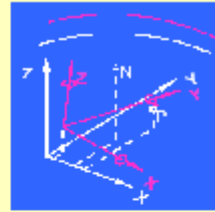




Landesvermessungsamt
Nordrhein-Westfalen



TRABBI-3D

3D-Transformationen und Abbildungsübergänge

Version 2.8

Muffendorfer Straße 19 - 21
53177 Bonn
Telefon: (0228) 846 - 0 Telefax: (0228) 846-5002
E-mail: poststelle@lverma.nrw.de

Anwendungshandbuch

- 0 Programmkenndaten
- 1 Inhaltsverzeichnis
- 2 Aufgabenbeschreibung
- 3 Die Oberfläche
- 4 Umrechnungen
- 5 Höhen und Undulationen
- 6 Transformationen
- 7 Sonstige Programmfunktionen
- 8 Dateiformate
- 9 Literatur
- A Anhang

TRABBI-3D

Version 2.8

Anwendungshandbuch

0 Programmkenndaten

Programmname:	TRABBI-3D
Aktuelle Version:	2.8
Stichworte:	Transformation, Umformung, Umrechnung, 7-Parameter, DHDN 90, ETRS 89, NN/NHN-Undulationen, Abbildungsübergänge
Aufgabe:	Transformation zwischen beliebigen geodätischen Bezugssystemen mit Schwerpunkt auf Transformationen zwischen ETRS 89 und dem DHDN 90 in Nordrhein-Westfalen sowie verschiedene Abbildungsübergänge unter einer graphischen Bedienoberfläche.
Programmiersprache:	Visual Basic, FORTRAN77
Betriebssystem:	Windows™ 98/2000/NT/XP
Hardwareanforderungen:	Prozessor 586 oder 486 mit mathematischem Co-Prozessor, 10 MB freier Festplattenspeicher, Maus, VGA-Graphikkarte, empfohlene Auflösung 1024 * 768 Pixels bei 256 Farben, CD-ROM-Laufwerk
Zuständigkeiten:	Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen Muffendorfer Straße 19 – 21 53177 Bonn Telefon: Zentrale: (02 28) 8 46 - 0 Hotline: (02 28) 8 46 - 46 46 Frau Schacknies (Programmabgabe): (02 28) 8 46 - 14 00 Herr Ahrens/Böhmer (Programmierung): (02 28) 8 46 - 14 11 Telefax: (02 28) 8 46 - 46 48 e-mail: poststelle@lverma.nrw.de

1 Inhaltsverzeichnis

0 Programmkenndaten	2
1 Inhaltsverzeichnis	3
2 Aufgabenbeschreibung	5
3 Oberfläche	6
4 Umrechnungen	7
4.1 Allgemeines.....	7
4.2 Festlegung des Umrechnungssystems	7
4.2.1 Bezeichnung des Umrechnungssystems	8
4.2.2 Ellipsoid	8
4.2.3 Abbildung.....	8
4.2.4 Vordefinierte Bezugssysteme.....	8
4.2.5 Festlegung des Undulationsmodells.....	8
4.2.6 Parametersatz zur Darstellung der Neupunkten in den Karten.....	9
4.2.7 Kommando-Schaltflächen	9
4.3 Berechnung verschiedener Abbildungen	9
4.3.1 Umrechnung von Einzelpunkten.....	10
4.3.2 Umrechnung von Punkten in Dateien.....	11
5 Höhen und Undulationen	12
6 Transformationen	13
6.1 Allgemeines.....	13
6.2 Festlegung von Start- und Zielsystem.....	14
6.3 Festlegung des Transformationsansatzes	15
6.3.1 Transformation mittels Parameter	15
6.3.2 Transformation mittels Stützpunkte.....	17
6.4 Berechnung der Transformationsparameter	22
6.5 Transformation von Punkten	24
6.6 Ausgabemöglichkeiten der Restklaffen.....	25
6.6.1 Punktbezeichnungen	26
6.6.2 Punktsignaturen.....	27
6.6.3 Punktwerte.....	27
6.6.4 Nummerierungsbezirke	28
6.6.5 Verwaltungsgrenzen	29
6.6.6 Einstellungen Verwaltungsgrenzendatei, Datumsübergänge	30
6.6.7 Bildfunktionen	31
6.6.8 Plotten.....	32
6.6.9 Maßstab, Ploternullpunkt, Anzahl Blätter	33
6.6.10 Start des Plotts	34

7 Sonstige Programmfunktionen	35
7.1 Allgemeines.....	35
7.2 Hintergrundkarte.....	35
7.3 Optionen	37
7.3.1 Editor auswählen	37
7.3.2 Berechnungen protokollieren.....	37
7.3.3 Arbeitsverzeichnis auswählen	38
7.4 Einstellungen.....	38
7.4.1 Formate einstellen	38
7.4.2 Koordinaten des Mauszeigers	39
7.4.3 PKZ der Neupunkte anzeigen	39
7.4.4 Darstellung maximaler Klaffungen.....	40
7.4.5 Restklaffenwerte anzeigen	40
7.4.6 Umfang der Restklaffendarstellung	41
7.4.7 Neupunkte in Karte eintragen und Neupunkte löschen.....	41
7.5 Overlay erzeugen	41
8 Dateiformate	42
8.1 Allgemeines.....	42
8.2 Dateien mit Punktdaten.....	42
8.3 Undulationsdatei.....	42
8.4 Initialisierungsdatei.....	43
8.5 Parameterdatei.....	43
9 Literatur.....	44
10 Anhang.....	45

2 Aufgabenbeschreibung

Das Programm TRABBI (**TR**ansformationen und **AB**bildungsübergänge) wurde vom Landesvermessungsamt NRW ursprünglich nur entwickelt, um in der Landesfläche von Nordrhein-Westfalen Koordinaten über eine 7-Parameter-Transformation in den zwei gängigen geodätischen Bezugssystemen DHDN 90 (Deutsches Hauptdreiecksnetz 1990) und ETRS 89 (European Terrestrial Reference System 1989) mittels der integrierten NWREF-Stützpunkte bis zur Dezimetergenauigkeit ineinander umzuformen zu können.

In der vorliegenden Version kann der Anwender außerdem Transformationsparameter vorgeben oder eigene Transformationsstützpunkte verwenden sowie ggf. individuelle Undulationsmodelle handhaben. Damit sind je nach der Qualität der individuellen Daten erheblich genauere Transformationsergebnisse erzielbar.

