



# TRABBI-2D

Transformationen und Abbildungsübergänge  
2-dimensional



Der stetig steigende Einsatz von Satellitenmessverfahren, die unmittelbar Koordinaten erzeugen, und die Einführung des European Terrestrial Reference System (ETRS89) bei den Vermessungs- und Katasterverwaltungen haben eine wachsende Nachfrage an Programmen für Koordinatentransformationen und geodätische Umrechnungen zur Folge. Daher hat die Bezirksregierung Köln / Abteilung 7 für den universellen Einsatz die Programme TRABBI-3D und TRABBI-2D entwickelt, zwei Programme zur Umformung 3-dimensionaler bzw. 2-dimensionaler kartesischer Koordinaten.

TRABBI-2D bedeutet Transformationen und Abbildungsübergänge 2-dimensional. Es bietet die Umformung „ungleichartiger“ 2-dimensionaler kartesischer Koordinaten von einem Startsystem in ein Zielsystem. Dieses Verfahren wird häufig für einen sogenannten Datumsübergang oder Datumswechsel genutzt. Die Umformung erfolgt wahlweise mit 4, 5 oder 6 Parametern. Die Parameter können vom Anwender vorgegeben werden. Sie lassen sich aber auch vom Programm im Wege einer Ausgleichung berechnen. Die dazu notwendigen Stützpunkte können individuell eingegeben werden. Mit TRABBI-2D wird aber auch ein Stützpunktfeld von NWREF- und SAPOS®-Punkten angeboten, das für das Gebiet von Nordrhein-Westfalen einen Bezugssystemwechsel vom Netz 1977 (Netz77) in das ETRS89 und umgekehrt mit Dezimetergenauigkeit erlaubt. Weil bei einem Datumsübergang häufig auch die geodätische Abbildung, die Meridianstreifen der Abbildung oder sogar die Dimensionen des Bezugsellipsoides wechseln, sind umfangreiche Umrechnungsroutinen in TRABBI-2D integriert. Sie werden genutzt, um die Koordinaten für die Transformation zu erzeugen oder weiterzuverarbeiten. Darüberhinaus werden die Umrechnungen in einem eigenen Funktionsbereich ohne die Transformationen angeboten. Der Vorteil von TRABBI-2D gegenüber TRABBI-3D ist, dass die Problematik der dritten Dimension, sprich der Höhen, von der Transformationsaufgabe ferngehalten wird. Damit eignet sich TRABBI-2D besonders für Aufgaben des Liegenschaftskatasters. Der Berechnung von Höhen wird jedoch Rechnung getragen, nämlich im Umrechnungsbereich, hier sogar nach den neuesten praxisgegebenen Erkenntnissen.

Die Programme TRABBI-3D und TRABBI-2D ähneln sich im Aufbau und sind mit einer graphischen Benutzeroberfläche als zeitgemäßem Standard konsequent auf eine leichte, intuitiv zu begreifende Handhabung hin konzipiert. Zielgruppen sind die öffentlichen und privaten Vermessungsstellen sowie alle sonstigen, interessierten Anwender mit raumbezogenen Aufgabenstellungen.

## Transformation

Bei der Bestimmung der Transformationsparameter mit Hilfe von Stützpunkten kann der Anwender sowohl die integrierten Stützpunktdaten der NWREF- und SAPOS®-Punkte wie auch individuelle Stützpunkte verarbeiten; eine Verschneidung von integrierten und individuellen Stützpunktdaten ist möglich. Der Anwender kann aufgabenbezogen graphisch interaktiv definieren, welche Stützpunkte zur Berechnung der Transformationsparameter herangezogen werden sollen. Über die gewählten Stützpunkte werden die Transformationsparameter mittels einer Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt (L2-Norm). Als Verfahren können die konforme Transformation (4-Parameter, sogenanntes „Helmertsches Verfahren“), die 5-Parameter-Transformation oder die affine Transformation (6-Parameter) gewählt werden. Bei der 4-Parameter-Transformation werden die Verschiebungen des Koordinatennullpunktes  $d_y$  und  $d_x$ , ein Maßstab  $m$  und ein Drehwinkel  $e$  bestimmt. Bei 5-Parametern werden unterschiedliche Maßstäbe  $m_y$  und  $m_x$  für die  $y$ - und die  $x$ -Achse angesetzt.

