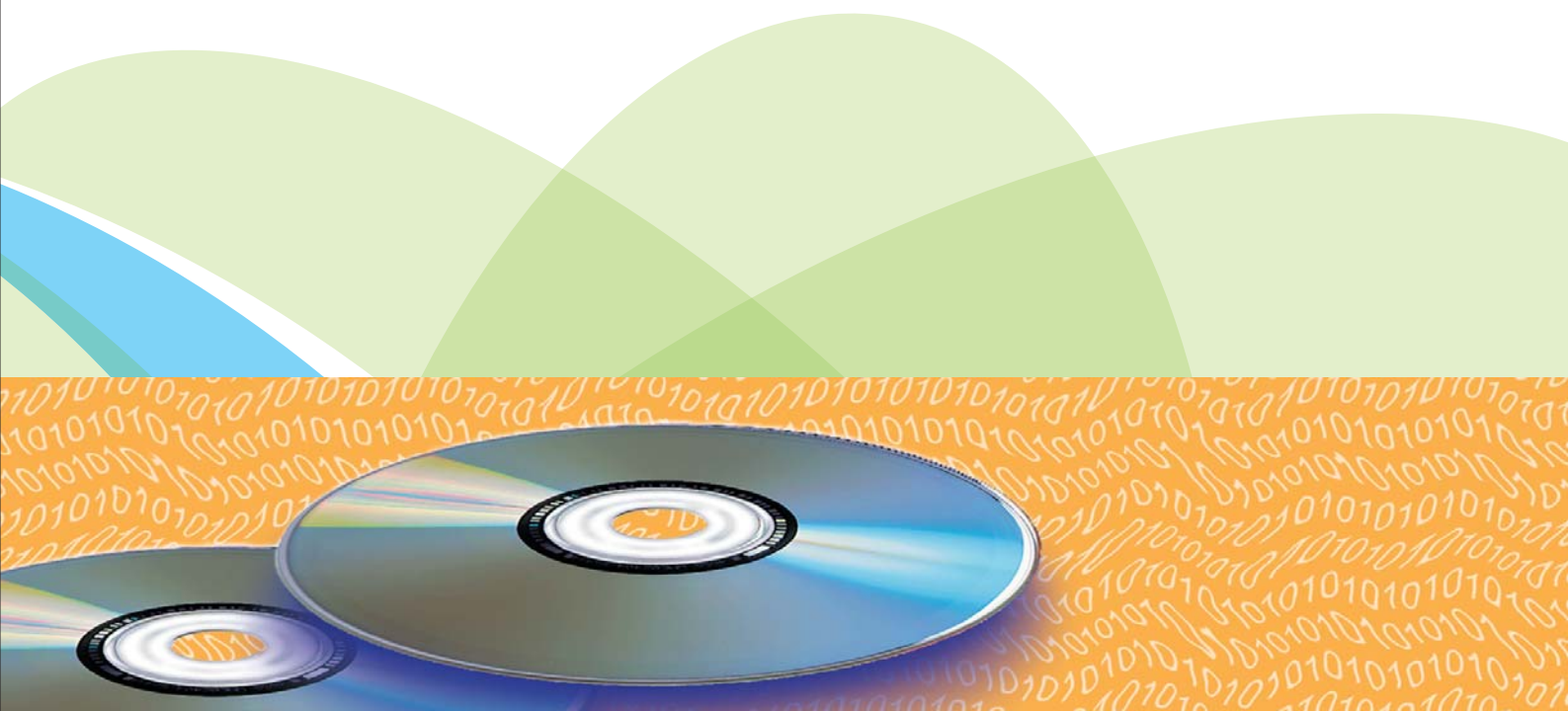




DER REGIERUNGSPRÄSIDENT

Echtzeit-Datumsübergänge in Nordrhein-Westfalen



GEO**basis.nrw**

Netz77-Koordinaten und NHN-Höhen in Echtzeit

Die Abteilung 7 / GEObasis.nrw der Bezirksregierung Köln bietet ihr landesweit einsetzbares Transformations- und Undulationsmodell für die Nutzung in der Field- und Office-Software namhafter Hersteller von GPS-Empfängern für Vermessungsaufgaben an. Das mit den Programmen TRABBI-2D und TRABBI-3D im Post- oder Pre-Processing genutzte Modell steht somit auch im Real-Time-Processing zur Verfügung. Das bedeutet, dass bereits im Außendienst Netz77-Koordinaten und NHN-Höhen ermittelt oder abgesetzt werden können.