Als Start- und Zielsysteme können zudem fünf in Deutschland gängige Ellipsoide und zwei Abbildungen (und deren Kombinationen) gewählt werden. Die Abbildungsübergänge (Umrechnungen) sind auch unabhängig von den Transformationen aufrufbar.

Um die mathematischen Funktionen für einen Anwender möglichst leicht handhabbar zu machen, wurde eine graphische Bedienoberfläche unter Windows™ programmiert.

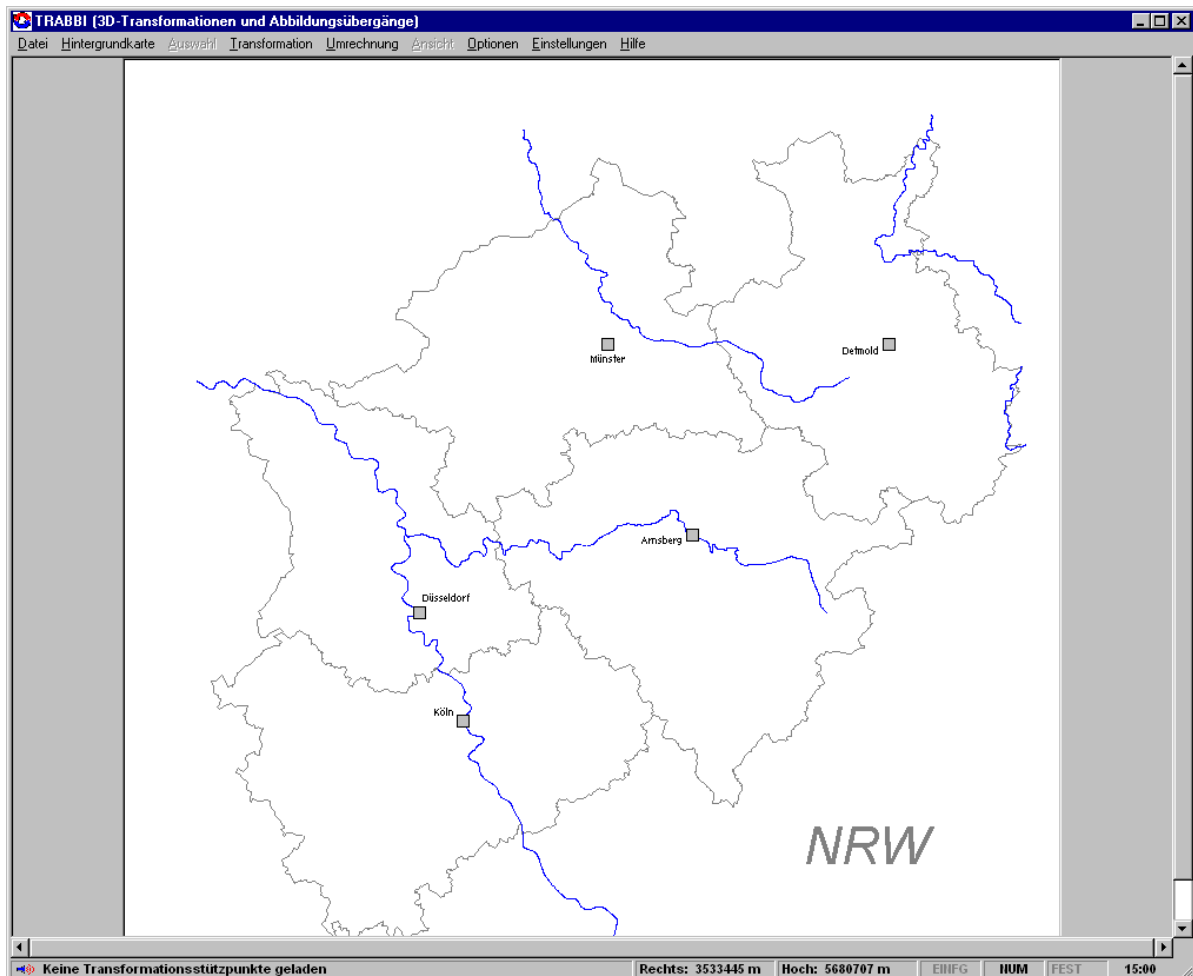
Es können einzelne Punkte im Dialog in komfortablen Eingabemasken berechnet werden. Für größere Punktmengen ist eine Bearbeitung von Punkten in Dateien realisiert worden. Auch für die vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten der Punktdaten sind komfortable Definitionsmasken vorhanden.

3 Oberfläche

Die Oberfläche von TRABBI besteht aus einem Hauptmenü mit mehreren Pull-Down-Menüs zur Steuerung des Programms, einer für die Transformationen benötigte Grafik sowie einer Statuszeile am Fuß des Hauptfensters. Je nach Bedarf werden weitere Fenster mit Ein- und Ausgabemasken geöffnet.

Standardmäßig wird dem Anwender beim Start von TRABBI eine Übersichtskarte von Nordrhein-Westfalen angezeigt. Zur Orientierung sind die Grenzen der Bezirksregierungen, einige Flüsse und ausgewählte Städte eingetragen.

Am unteren Fensterrand von TRABBI befindet sich eine Statuszeile. In ihr werden laufend Meldungen über Programmaktivitäten, Fehlermeldungen und andere Daten je nach den vorgenommenen Einstellungen angezeigt.



Die Oberfläche von TRABBI nach dem Start des Programms

4 Umrechnungen

4.1 Allgemeines

Die Umrechnungen sind als eigenständiger Funktionsbereich aufrufbar, aber auch in den Transformationen für Start- und Zielsystem integriert. Umrechnungen werden nach mathematisch strengen Formeln durchgeführt und sind, von Rundungsungenauigkeiten abgesehen, millimetergenau. Der Anwender kann im Hauptmenü unter "Umrechnungen - System definieren" ein Fenster mit Wahlmöglichkeiten des zu benutzenden Ellipsoids und der Abbildung aufrufen.

