. *.TFW) (*.ECW Georeferenzierung beinhaltet)

In der GIS-Anwendung der VERA können als Grundlage für die Erzeugung verbindlicher digitaler Flächengeometrien auch GNSS-Messungen genutzt werden. Einzelne Flächenmessungen können als Grundlage einer ggf. nachzubearbeitenden Bruttoschlaggeometrie direkt importiert werden, wenn sie

- als geschlossene Polygone vorliegen (keine Multipart-Polygone),
- keine Überlagerungen von Punkten aufweisen (nicht zwei Punkte innerhalb eines Toleranzbereichs von 1 mm),
- ohne überlappende oder identische Flächen sind,
- eine korrekte Ringanordnung besitzen (äußere Ringe im Uhrzeigersinn, innere Ringe gegen den Uhrzeigersinn) und
- ohne Überschneidungen von Linien (keine "Achten") sind.

Alternativ können sie als Hintergrunddaten für neue Flächengeometrien hinzugeladen werden. Ein Anwenderhandbuch und weitere Informationen zu VERA-Software und Datenschnittstellen sind unter folgender Adresse veröffentlicht: www.vera.ibykus.de.

Die örtlich zuständigen Agrarförderzentren mit den Zweigstellen sind auch weiterhin Ansprechpartner zum InVeKoS-Verfahren. Die Kontakte sind unter <https://www.thueringen.de/th9/tillr/wir/standorte/index.aspx> zu finden.

Unter verona.thueringen.de werden ab Mitte März aktuelle Daten, Links und ein Fragebogen bereitgestellt.

Impressum

Herausgeber: Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum

Januar 2019

Copyright: Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der foto-mechanischen Wiedergabe sind dem Herausgeber vorbehalten.

Eigen- bzw. Fremdvermessung von Flächen mittels satellitengestützter Verfahren

(Anforderungen an Gerätetechnik / Dienstleister / Datenformate / Koordinatensystem)



Veranlassung

Als Grundlage ordnungsgemäßer georäumlicher Beantragung von flächenbezogenen Beihilfe- und Fördermaßnahmen werden aktuelle Geometrien der bewirtschafteten Flächen auf vier Nachkommastellen genau benötigt.

Im Rahmen des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS) werden den Antragstellern in Thüringen jährlich auf Basis amtlicher digitaler Orthophotos (DOP) aktualisierte Daten der Außengrenzen der potenziell landwirtschaftlich nutzbaren Fläche in Form der Digitalen Grundkarte Landwirtschaft (DGK-Lw) - Referenzfeldblöcke - übergeben.

Die Betriebe sind verpflichtet, an der Aktualität der Referenzflächen mitzuwirken, indem sie ihnen bekanntgewordene Feldblockänderungen der Behörde mitteilen. Die Feldblöcke stellen die maximal nutzbare landwirtschaftliche Fläche dar; die Größe der Bewirtschaftungseinheiten muss der Betrieb selbst kennen bzw. ermitteln (lassen). Ein Flächenaufmaß mit Hilfe satellitengestützter Messungen ist heute das geeignete, zeitgemäße Verfahren. Es gibt aktuell mehrere globale Satellitennavigationssysteme (GNSS).

In modernen Messsystemen werden verschiedene globale Satellitensysteme und deren Signale verarbeitet.. Damit sind auch in bisher schwierigen Regionen zuverlässige Messungen möglich.

Systeme und Verfahren in der Agrarverwaltung

Die in der Agrarverwaltung für die Flächenkontrolle genutzten GNSS-Verfahrenskomponenten ermöglichen eine Positionsgenauigkeit von $\pm 0,75$ m, hohe Zuverlässigkeit und eine gute Lagegenauigkeit im Submeterbereich. Als Messverfahren wird ein Differential GPS-Verfahren (DGPS) in Echtzeit angewendet. Mit SAPOS und EGNOS (SBAS) als Referenzdatensysteme gibt es gute Erfahrungen. Es hat sich gezeigt, dass die Übernahme von Daten aus kontinuierlichen Messungen in GIS problematisch sein kann (Linienüberschneidungen, Punktüberlagerungen).

Deshalb werden im aktuellen Messverfahren an geeigneten Konturpunkten (Richtungswechsel) der zu vermessenden Fläche bei guter Satellitengeometrie manuell Messungen gestartet und dabei gemittelte Positionen erfasst.