Das Transformationsmodell ermöglicht eine Transformation von Koordinaten im ETRS89, wie sie z. B. mit SAPOS® ermittelt werden. Ergebnis der Transformation sind geographische Koordinaten im nordrhein-westfälischen Netz77. Sie beziehen sich auf das Bessel-Ellipsoid und werden jeweils programmintern in die Gauß-Krüger-Abbildung umgerechnet (Lagestatus 077, 177, 277, ...).

Die Transformationsergebnisse haben eine durchschnittliche Abweichung von ca. 5 cm. Sie können somit für Aufmessungen verschiedenartiger Objekte für geographische Informationssysteme (GIS) Leitungskataster, Baumkataster u. v. m., bei Laserscanning-Verfahren, zur Baumaschinensteuerung u. a. genutzt werden. In der Landesvermessung und im Liegenschaftskataster helfen sie dem Außendienst bei der Punktsuche nach Koordinaten (Spatenbreite!).

Eine Transformation über individuelle, örtlich aufzumessende Stützpunkte ist also nur noch erforderlich, wenn höhere Genauigkeiten gefordert sind, wenn lokale Spannungen im Netz vorliegen oder wenn nur eine andere Netzgrundlage vorhanden ist. Für Absteckungen und Aufmessungen im Koordinatenkataster kann auf eine Transformation über örtliche Stützpunkte ebenfalls nicht verzichtet werden.



Das Undulationsmodell ermöglicht, innerhalb Nordrhein-Westfalens aus ETRS89-Koordinaten NHN-Höhen (Höhenstatus 160) zu ermitteln, deren durchschnittliche Abweichung ca. 2,5 cm beträgt. Es kann damit zur Bestimmung von Geländehöhen und in vielerlei anderen technischen Anwendungen genutzt werden.

Um die Vorteile der Modelle auszuschöpfen, ist allerdings auch eine entsprechend gute GPS-Messung vorauszusetzen.

Abb. 1: Baumaschinensteuerung
(Abbildung mit freundlicher Genehmigung
der Firma BOMAG GmbH, Boppard)

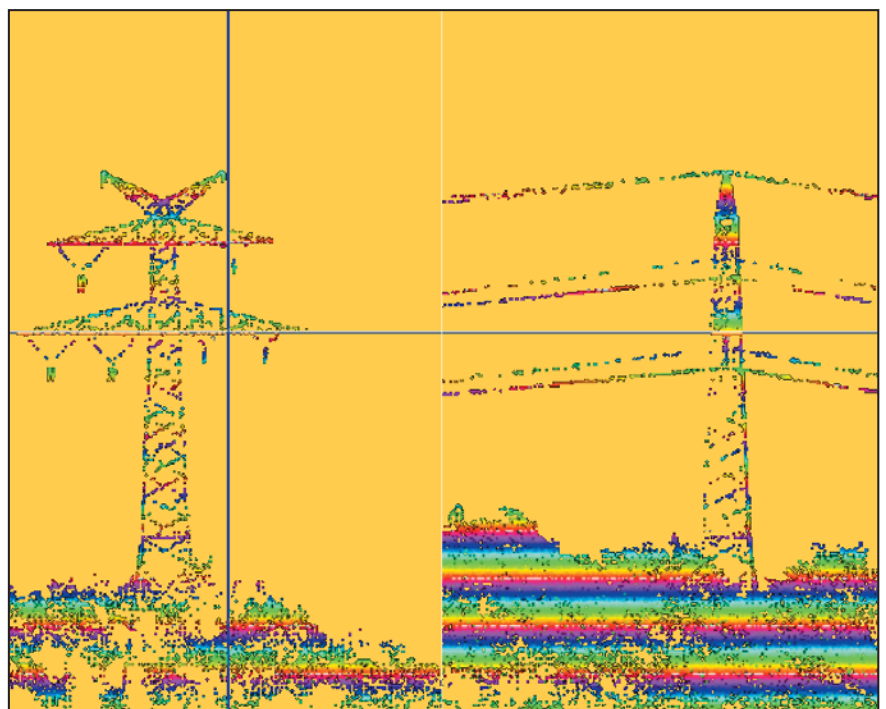


Abb. 2: Laserscanning
(Abbildung mit freundlicher Genehmigung der SAG
Energieversorgungslösungen GmbH, Bad Kreuznach)

Datengrundlagen

Das Transformationsmodell besteht aus den Punkten des nordrhein-westfälischen Referenznetzes NWREF (ETRS-Hierarchiestufe C), seinen Anschlusspunkten aus dem DREF (Hierarchiestufe B) sowie entsprechenden Punkten aus deutschen und europäischen Nachbarländern.