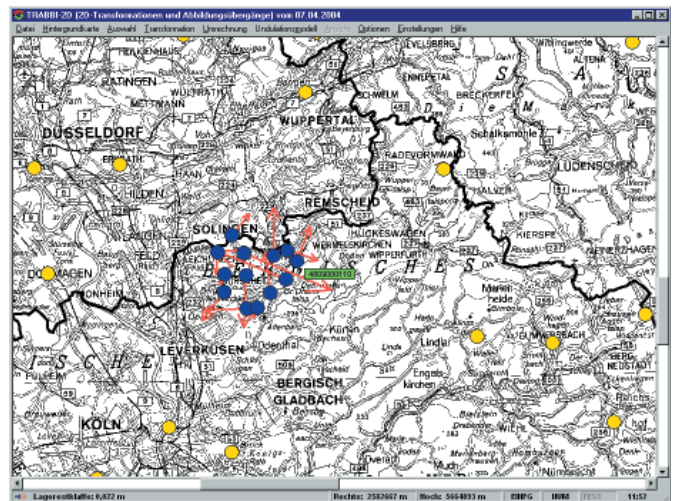


Abb. 1: Ausgewählte Stütz- und Umformungspunkte mit Restklaffungen

Durch die 6-Parameter-Transformation werden unterschiedliche Maßstäbe  $m_y$  und  $m_x$  und unterschiedliche Drehwinkel  $e_y$  und  $e_x$  für die beiden Achsen angenommen. Nach der Ausgleichung werden die Stützpunktkoordinaten einem statistischen Test unterzogen, der Aussagen über ihre Kontrolliertheit sowie Hinweise auf mögliche grobe Fehler liefert.

Die umzuformenden Neupunkte können einzeln im Dialog in komfortablen Eingabemasken berechnet werden. Für größere Punktmengen ist eine Bearbeitung von Punkten in Dateien realisiert worden. Die bei der überbestimmten Transformation entstehenden Restklaffungen werden bei Bedarf nach verschiedenen Interpolationsverfahren auf die Umformungspunkte verteilt.

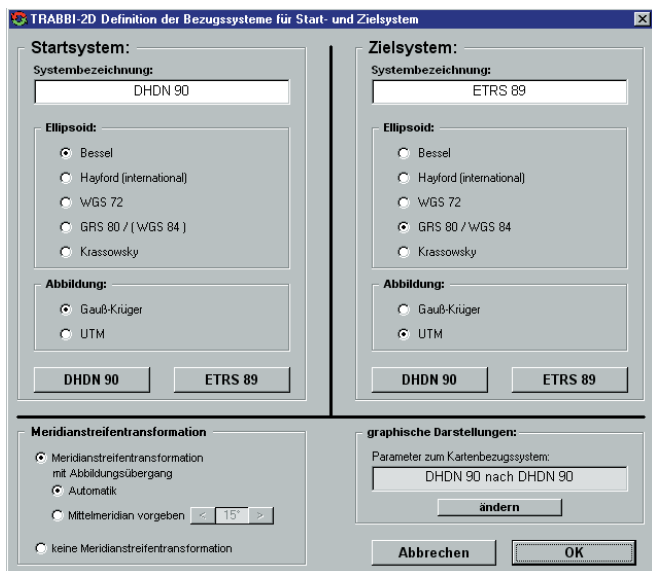


Abb. 2: Bezugssystemdefinitionen für die Transformation

Bei einem Datumsübergang mit einem Wechsel der geodätischen Abbildung können sich unterschiedliche Abbildungsmaßstäbe auf Transformationsmaßstäbe und Translationen auswirken. Beziehen sich die Koordinaten auf verschiedene Mittelmeridiane, so beeinflussen die Meridiankonvergenzen die Drehwinkel und ebenfalls die Translationen. Die Parameter repräsentieren also nicht mehr nur den Datumsübergang und sind unter Umständen zwischen verschiedenen Verfahren nicht mehr vergleichbar und übertragbar. In räumlich größeren Verfahren können unterschiedliche Abbildungen oder Meridianstreifen sogar zu Verzerrungen des zu transformierenden Gebietes führen.