4.2 Festlegung des Umrechnungssystems

The screenshot shows a dialog box titled "TRABBI - Umrechnungssystem definieren". It contains several sections for configuring a coordinate system transformation:

- Umrechnungssystem:** A text field for "Systembezeichnung:" containing "DHDN 90".
- Ellipsoid:** A group box with five radio buttons: "Bessel" (selected), "Hayford (international)", "WGS 72", "GRS 80 / (WGS 84)", and "Krassowsky".
- Abbildung:** A group box with two radio buttons: "Gauß-Krüger" (selected) and "UTM".
- vordefinierte Bezugssysteme:** Two buttons labeled "DHDN 90" and "ETRS 89".
- Undulationsdatei:** A group box with four radio buttons: "NWREF 2000 (NN)" (selected), "NWREF 2004 (NHN)", "DREF - Modell", and "individuelles Modell". Below the "individuelles Modell" option is a text field containing "D:\Daten\Meier\Undulationsm" and a browse button "...". There is also a radio button for "(ohne Undulationen rechnen)".
- graphische Darstellungen:** A group box with a text field for "Parameter zum Kartenbezugssystem:" containing "DHDN 90 nach DHDN 90" and an "ändern" button below it.
- Kommando-Schaltflächen:** "Abbrechen" and "OK" buttons at the bottom.

Annotations with arrows point to the following elements:

- "Eingabemöglichkeit der Bezeichnung des Umrechnungssystems (frei eingebbar)" points to the "Systembezeichnung:" text field.
- "Auswahlmöglichkeit der Ellipsoide" points to the "Ellipsoid:" group box.
- "Auswahlmöglichkeit der Abbildungen" points to the "Abbildung:" group box.
- "vordefinierte Bezugssysteme" points to the "DHDN 90" and "ETRS 89" buttons.
- "Auswahl des Undulationsmodells" points to the "Undulationsdatei:" group box.
- "Parametersatz zur Darstellung der Neupunkte in den Karten" points to the "Parameter zum Kartenbezugssystem:" text field.
- "Kommando-Schaltflächen" points to the "Abbrechen" and "OK" buttons.

Fenster mit den Einstellmöglichkeiten des Umrechnungssystems

4.2.1 Bezeichnung des Umrechnungssystems

Eine Bezeichnung des Umrechnungssystems kann vom Anwender frei vergeben werden. Sie wird in den weiteren Fenstern der Umrechnung angezeigt und dient zur Orientierung des Anwenders. Sie wird in der Protokolldatei mit vermerkt. Eine Eingabe ist nicht zwingend erforderlich, aber empfehlenswert. Durch die Wahl eines der beiden vordefinierten Bezugssysteme DHDN 90 oder ETRS 89 wird die Bezeichnung automatisch vergeben.

4.2.2 Ellipsoid

Die folgenden fünf Ellipsoide stehen zur Auswahl:

- Bessel
- Hayford (international)
- WGS 72
- GRS 80 / (WGS 84)
- Krassowsky

Durch die Wahl des vordefinierten Bezugssystems DHDN 90 wird automatisch das Bessel-Ellipsoid ausgewählt, bei ETRS 89 ist es das GRS 80-Ellipsoid.

4.2.3 Abbildung

Als Abbildungen stehen die Gauß-Krüger-Abbildung und die UTM-Abbildung zur Auswahl. Durch die Wahl des vordefinierten Bezugssystems DHDN 90 wird automatisch die Gauß-Krüger-Abbildung ausgewählt, bei ETRS 89 ist es die UTM-Abbildung.

4.2.4 Vordefinierte Bezugssysteme

TRABBI hat als Hauptaufgabe die Transformation/Umrechnung zwischen den Bezugssystemen DHDN 90 und ETRS 89. Um dem Anwender diese Aufgabe so einfach wie möglich zu gestalten, sind diese beiden Bezugssysteme bereits vordefiniert. Durch die beiden Schaltflächen werden die Bezeichnung des Umrechnungssystems, das Ellipsoid und die Abbildung automatisch gesetzt.

4.2.5 Festlegung des Undulationsmodells

Die Festlegung eines Undulationsmodells ist für die Handhabung der Höheninformationen von Bedeutung (siehe auch Abschnitt: 5 "Höhen und Undulationen"). Neben den drei integrierten Modellen, die von NWREF- bzw. DREF-Punkten gebildet werden, kann der Anwender eigene Undulationsmodelle verwenden (siehe auch Abschnitt 8.3 "Undulationsdatei"), oder auch ohne Undulationsmodell rechnen.

Wird ohne ein Undulationsmodell gerechnet, so kann lediglich mit der ellipsoidischen Höhe umgerechnet werden. Eine Berechnung von NN/NHN-Höhen oder Undulationen unterbleibt in diesem Fall.

4.2.6 Parametersatz zur Darstellung der Neupunkten in den Karten

In TRABBI kann sich der Anwender die Positionen von Transformationsstützpunkten und berechneten Punkten in einer Graphik darstellen lassen. Die Punkte können dabei in einem anderen Bezugssystem vorliegen als es das Bezugssystem der aktuellen Karte ist. Daraus ergibt sich ein durch eine Transformation lösbares Problem. TRABBI versucht automatisch über die Bezeichnung des jeweiligen Start- oder Umrechnungssystems einen passenden Parametersatz für die aktuelle Karte in der Initialisierungsdatei zu finden. Der Anwender kann jedoch auch selbst steuernd eingreifen (siehe auch Abschnitt 7.2 "Hintergrundkarte").

In der Regel wird mit groben Näherungswerten oder ganz ohne Transformation immer noch eine ausreichend genaue Positionierung der Punkte in einer Hintergrundkarte erreicht.

4.2.7 Kommando-Schaltflächen

Die Kommando-Schaltflächen haben an dieser Stelle in TRABBI den unter WINDOWS üblichen Funktionsumfang. Mit der Schaltfläche "Abbrechen" werden alle seit dem Aufruf des Fensters gemachten Änderungen verworfen. Mit "OK" werden sie übernommen, und es kann mit der eigentlichen Umrechnung begonnen werden.

4.3 Berechnung verschiedener Abbildungen

Der Anwender kann Koordinaten einzelner Punkte über eine Bildschirmmaske im Dialog in andere Abbildungen umrechnen lassen. Liegen Punkte in Dateiform vor, so sind auch diese in besonderen Masken komfortabel verarbeitbar. Die Umrechnungen werden durch mathematisch strenge Formeln durchgeführt. Folgende Abbildungen sind realisiert:

- Ellipsozentrische bzw. geozentrische dreidimensionale kartesische Koordinaten (X,Y,Z)
- Topozentrische Koordinaten mit den Dimensionen des jeweiligen Ellipsoids
 - a) Gauß-Krüger-Koordinaten mit 3°-breiten Meridianstreifen (Rechts/Hoch) oder UTM-Koordinaten mit 6°-breiten Zonen (East/North)
 - b) Geographische Koordinaten (Breite/Länge)

Das im Programm verwendete XYZ-Koordinatensystem ist ein sogenanntes Rechtssystem (Rechtshandsystem). Das heißt: jeweils mit Blick auf den Koordinatennullpunkt liegt die positive Y-Achse um 90 Grad links von der X-Achse in der XY-Ebene, die Z-Achse liegt in YZ-Ebene links von der Y-Achse, und die X-Achse liegt in der XZ-Ebene links von der Z-Achse.