Für diese Stützpunkte liegen einerseits die Lagekoordinaten und ellipsoidischen Höhen im ETRS89 (Realisierung 2003) vor. Andererseits verfügen sie über Netz77-Koordinaten und NHN-Höhen. Mit Hilfe des (transformierten) Undulationsmodells wurden DHDN-NHN-Undulationen ermittelt, mit denen ellipsoidische Höhen über dem Bessel-Ellipsoid in der Lagerung des DHDN90 (West) zu berechnen waren.

Damit ließen sich für die Stützpunkte in beiden Systemen geozentrische (XYZ-)Koordinaten berechnen. Diese ergeben das zur Zeit aktuelle Transformationsmodell 2007 mit 211 Punkten. Umzuformende Punkte werden im Post- und Pre-Processing im Allgemeinen durch eine 3D-(7-Parameter)-Helmert-Transformation mit Restklaffenverteilung durch multiquadratische Interpolation bestimmt.

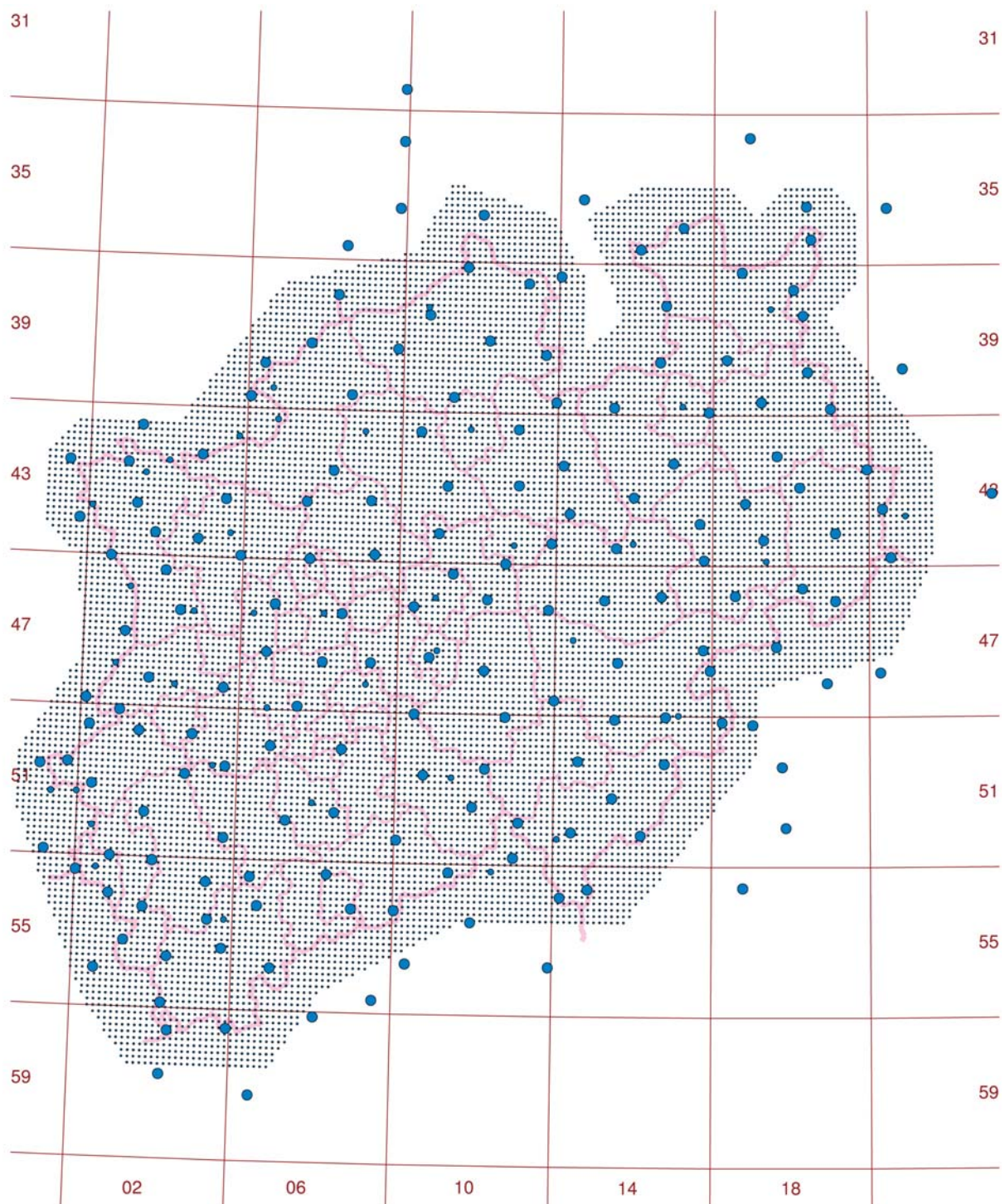


Abb. 3: 1 x 1,5-Minuten-Gitter im Transformations- und Undulationsmodell 2007

Das Undulationsmodell besteht aus 173 Punkten des NWREF-Netzes, des DREF-Netzes sowie der Nachbarländer. Diese Punkte wurden durch Präzisionsmessung an Nivellementslinien 1. und 2. Ordnung angeschlossen und im Höhensystem NHN berechnet. Die Differenz zu den Höhen über dem GRS80-Ellipsoid in der Lagerung des ETRS89 (Realisierung 2003) ergibt das NHN-ETRS89-Undulationsmodell. Das zur Zeit aktuelle Modell führt die Jahreszahl 2007.

Die Undulationen für Zwischenpunkte werden durch multiquadratische Interpolation im Modell bestimmt (das zuvor auf eine ausgleichende Ebene reduziert wurde). Das Koordinatensystem für die Interpolation von NHN-ETRS89-Undulationen ist in Nordrhein-Westfalen die UTM-Zone 32. Wird die für einen Punkt interpolierte NHN-ETRS89-Undulation von seiner ellipsoidischen Höhe über dem ETRS89-Ellipsoid abgezogen, erhält man seine Quasi-NHN-Höhe.