TRABBI-2D löst diese Probleme, indem wahlweise mit Hilfe der integrierten Umrechnungen die Stützpunktkoordinaten des Start- und ggf. des Zielsystems in ein gemeinsames Abbildungssystem mit identischem Mittelmeridian übertragen werden. In diesem System werden die Transformationsparameter berechnet. Umzuformende Punkte werden ebenfalls in das Transformationssystem übertragen und als umgeformte Punkte in die Abbildung des Zielsystems umgerechnet.

## Umrechnungen

Neben den Umrechnungen innerhalb der Transformationen sind sie auch als eigenständiger Funktionsbereich aufrufbar. Umrechnungen werden nach mathematisch strengen Formeln durchgeführt. Dabei werden Gaußsche konforme Koordinaten in geographische Koordinaten umgewandelt. Werden zusätzlich zu den Lagekoordinaten Informationen zur Höhe eines Punktes eingegeben, können im Funktionsbereich sogar geo- bzw. ellipsozentrische XYZ-Koordinaten berechnet werden. Die umzurechnenden Punkte können wiederum im Dialog eingegeben wie auch über eine Datei eingelesen werden. Die Umrechnungen sind in alle Richtungen durchführbar. Die Abbildung ist für die Eingabe frei wählbar. Im Dialog werden alle möglichen Abbildungen ausgewiesen. Mit einfachen Interaktionen kann die Ausgabe auf benachbarte Meridianstreifen bzw. benachbarte Zonen der Universalen-Transversalen-Merkator-Projektion (UTM) umgeschaltet werden. Insgesamt ist hier quasi eine komfortable Taschenrechnerfunktion für geodätische Umrechnungen gegeben. Für die Umrechnungen müssen die Dimensionen des Bezugsellipsoides bekannt sein. Fünf gängige Ellipsoide stehen zur Auswahl Bessel, Hayford (internationales Ellipsoid), World Geodetic System 1972 (WGS72), Geodetic Reference System 1980 (GRS80, WGS84) und Krassowsky. Als konforme Koordinaten können das Gauß-Krüger-System mit 3"-breiten Meridianstreifen oder die UTM-Projektion mit 6"-Zonen gewählt werden.

Die in Nordrhein-Westfalen am häufigsten verwendeten Bezugssysteme sind bereits vordefiniert: bei Wahl des Deutschen Hauptdreiecksnetzes (DHDN90) werden die Gauß-Krüger-Abbildung und das Bessel-Ellipsoid aktiviert, bei Wahl des ETRS89 die UTM-Abbildung und das GRS80-Ellipsoid.

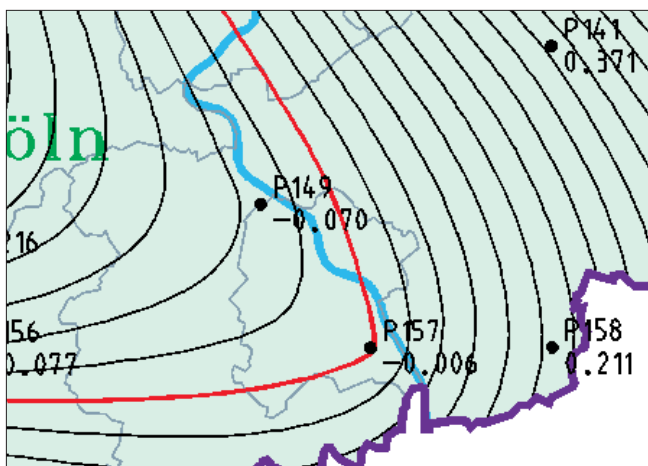


Abb. 3: NN-DHDN-Undulationen im Modell 2000 (Ausschnitt)