Das GNSS - Kriterien zur Systemauswahl

Die meisten GNSS-Empfänger können heute mindestens 12 Satelliten gleichzeitig verfolgen. Für die Bestimmung einer drei-dimensionalen Position (x, y, Höhe) sind mindestens vier Satelliten erforderlich. Ohne den Einsatz eines Korrekturdatenempfängers kann mit den Satellitensignalen, je nach Satellitengeometrie, eine Positionsgenauigkeit von etwa 3m erzielt werden. Diese lässt sich durch die Nutzung von Korrekturdaten wesentlich verbessern. Zeitgleich zur Nutzermessung werden an einem Ort mit bekannter Koordinate (Referenzpunkt) Positionen gemessen und aufgezeichnet. Durch Vergleich dieser Positionskoordinaten mit den Sollwerten entstehen Korrektur- oder Referenzdaten. Unter der Voraussetzung, dass am Ort des Nutzers eine Reihe von Fehlereinflüssen (Ionosphäre, Zeit, Satellitenbahn) die gleiche Größenordnung hat wie am Referenzpunkt, kann damit eine Positionsverbesserung errechnet werden. Die Genauigkeit ist umso besser, je näher der Referenzpunkt zum Vermessungspunkt liegt.

Folgende Fehler werden durch differenzielle Korrektur fast vollständig beseitigt:

- Satellitenuhrenfehler
- atmosphärische und ionosphärische Fehler
- Fehler aus der Voraussage der Satelliten-Umlaufbahn

Folgende Fehler können auch bei differentieller Korrektur bestehen bleiben:

- schlechte Satellitengeometrie/-konstellation (hoher PDOP-Wert)
- Verwendung sehr schwacher Signale ($< 10^\circ$ Elevation)
- Mehrwegeausbreitung der Satellitensignale?

Durch Warten auf eine günstige Satellitengeometrie/-konstellation (gute Verteilung am Horizont und Nutzung von Satelliten über 10° über Horizont) sowie dem Erfassen mehrerer Positionen an einem Punkt (Mittelwertbildung) können diese Fehler weitgehend reduziert werden. Für die Zuverlässigkeit des Ergebnisses und die **Lagegenauigkeit im Koordinatensystem** sind **DGPS**-fähige Systeme erforderlich.

Es gibt terrestrische und satellitengestützte Referenzdatensysteme (Beacon, SAPOS, EGNOS, OMNISTAR). Die Weitergabe der Referenzdaten erfolgt in standardisierten Datenformaten (z. B. RTCM) über verschiedene Medien (UKW, Internet, geostationäre Satelliten), wobei alle Genauigkeitsbereiche abgedeckt werden können. Referenz-

daten sind teilweise kostenpflichtig. Für den Genauigkeitsbereich zwischen 0,5 und 1 m ist das gewählte Korrekturdatensystem eher unerheblich, wenn die Empfangssicherheit im Einsatzgebiet gewährleistet ist. Beim sog. Real-Time-DGPS-Verfahren erfolgt die Verbesserung der ermittelten Position in Echtzeit. Das ist vor allem für Navigationsanwendungen (Wiederfinden von Punkten, Einhalten von Abständen, Auffinden von Schutzgebietsgrenzen usw.) erforderlich und ist heute bereits üblich. Alternativ kann eine Korrektur im "Postprocessing", d. h. nach der Messung erfolgen.

Wissen und Erfahrung sind für ein sicheres Ergebnis entscheidend. Das Ausnutzen guter Messbedingungen (genügende Anzahl Satelliten, gute Satellitenverteilung) bedeutet auch Abwarten können. Qualitätsparameter können in Hard- bzw. Software voreingestellt werden (Mindestanzahl Satelliten, gute Verteilung = PDOP, Ausschluss von Sat. $< 10^\circ$ Elevation, Mittelwertbildung).

Empfehlungen für Systemauswahl:

- **+/- 0,75 m Systemgenauigkeit** nachfragen
- **mindestens 12-Kanal Empfänger**
- **Differential-GPS** (z. B. Beacon/SAPOS, EGNOS)
- **Real-Time-Messverfahren** (Echtzeit)
- **Akkulaufzeit** nachfragen (mind. 6 h)

Qualitätsparameter für GPS-Messung:

Satellitenanzahl	≥ 4
Satellitenverteilung PDOP	≤ 8

Die Optimierung der Messparameter für die Messverfahren sollte mit den Geräteanbietern / Dienstleistern geklärt werden.

Vektordaten enthalten Informationen über die geometrische Form (Punkt, Linie, Fläche, Text), über Koordinaten (Lage/Höhe), Verbindungen (Topologie), räumliche Eigenschaften (Attribute) und Darstellungsregeln (Farbe, Linienart). Mit GNSS-Messungen werden unmittelbar digitale Vektordaten erzeugt. Erfasst werden zunächst Positionen im globalen **WGS84-Koordinatensystem** (World Geodetic System 1984).