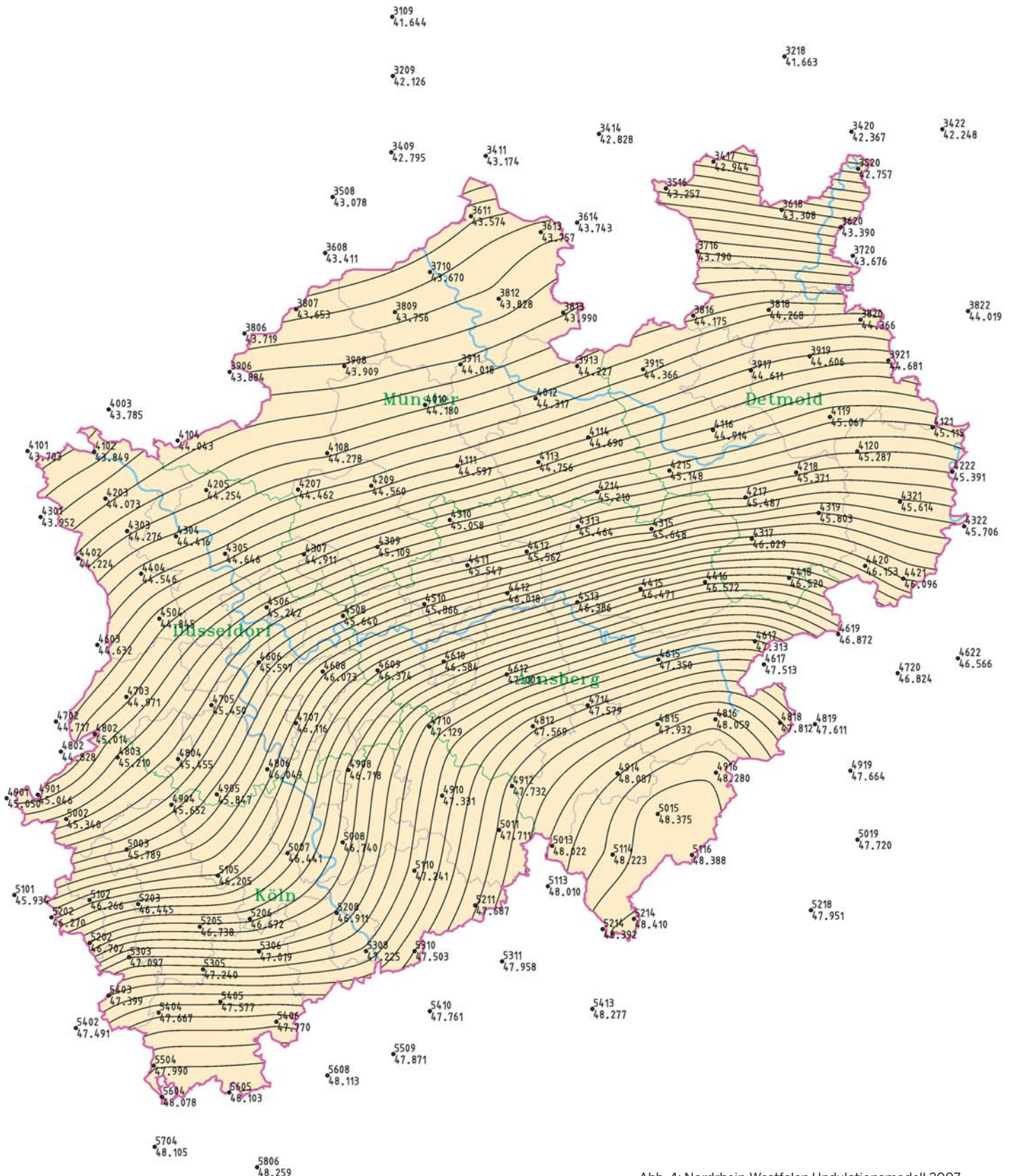


Abb. 4: Nordrhein-Westfalen Undulationsmodell 2007

Berechnungsansatz im Real-Time-Processing

Die meisten herstellerabhängigen Programmlösungen bieten eine bilineare Interpolation in einem Koordinatengitter an. Für die nordrhein-westfälischen Modelle wurde ein Gitter aus geographischen Koordinaten gewählt. Eine Gitterweite von 1 mal 1,5 Minuten erfüllt einerseits die Genauigkeitsanforderungen, andererseits behalten die resultierenden Gitterdateien eine handhabbare Größe.

Der Vorteil der bilinearen Interpolation beim Transformationsmodell ist, dass die Einflüsse der 7-Parametertransformation und der Restklaffenverteilung wie auch der unterschiedlichen Dimensionen der Bezugsellipsoide in je einem Interpolationswert pro Komponente und Gitterpunkt zusammengefasst werden können.

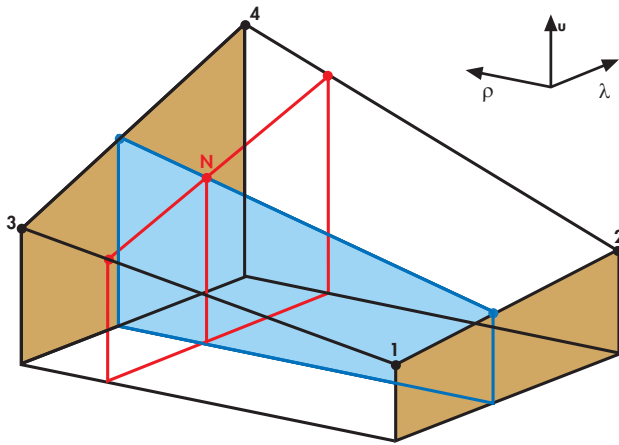


Abb. 5: Prinzip der bilinearen Interpolation