Zur Berechnung von XYZ-Koordinaten werden ellipsoidische Höhen benötigt. Liegen diese nicht vor, können Höhen über einer Höhenbezugsfläche verwendet werden. Die Differenzen zwischen Ellipsoid und Höhenbezugsfläche (Undulationen) werden punktspezifisch anhand der Punktlage in einem Stützpunktmodell durch multiquadratische Interpolation ermittelt und angebracht. Für Nordrhein-Westfalen ist das Undulationsmodell 2000 integriert, das die Interpolation von Undulationen zwischen NN und dem ETRS89 sowie zwischen NN und dem DHDN90 (Nordwest- und Südblock) ermöglicht, sowie das Undulationsmodell 2004 und 2007 für die Verwendung von NHN-Höhen. Andere Undulationsmodelle können vom Anwender vorgegeben werden.

In TRABBI-2D werden jedoch grundsätzlich keine Höhenangaben für die Umrechnungen und die Transformationen benötigt. Der Anwender, der gleichzeitig mit den Lagekoordinaten Höhen bestimmen will, wird jedoch unterstützt. Die bestmögliche Bestimmung von Höhen über einer Höhenbezugsfläche (NN, NHN) aus ellipsoidischen Höhen ist nur aus ETRS89-Werten, z. B. aus SAPOS® oder nach 3D-Transformation, möglich, weil hierfür ein hypothesenfreies Undulationsmodell vorliegt. Ellipsoidische Höhen, die aus nicht eingepassten WGS84-Koordinaten abgeleitet wurden, bergen größere Ungenauigkeiten aus der Lagerung in sich. Dieses gilt auch für Höhen über dem DHDN90-Ellipsoid, besonders wenn sie aus einer 3D-Transformation entstanden sind. Hierbei wird ungünstigerweise auch noch der Maßstab des Lagenetzes auf die ellipsoidischen Höhen übertragen. Deshalb wird in TRABBI-2D ausschließlich bei Transformationen vom ETRS89 in das DHDN90 und bei Umrechnungen die Erzeugung von NN-(NHN)-Höhen aus ellipsoidischen Höhen mit Hilfe des Undulationsmodells ermöglicht.

## Digitale Kartengrundlagen

Für das Arbeiten mit TRABBI-2D kann eine digitale Kartengrundlage als Bildschirmhintergrund gewählt werden. Sie ist für Transformationsaufgaben hilfreich zur Beurteilung der Stützpunktgeometrie und unterstützt damit den Anwender bei der graphisch-interaktiven Auswahl der Stützpunkte. Weiterhin dient sie zur Anzeige der erzielten Restklaffungen auf Wunsch auch nachbarschaftsbezogen. Die Lage der umgeformten und umgerechneten Punkte kann auf dem Bildschirmhintergrund dargestellt werden.

Standardmäßig wird das Programm mit einer Übersichtskarte und einer Topographischen Karte im Maßstab 1:500.000 von Nordrhein- Westfalen ausgeliefert.

## Abgabebedingungen

Die Abgabe von TRABBI-2D erfolgt kostenlos für im Zusammenhang mit der Erledigung von Aufgaben der amtlichen Vermessungs- und Katasterverwaltung stehende Arbeiten. Darüber hinaus kann TRABBI-2D kostenlos bezogen werden für die Hin- und Rücktransformation von in Nordrhein-Westfalen georeferenzierten Fachdatenbeständen im Zuge der Umstellung der Nachweise von Landesvermessung und Liegenschaftskataster in das ETRS89/UTM. Für privatwirtschaftliche Zwecke wird das Programm nicht mehr abgegeben.

Sprechen Sie uns an. Wir beraten Sie gerne.

---

**Bezirksregierung Köln**  
Abteilung Geobasis NRW  
Muffendorfer Straße 19-21, 53177 Bonn  
www.geobasis.nrw.de

**Stephan Klotz**  
Fon: (0221) 147-4455  
eMail: stephan.klotz@bezreg-koeln.nrw.de

**Geodatenzentrum**  
Fon: (0221) 147-4994  
Fax: (0221) 147-4224  
eMail: shop@geobasis.nrw.de

Stand: 3/2016