Für die Gaußschen konformen Koordinaten werden immer vollständige Koordinatenwerte erwartet, also bei Gauß-Krüger-Koordinaten der Rechtswert mit der Angabe der Streifennummer oder bei einem UTM-Rechtswert die vollständigen Angabe der Zone.

Zusätzlich können NN/NHN-Höhen und ellipsoidischen Höhe verarbeitet werden.

Grundsätzlich werden die Umrechnungsergebnisse auf Millimeter ausgegeben, da die Rechenschärfe der Algorithmen dies gewährleistet. Das bedeutet jedoch nicht in jedem Fall, dass diese Genauigkeit auch erreicht wird. Sie ist abhängig von der Genauigkeit der Eingabewerte und dem eventuell zur Berechnung herangezogenen Undulationsmodell.

Die Karten in der Grafik werden bei den Umrechnungen lediglich dazu verwendet, die Lage der umzurechnenden Punkte darzustellen. Die evtl. angezeigten Transformationsstützpunkte haben keinen Einfluss auf die Berechnungen im Umrechnungsteil von TRABBI.

4.3.1 Umrechnung von Einzelpunkten

TRABBI - Umrechnung - Punkterfassung im Dialog

Systembezeichnung: **DHDN 90**

Gauß-Krüger Koordinaten

Rechts: 2534251.132 m
Hoch: 5712355.865 m

Geographische Koordinaten

Breite: 51 ° 32 ' 45.51076 ''
Länge: 6 ° 29 ' 37.69021 ''

Ellipsoidische Höhe

ell. Höhe: 84.523 m

Höhe über NN und Undulation

NN-Höhe: 84.720 m
interpolierte Undulation: -0.197 m

Ellipsozentrische Koordinaten

X: 3948712.987 m
Y: 449466.381 m
Z: 4971104.101 m

Eingabe löschen Umrechnen Abbrechen

Annotations:

- Bezeichnung des Umrechnungssystem
- Schaltflächen der Meridianstreifen- / Zonen-Transformation
- Abbildungen
- Höhenangaben und Undulationen
- Kommando-Schaltflächen

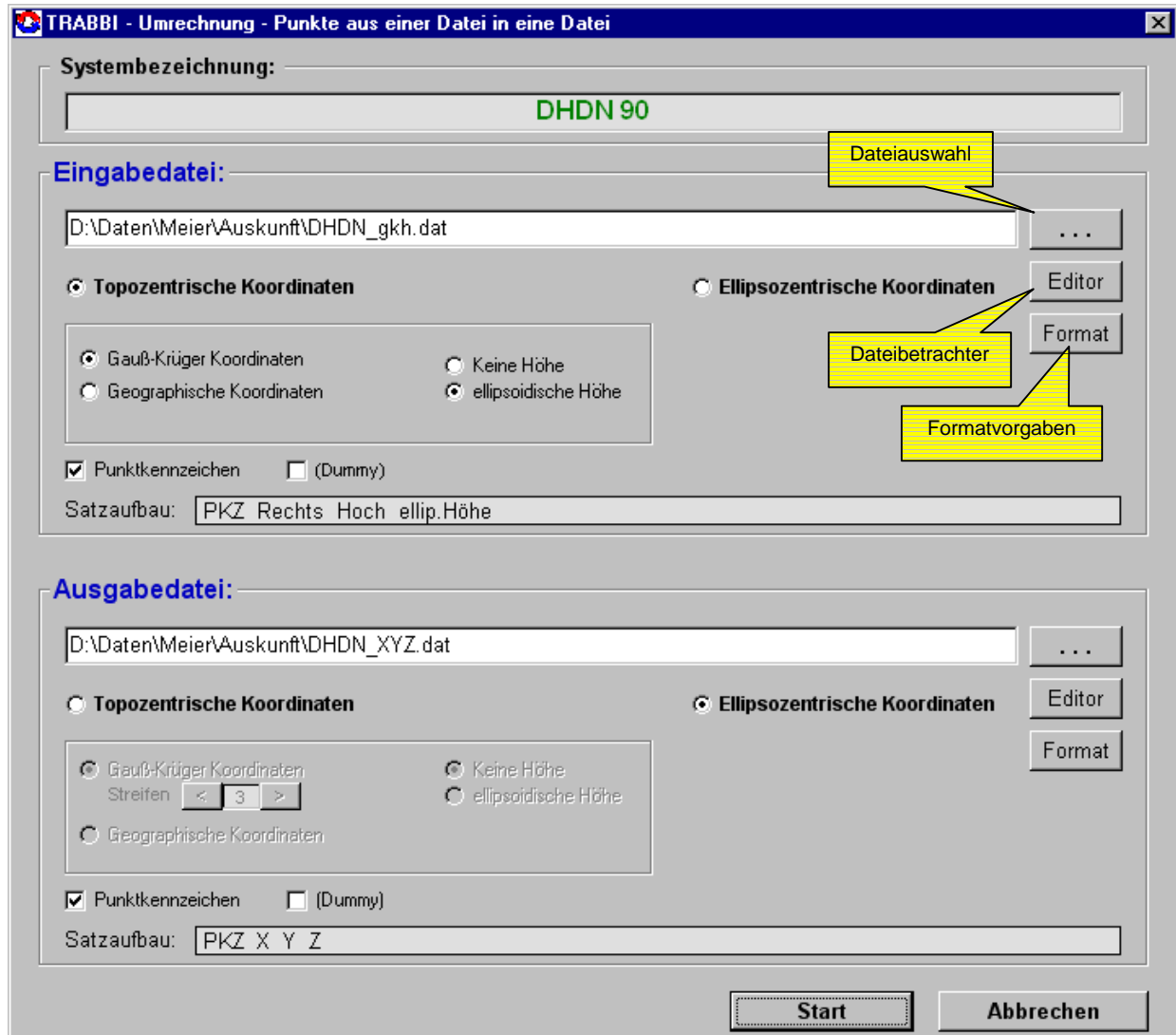
Beispiel für eine Umrechnung eines Einzelpunktes

Bei Umrechnungen von Einzelpunkten trägt der Anwender in die Ein-/ Ausgabemaske nur die Werte der ihm bekannten Abbildung ein. Alle daraus ableitbaren Werte der anderen Abbildungen werden dann automatisch berechnet und in der Maske angezeigt. Werden z.B. keine Höheninformationen eingegeben, unterbleibt (wenn nicht eingegeben) die Ausgabe der ellipsozentrischen Koordinaten.