Das heißt: Ausgehend von den geographischen Koordinaten eines angemessenen Punktes im ETRS89 (Bezugsellipsoid GRS80 bzw. WGS84) werden getrennt nach Länge und Breite im Gitter Zuschläge interpoliert. Zusammen mit den Ausgangskordinaten ergeben die Zuschläge die geographischen Koordinaten im Netz77, nun auch bereits bezogen auf das Bessel-Ellipsoid. Diese Koordinaten werden alsdann in den gewünschten Meridianstreifen der Gauß-Krüger-Abbildung umgerechnet.

Entsprechend wird bei der Erstellung der Gitterdateien vorgegangen: Für jeden Gitterpunkt werden seine Nennwerte im ETRS89 unter Annahme von 100 m für die ellipsoidische Höhe mit den Dimensionen des GRS80-Ellipsoides in XYZ-Koordinaten umgerechnet. Diese werden mit dem Trans-

formationsmodell 2007 durch 7-Parametertransformation und Restklaffenverteilung in das Netz77 überführt. Die resultierenden XYZ-Koordinaten werden mit den Dimensionen des Bessel-Ellipsoides in geographische Koordinaten zurückgerechnet. Der Vergleich mit den Nennwerten ergibt die Interpolationswerte für den Gitterpunkt.

