

QUALITÄTSANALYSE DES QUASIGEOIDMODELLS GCG2016 IN DER REGION SACHSEN/ SACHSEN-ANHALT/ THÜRINGEN

Einleitung

In der Vermessungspraxis gewinnt die Höhenbestimmung mittels GNSS aufgrund der sich steigernden Wirtschaftlichkeit und Genauigkeit an Bedeutung. Hierbei werden ellipsoidische Höhen gemessen, die mit Hilfe von Höhenanomalien aus einem Quasigeoidmodell in physikalische Höhen

überführt werden. Die Genauigkeit des Modells spielt dabei eine entscheidende Rolle. In Deutschland kommt das Quasigeoidmodell GCG2016 zum Einsatz, für das im Flachland eine absolute Genauigkeit von max. 1,0 cm angegeben wird. Diese Arbeit untersucht die relative Genauigkeit des

GCG2016 in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen über Entfernungen bis 7 km. Dafür werden GNSS-/ Nivellements Höhendifferenzen berechnet und Quasigeoidhöhendifferenzen des GCG2016 gegenübergestellt. Außerdem erfolgt die Betrachtung verschiedener erwarteter Einflussfaktoren.

Datengrundlage

Für die Qualitätsanalyse stehen Daten von geometrischen Doppelnivellements und simultanen GNSS-Doppelmessungen zur Verfügung. Für die Nivellements wurden die Digitalnivelliere DiNi10 und DNA03 sowie Invarband- und Standardlatten verwendet. Bei den GNSS-Messungen kamen geodätische Empfangsantennen und Empfänger zum Einsatz, die Messdaten von GLONASS- und GPS-Satelliten aufzeichnen. Zusätzlich wurden an

sieben Basislinien, für die bereits Nivellements existierten, eigene GNSS-Messungen durchgeführt. Dies geschah mittels relativer Positionsbestimmung und einer Messzeit von mindestens 60 Minuten. Der Messaufbau an einem Festpunkt wird in Abb. 1 dargestellt. Letztendlich sind für 98 Basislinien Daten nutzbar. Sie sind bzgl. der räumlichen Lage und der erwarteten Einflussfaktoren gleichmäßig verteilt.



Abb. 1: GNSS-Messaufbau an Festpunkt

Auswertung

Für jede Basislinie wird eine nivellierte und eine ellipsoidische Höhendifferenz berechnet. Beim Nivellement erfolgt dies durch die arithmetische Mittelbildung der Hin- und Rückmessung. Die GNSS-Messungen werden im Post-Processing mittels L1-Lösung ausgewertet. Für die Berechnung der ellipsoidischen Höhendifferenz einer Basislinie wird eine Gewichtung entsprechend der Messdauer eingeführt. Werden die GNSS-Höhendifferenzen um die nivellierten Höhendifferenzen reduziert, ergeben sich Quasigeoidhöhendifferenzen, die denen des GCG2016 gegenübergestellt werden. Es resultieren Residuen, deren Verteilung der Absolutwerte in Abb. 2 dargestellt werden. Nach der Beseitigung von Ausreißern betragen sie höchstens 1,81 cm mit einer Standardabweichung von 0,68 cm. Mittels Varianzfortpflanzung wird die relative Genauigkeit des GCG2016 berechnet. Sie beläuft sich auf 0,55 cm und ist geringer als die angegebene absolute Genauigkeit im Flachland von maximal 1,0 cm.

wird, ob die räumliche Lage und die Parameter in Tab. 1 einen Einfluss auf die Genauigkeit des GCG2016 haben.

Die räumliche Lage der Basislinien mit ihrer Größe der Residuen wird in Abb. 3 dargestellt. Bei der Betrachtung von bspw. den Bundesländern, Grenzbereichen sowie der Nord-Süd-Richtung oder Ost-West-Richtung zeigt sich keine Korrelation.