Die Anzahl der Nachkommastellen der berechneten Werte richtet sich nach dem entsprechenden Eintrag in der Initialisierungsdatei (siehe auch Abschnitt 8.4 "Initialisierungsdatei") und ist dort ggf. anpassbar.

Mit den beiden Schaltflächen mit den Pfeilen "<" und ">" können Gauß-Krüger-Koordinaten in jeweils einen Nachbartreifen umgerechnet werden. Bei UTM-Abbildung erfolgt analog eine Umrechnung in eine Nachbarzone.

4.3.2 Umrechnung von Punkten in Dateien



Beispiel für eine Umrechnung von Punkten aus Dateien

Bei der Umrechnung von Punkten aus Dateien kann der Anwender vorgeben, in welcher Abbildung seine umzurechnenden Daten vorliegen und in welcher Abbildung er die Werte ausgegeben haben möchte. Nicht berechenbare Kombinationen (z.B. können keine ellipsozentrischen Koordinaten ohne eine Höheninformation erzeugt werden) werden von der Oberfläche des Fensters verhindert.

Bei der Ausgabe von Gauß-Krüger- oder UTM-Koordinaten kann der Anwender den Meridianstreifen oder die Zone bestimmen, in der die Werte ausgegeben werden sollen. Als Besonderheit ist als Streifen/Zone auch ein Fragezeichen anwählbar. Mit dieser Einstellung werden die Koordinaten in dem jeweiligen Streifen/Zone ausgegeben, in dem der jeweilige Punkt tatsächlich liegt.

Mit der Schaltfläche "Editor" kann sich der Anwender den Inhalt der jeweiligen Datei in einem von ihm wählbaren Editor (siehe auch Abschnitt 7.3.1 "Editor auswählen") ansehen und ggf. bearbeiten.

Das Format der geographischen Werte kann für die Eingabe- und die Ausgabedatei getrennt von einander über die jeweiligen Format-Schaltflächen in einem weiteren Fenster eingestellt werden. Mit der Festlegung des Ausgabeformats kann zusätzlich die Anzahl der auszugebenden Nachkommastellen der berechneten Werte angegeben werden (siehe auch Abschnitt 7.4.1 "Formate einstellen").

Ist "(Dummy)" aktiviert, werden ggf. hinter den Werten in der Eingabedatei vorhandene Daten in die Ausgabedatei übernommen. Eine Interpretation dieser Daten findet nicht statt.

5 Höhen und Undulationen

Allgemeines

Zur Berechnung ellipsozentrischer Koordinaten ist eine Höhenangabe erforderlich. Der Anwender kann dabei entweder eine ellipsoidische oder eine NN bzw. NHN-Höhe eingeben. Die ellipsoidische Höhe wird intern gegebenenfalls aus der eingegebenen NN/NHN-Höhe und einer Undulation ermittelt, die in einem Undulationsmodell interpoliert wird. Bei der Eingabe einer ellipsoidischen Höhe werden zur Information die interpolierte Undulation und die NN/NHN-Höhe berechnet. Wird keine Höhe eingegeben, so unterbleibt die Berechnung der ellipsozentrischen Koordinaten.

Die Undulationen werden mittels multiquadratischer Interpolation (vgl. STÜCKMANN, FRÖHLICH) nach der Lage der Punkte aus Undulationsmodellen abgeleitet. Für Berechnungen im Gebiet des Landes Nordrhein-Westfalen sind dazu 137 NWREF-Punkte mit Undulationen für NN und 153 Punkte (ausgewählte NWREF-Punkte, Punkte aus den Nachbarländern und DREF-Anschlusspunkte) für NHN(2004) integriert worden. Das bis zur TRABBI-Version 2.6 integrierte NHN-Modell 2003 kann über die Option "individuelles Modell" in dem Fenster der Systemdefinitionen geladen werden, da die Datei "Unnw2003.dat" auch weiterhin bei der Installation des Programms in das Anwendungsverzeichnis geschrieben wird. Das Gebiet der Bundesrepublik ist mit 105 ausgewählten DREF-Punkten abgedeckt. Die Undulationsstützpunkte liegen im ETRS 89 vor und werden bei Bedarf automatisch mit vorgegebenen Parametern ins DHDN 90 transformiert. Neben den diesen integrierten Modellen kann der Anwender eigene Undulationsmodelle verwenden (siehe auch Abschnitt: 8.3 "Undulationsdatei"), oder auch ohne ein Undulationsmodell rechnen.

Wenn eine ellipsoidische Höhe aus einer eingegebenen NN/NHN-Höhe berechnet wird, ist schon auf Grund des Undulationsmodell der NWREF-Punkte eine Genauigkeit von nicht besser als 3 Zentimeter zu erwarten. Bei dem DREF-Undulationsmodell ist die zu erwartende Genauigkeit nicht besser als ein Dezimeter. Dieser Genauigkeitsverlust überträgt sich auf alle daraus abgeleiteten Werte.

Das angewendete Verfahren der multiquadratischen Interpolation liefert innerhalb der durch die Stützpunkte abgedeckten Fläche plausible Werte. Es hat den Nachteil, dass Punkte außerhalb der Fläche mit wachsendem Abstand sehr schnell unzuverlässige Werte erhalten. Aus diesem Grund warnt TRABBI, wenn der zu berechnende Punkt außerhalb dieser Fläche liegt.

Die bestmögliche Bestimmung von NN/NHN-Höhen 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.

TRABBI-3D verhält sich wie folgt: Wird eine ellipsoidische Höhe im Startsystem direkt oder indirekt über ellipsozentrische Koordinaten eingegeben, so wird in der Dialogmaske im Zielsystem neben der ellipsoidischen Höhe auch die NN/NHN-Höhe berechnet und ausgegeben. Die Ausgabe der NN/NHN-Höhe im Startsystem unterbleibt. Wird im Startsystem eine NN/NHN-Höhe eingegeben, so wird diese unmittelbar für das Zielsystems übernommen, weil die NN/NHN-Höhen von den Lagebezugs-systemen des Start- und Zielsystems unabhängig sind.