Dagegen ist das Vorgehen bei der Interpolation im Undulations-/Geoidmodell relativ einfach: Auch hier wird von den geographischen Koordinaten des angemessenen Punktes im ETRS89 ausgegangen. Die Interpolation im Gitter ergibt direkt die metrischen Werte der Undulation über dem GRS80-Ellipsoid in der Lagerung des ETRS89. Die Differenz zwischen ellipsoidischer Höhe und Undulation wird als Höhe (über der Höhenbezugsfläche NHN) ausgewiesen.

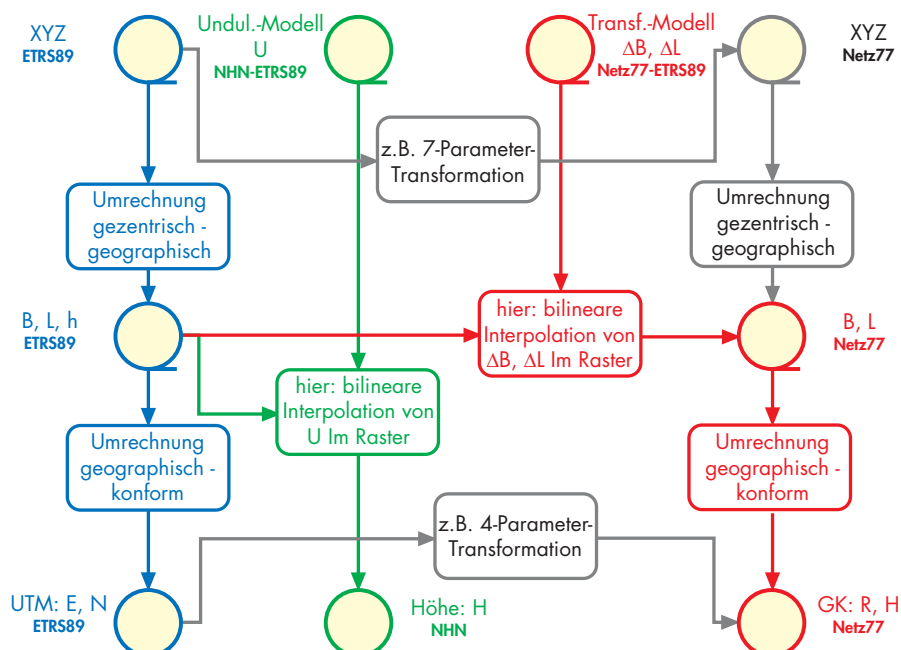


Abb. 6: Datumsübergänge in GPS-Software

Bei der Erstellung der Geoid-Gitterdatei werden die Nennwerte der Gitterpunkte in UTM-Koordinaten der Zone 32 umgerechnet, um ihre Interpolationswerte im Undulationsmodell 2007 zu ermitteln.

In den Herstellerprogrammen lassen sich das Transformationsmodell und das Undulationsmodell zu einem Bezugssystem Netz77/NHN kombinieren. Die Anwendung nur des Undulationsmodells ohne Transformation kann für die Kombination ETRS89/NHN sinnvoll sein (Lagekoordinaten im Netz77 in Kombination mit ETRS89-Höhen wären ebenfalls möglich, werden in der Praxis jedoch nicht gefragt sein).

Systemvoraussetzungen



Trimble Geomatics Office, Version 1.00 und höher,
Trimble Total Control, Version 2.70 und höher,
Trimble Survey Controller (TSC1), Version 6.50 und höher,
Trimble Survey Controller (TSCe, ACU, TCU), Version 10.00 und höher,
Trimble Survey Controller (TSC2), Version 11.00 und höher,
GPS Empfänger 4700, 4800, 5700, 5800, Trimble R7 / R8, Version 1.00 und höher
(Modelle unabhängig vom GPS Empfänger)



Leica GPS System 500 Serie (Version 5.0),
SkiPro Version 3.0
oder
Leica GPS System 1200 Serie,
Leica Geo Office Version 1.0 und höher



ALLSAT GART-2000 CE/NT, Version 2.00.1 und höher
(zur Zeit nur lieferbar für das Transformations- und Undulationsmodell 2004)

Abgabe

Die Abgabe erfolgt kostenfrei im Online-Shop unter www.geoportal.nrw.de.

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) 1 47 - 49 94
Fax: (02 21) 1 47 - 42 24
eMail: shop@geobasis.nrw.de

Burckhardt Ahrens (Fachauskunft)
Fon: (02 21) 1 47 - 43 06
eMail: burckhardt.ahrens@bezreg-koeln.nrw.de

Stand: 10/2009