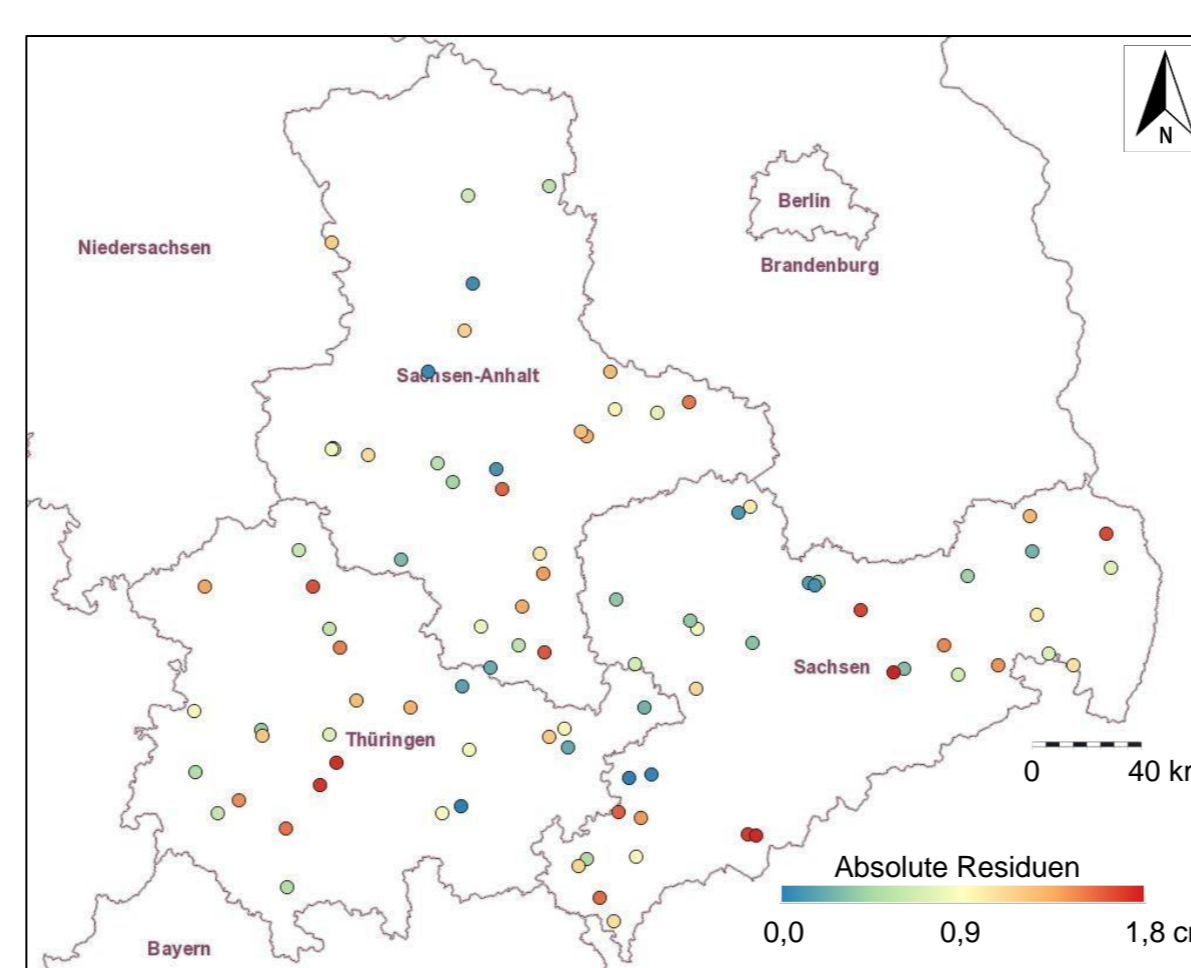


Abb. 3: Räumliche Verteilung der absoluten Residuen

Die Untersuchung der verbleibenden Einflussfaktoren erfolgt anhand der Residuen und durch Gruppenbildung, bei der die zufälligen Fehleranteile der Nivellements und der GNSS-Messungen gemindert werden. Tab. 1 beinhaltet die jeweiligen Gruppen der Parameter mit ihrer Standardabweichung s der Quasigeoidhöhendifferenz des GCG2016. Es zeigt sich bei keinem Einflussfaktor eine signifikante systematische Vergrößerung von s mit steigender Parametergröße, sodass anhand dieser Basislinien keine Korrelation festgestellt wird. Dies lässt auf eine homogene Datengrund-

lage mit einer hohen Qualität schließen. Des Weiteren liegen keine strukturierten Ungenauigkeiten bei der Berechnung des Modells vor.