Dem Anwender bleibt somit die Verantwortung über die Entscheidung, wie er NN/NHN-Höhen berechnen will. Bei einer Überführung von ETRS89-Koordinaten in das DHDN 90 wird zur Bestimmung der Lagekoordinaten die 3D-Transformation empfohlen, die Berechnung von NN/NHN-Höhen aus ETRS89-Werten sollte in einem separaten Schritt in der Umrechnung erfolgen.

6 Transformationen

6.1 Allgemeines

Die Transformationen sind ebenfalls als eigenständiger Funktionsbereich aufrufbar. Bei einer Transformation mit TRABBI werden die Koordinaten, die in einem bestimmten Bezugssystem vorliegen (Startsystem) in ein anderes Bezugssystem (Zielsystem) umgeformt. Dieser Vorgang wird auch als auch Datumsübergang oder Datumswechsel bezeichnet und wird in TRABBI mit einer 3D-Transformation durchgeführt.

Nachdem ein Anwender Start- und Zielsystem definiert hat, kann er über vorhandenen Stützpunkte (Punkte, deren Werte in Start- und Zielsystem bekannt sind) Transformationsparameter berechnen lassen. TRABBI verarbeitet dabei ohne zusätzlichen Aufwand für den Anwender alle Abbildungen, die aus dem Funktionsbereich der Umrechnungen bekannt sind. Alternativ kann er ihm bekannte Transformationsparameter direkt eingeben.

Zur Bestimmung der Transformationsparameter wird eine Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate (L2-Norm, Helmert-Transformation) gerechnet. Dabei werden die Koordinaten des Ausgangssystems als fehlerfrei, die des Zielsystems als fehlerhaft angenommen. Die bei der Ausgleichung bestimmten Unbekannten sind: 3 Translationsparameter, 3 Rotationswinkel und ein Maßstab (7-Parameter-Transformation).

Bei den Transformationsparametern wird die Translation ausgedrückt durch die Koordinaten des Koordinatennullpunkts des Startsystems im Zielsystem. Für die Definition der Drehwinkel ist die Reihenfolge der Drehungen entscheidend. Zuerst wird in der YZ-Ebene des Startsystems mit Epsilon X um die X-Achse gedreht. In dem daraus resultierenden System wird mit Epsilon Y um die Y-Achse gedreht und schließlich mit Epsilon Z um die Z-Achse des Zielsystems. Die Drehwinkel steigen mit Blick von den aufsteigenden Achsen auf den Koordinatennullpunkt linksdrehend. Als Maßstabsfaktor wird das Verhältnis einer Strecke im Zielsystem zu ihrer Länge im Startsystem bezeichnet.

Nach der Berechnung von Transformationsparametern kann sich der Anwender in der Graphik die Restklaffungen anzeigen lassen. Diese sollen ein Bild von den Netzspannungen vermitteln. Um die 3D-Werte der Restklaffungen ΔX , ΔY und ΔZ auf einem zweidimensionalen Bildschirm darzustellen, werden sie von TRABBI ins Horizontsystem umgerechnet (ΔOst , ΔNord und $\Delta \text{Höhe}$). Aus ΔOst und ΔNord wird die "Lagerestklaffung" mit Länge und Richtung gewonnen, während es sich bei $\Delta \text{Höhe}$ direkt um eine "Höhenrestklaffung" handelt. Neben der graphischen Darstellung kann sich der Anwender zu einzelnen Punkten die konkreten Werte anzeigen lassen oder alle Restklaffungen in eine Datei ausgeben.

Zur Berechnung ellipsozentrischer Koordinaten aus topozentrischen Koordinaten für die umzuformenden Punkte ist eine Höhenangabe erforderlich. Wie bei der Umrechnung kann der Anwender entweder eine ellipsoidische oder eine NN/NHN-Höhe eingeben. Die intern zur Berechnung notwendige ellipsoidische Höhe wird mittels Undulationsmodell ermittelt. Werden Punkte in topozentrischer Abbildung ohne Höhenangabe eingegeben, so verwendet TRABBI eine eingebbbare mittlere Verfahrenshöhe, um die Berechnungen durchführen zu können. Bei der ausschließlichen Verwendung der NWREF-Stützpunkte wird so immer noch eine Genauigkeit der topozentrischen Koordinaten im Dezimeterbereich erreicht, die Ausgabe von geozentrischen Koordinaten unterbleibt.

Um genaue Transformationsergebnisse erreichen zu können, ist in dem Transformationszweig von TRABBI eine Restklaffenverteilung eingebaut worden. Diese ist standardmäßig aktiviert, kann jedoch von dem Anwender ausgeschaltet werden. Für die umzuformenden Punkte werden die 3D-Restklaffungen aus den Restklaffungen der aktivierten Transformationsstützpunkte berechnet. Als Verfahren dient hier wiederum die multiquadratische Interpolation. Die Interpolation erfolgt nach der Lage der Punkte (2D), nicht nach ihrer Position im Raum (3D). Dadurch werden Extrapolationen außerhalb des die Stützpunkte umschließenden Polyeders verhindert, die sonst in der Praxis häufig vorkommen würden.

6.2 Festlegung von Start- und Zielsystem

Der Anwender kann im Hauptmenü unter "Transformationen - Start- Zielsystemdefinition" ein Fenster mit Wahlmöglichkeiten der zu benutzenden Ellipsoide und der Abbildungen für das jeweilige Start- und Zielsystem aufrufen.

Das damit aufgerufene Fenster ist wie das Definitionsfenster der Umrechnungen aufgebaut, nur dass hier der gleiche Aufbau einmal auf der rechten Seite für das Startsystem und einmal auf der linken Seite für das Zielsystem vorhanden ist. Lediglich der Bereich der Parameter für die graphische Darstellung ist nur im Startsystem vorhanden, da TRABBI nur die Werte des Startsystems dafür benutzt.

TRABBI - Start- und Zielsystemdefinition

Startsystem:

Systembezeichnung: DHDN 90

Ellipsoid:

- Bessel
- Hayford (international)
- WGS 72
- GRS 80 / WGS 84
- Krassowsky

Abbildung:

- Gauß-Krüger
- UTM

DHDN 90 ETRS 89

Undulationsdatei:

- NADREF 2000 (NN) NADREF 2004 (NHN)
- DREF - Modell
- individuelles Modell
- D:\Daten\Mayer\Undulationsr ...
- (ohne Undulationen rechnen)

graphische Darstellungen:

Parameter zum Kartenbezugssystem:

DHDN 90 nach DHDN 90

ändern

Zielsystem:

Systembezeichnung: ETRS 89

Ellipsoid:

- Bessel
- Hayford (international)
- WGS 72
- GRS 80 / WGS 84
- Krassowsky

Abbildung:

- Gauß-Krüger
- UTM

DHDN 90 ETRS 89

Undulationsdatei:

- NADREF 2000 (NN) NADREF 2004 (NHN)
- DREF - Modell
- individuelles Modell
- D:\Daten\Mayer\Undulationsr ...
- (ohne Undulationen rechnen)

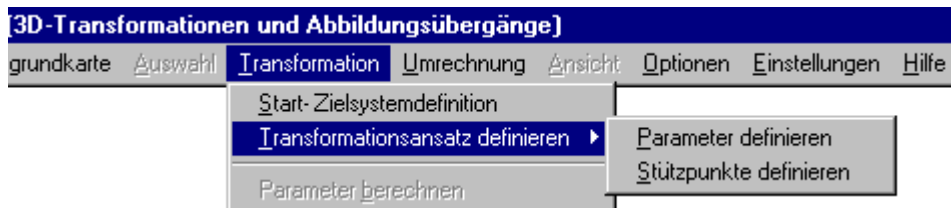
Abbrechen

OK

Definitionsmenü des Start- und Zielsystems einer Transformation

6.3 Festlegung des Transformationsansatzes

Nach der Festlegung des Start- und des Zielsystems kann der Anwender über das Menü festlegen, ob er mit vorhandenen Parametern rechnen möchte oder Transformationsstützpunkte verwenden will.



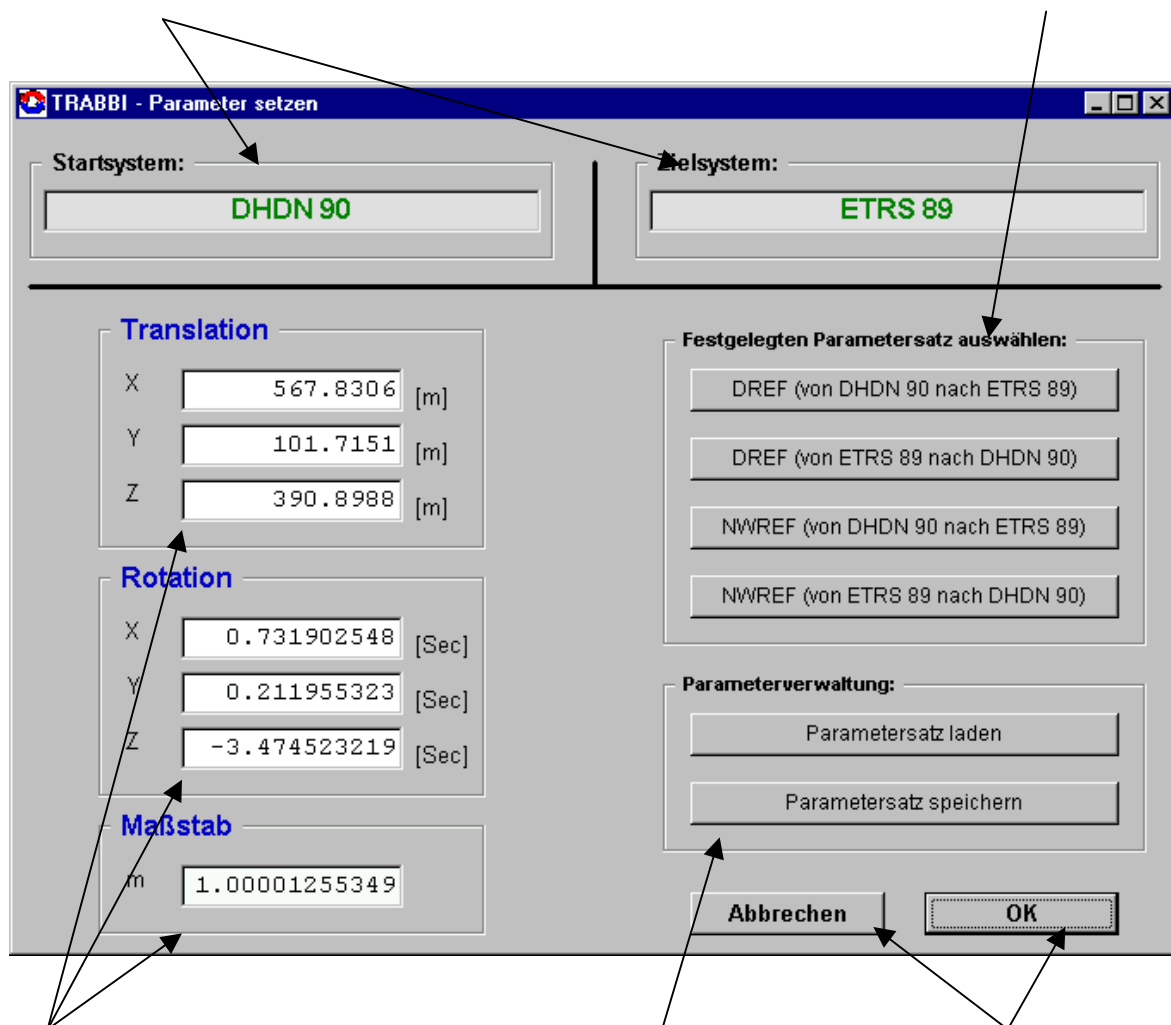
Hauptmenü mit aufgeklappten Untermenüs zur Definition des Transformationsansatzes

6.3.1 Transformation mittels Parameter

Will der Anwender mit vorgegebenen Parametern rechnen, so kann er individuelle Werte eingeben, oder fest vorgegebene Parameter nutzen. Da bei der Verwendung von vorgegebenen Parametern keine Werte für Stützpunkte vorhanden sind, ist in den anschließenden Berechnungen eine Restklaffenverteilung und eine graphische Darstellung der Klaffen nicht möglich. In dem folgenden Fenster kann der Anwender Transformationsparameter vorgeben:

Bezeichnung des Start- / Zielsystems

vordefinierte Parametersätze



Eingabefelder für die Transformationsparameter

Speicher- und Lademöglichkeit individueller Parametersätze

Kommandoschaltflächen

6.3.1.1 Bezeichnung des Start- / Zielsystems

Die Bezeichnungen des Start- und des Zielsystems dienen an dieser Stelle lediglich zur Information des Anwenders über die aktuellen Einstellungen. Sie werden aus der Definition des Start- und Zielsystems übernommen und sind hier nicht änderbar.

6.3.1.2 Vordefinierte Parametersätze

In TRABBI sind für die Transformation der Bezugssysteme DHDN 90 nach ETRS 89 und umgekehrt vier Parametersätze enthalten.