Tab. 1: Relative Genauigkeit des GCG2016 in Abhängigkeit von der Parametergröße der erwarteten Einflussfaktoren

Parameter	Gruppen- eigenschaft	s des GCG2016 [cm]
Normalhöhen- differenz [m]	0 bis 7,5	0,44
	7,5 bis 15	0,34
	15 bis 102	0,84
Gradient der Bougueranomalie [mGal/(4 km x 4 km)]	0 bis 3	0,62
	3 bis 5	0,67
Gradient der Quasigeoidhöhe [mm/km]	5 bis 40	0,46
	0 bis 20	0,52
Normierte Quasigeoidhöhen- differenz [mm/km]	20 bis 30	0,77
	30 bis 71	0,35
Entfernung zu GNSS-/ Nivellements- punkt [km]	0 bis 10	0,56
	10 bis 20	0,47
	20 bis 70	0,67
	0 bis 6	0,54
	6 bis 12	0,57
	12 bis 27	0,64

Fazit

Für die Untersuchung standen qualitativ hochwertige Daten von geometrischen Doppelnivellements und simultanen GNSS-Doppelmessungen zur Verfügung, mit Hilfe derer eine hohe relative Genauigkeit des GCG2016 nachgewiesen wurde. Korrelationen mit den erwarteten Einflussfaktoren sind anhand dieser Daten nicht nachweisbar. Es werden weitere Untersuchungen mit größeren Normalhöhendifferenzen empfohlen.

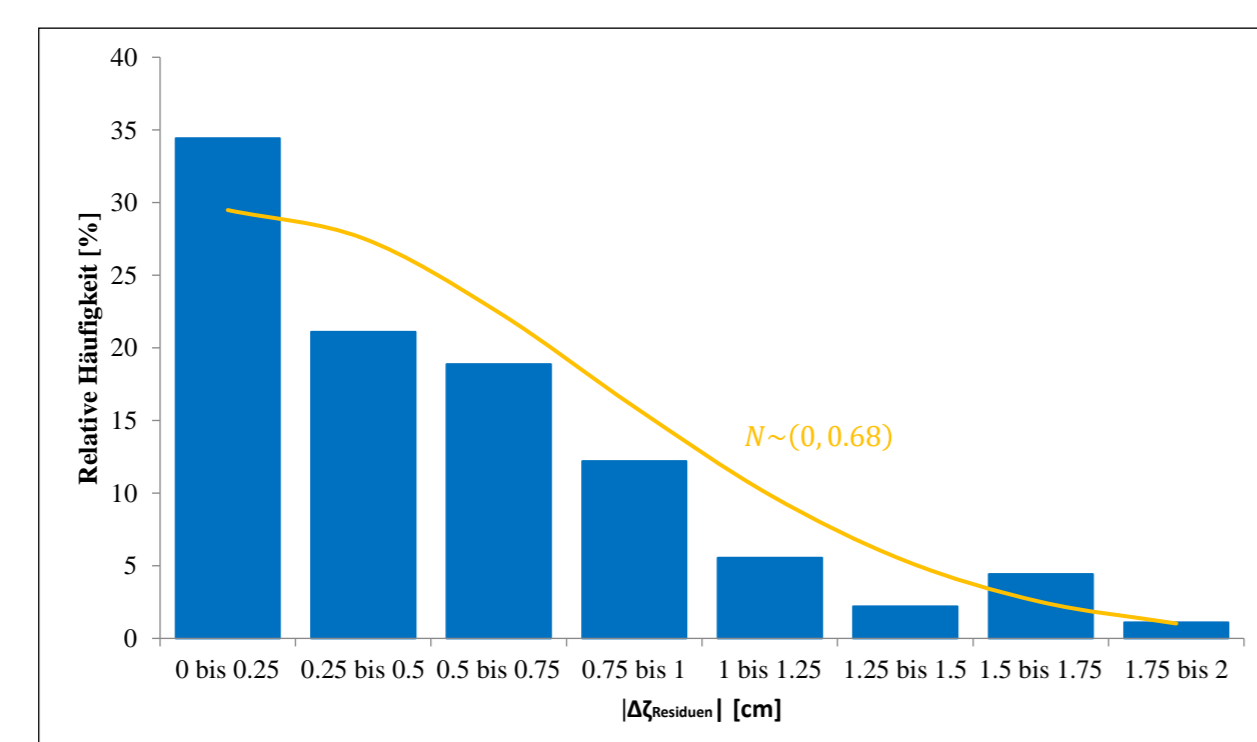


Abb. 2: Verteilung der absoluten Differenzen zwischen gemessenen und GCG2016 Quasigeoidhöhendifferenzen $|\Delta z_{\text{Residuen}}|$

Für die Qualitätsanalyse stehen letztendlich 90 Basislinien zur Verfügung, anhand derer überprüft