- Für die Transformationen im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland (West) werden Parametersätze vom DHDN 90 in das ETRS 89 und umgekehrt angeboten, die aus den Punkten des DREF-Netzes berechnet wurden. Wegen der Spannungen in den Stützpunkten und weil eine Restklaffenverteilung nicht möglich ist, wird nur eine Genauigkeit von 2 bis 3 Metern erreicht.
- Für die Transformationen im Gebiet des Landes Nordrhein-Westfalen werden ebenfalls feste Parametersätze vom DHDN 90 in das ETRS 89 und umgekehrt angeboten, die aus den Punkten des NWREF-Netzes berechnet wurden. Durch die hier vorliegenden Spannungen in den Stützpunkten, und weil auch hier eine Restklaffenverteilung nicht möglich ist, wird nur eine Genauigkeit von etwa einem halben Meter erreicht.

6.3.1.3 Eingabefelder für die Transformationsparameter

In die Eingabefelder kann der Anwender seine individuellen Transformationsparameter eingeben. Vorhandene Werte können beliebig abgeändert oder ergänzt werden.

Wegen der Wichtigkeit der Beachtung von Reihenfolge und Drehrichtung sei hier noch einmal auf die Beschreibung in Abschnitt: 6 "Allgemeines (Transformationen)" hingewiesen!

6.3.1.4 Speicher- und Lademöglichkeit individueller Parametersätze

Die in den Textfeldern angezeigten Transformationsparameter können für spätere Berechnungen, die mit den gleichen Parametern durchgeführt werden sollen, gespeichert werden. Sie werden dazu in eine frei wählbare ASCII Datei in folgender Form gespeichert:

```
# Parametersatz: ETRS 89 nach DHDN 90
# erstellt am: 11.11.02 um: 10:12:45 Uhr
-567.8213 -101.7247 -390.8941 -0.731906119 -0.211942994 3.474523971 0.99998744666
```

Die Reihenfolge und die Dimensionen der Daten entsprechen denen der Parameter in der Eingabemaske, also drei Translationen in Meter, drei Rotationen in Alt-Sekunden und ein einheitsloser Maßstab, getrennt durch min. ein Leerzeichen. Automatisch werden von TRABBI zwei Kommentarzeilen u.a. mit den Bezugssystembezeichnungen des Start- und Zielsystems, die den Parametersatz beschreiben, mit eingefügt.

Alle Dateien, die der vorangegangenen Beschreibung entsprechen, können selbstverständlich auch wieder eingelesen werden. Die hohe Anzahl der Nachkommastellen ist erforderlich, wenn man bei Transformationen mit eingelesenen oder eingegebenen Parametern rechentechnisch den Millimeter garantieren möchte.

6.3.1.5 Kommando-Schaltflächen

Die Kommando-Schaltflächen haben an dieser Stelle in TRABBI den unter WINDOWS üblichen Funktionsumfang. Mit der Schaltfläche "Abbrechen" werden alle seit dem Aufruf des Fensters gemachten Änderungen verworfen. Mit "OK" werden sie übernommen, und es kann mit der Umformung von Punkten begonnen werden.

6.3.2 Transformation mittels Stützpunkte

6.3.2.1 Definition der Transformationsstützpunkte

Der Anwender kann zur Bestimmung der Transformationsparameter Stützpunkte verwenden. Dabei hat er mehrere Möglichkeiten. Neben den mit TRABBI für das Land NRW ausgelieferten NWREF-Punkten kann der Anwender beliebig viele Stützpunkte im Dialog eingeben oder aus Dateien einlesen lassen:

The screenshot shows the 'TRABBI - Stützpunkte definieren' dialog box. It is divided into several sections. At the top, there are two dropdown menus: 'Startsystem:' set to 'DHDN 90' and 'Zielsystem:' set to 'ETRS 89'. Below these, there are two columns of options. The left column, 'Auswahl:', has two checked items: 'NWREF - Stützpunkte' with a value of 135 and a mean coordinate error of ± 0.20 [m], and 'individuelle Stützpunkte' with a value of 19 and a mean coordinate error of ± 0.10 [m]. The right column, 'Verwaltung individueller Stützpunkte:', has three buttons: 'eingeben', 'laden', and 'speichern'. At the bottom left, there is a 'mittl. Verfahrenshöhe:' section with a value of 500 [m]. At the bottom right, there are 'Abbrechen' and 'OK' buttons.

Verwaltungsmenü der Transformationsstützpunkte

Die Eingabe einzelner oder in Dateien vorliegender Punkte wird über die entsprechenden Schaltflächen gestartet.

Die NWREF-Stützpunkte können nur geladen werden, wenn als Start- und Zielgebiet eine Kombination von Bessel-Ellipsoid mit Gauß-Krüger-Abbildung und GRS 80-Ellipsoid mit UTM-Abbildung gewählt wurde, da die NWREF-Punkte nur zwischen den Bezugssystemen DHDN 90 und ETRS 89 verwendet werden können. Ein Zähler zeigt die Anzahl der aktuell geladenen Stützpunkte an.

Für die NWREF-Punkte und die individuellen Transformationsstützpunkte kann getrennt ein mittlerer Koordinatenfehler eingegeben werden. Neben einer daraus abgeleiteten Gewichtung der Stützpunkte bei der Berechnung der Transformationsparameter werden diese für einen statistischen Test nach Baarda verwendet. Dabei ist zu beachten, dass ein realistischer mittlerer Koordinatenfehler der NWREF-Stützpunkte für ganz NRW mit etwa 16 Zentimeter angenommen werden kann. Bei kleinräumigen Gebieten kann der Wert entsprechend kleiner angenommen werden.

In der Eingabemaske kann eine mittlere Verfahrenshöhe eingegeben werden. Werden bei den späteren Berechnungen Punkte in topozentrischer Abbildung ohne Höhenangabe eingegeben, so verwendet TRABBI diese mittlere Verfahrenshöhe, um die Berechnungen überhaupt durchführen zu können. Mit zunehmender Verkantung des Zielsystems gegenüber dem Startsystem gewinnt die Höhe zunehmend an Einfluss auf die Lage. Standardmäßig ist nach der Installation von TRABBI-3D die mittlere Verfahrenshöhe auf 500 m gesetzt. Vom Anwender eingegebene Werte bleiben sitzungsübergreifend erhalten.

Für einen Transformationsstützpunkt ist die Eingabe eines Punktkennzeichens und die Eingabe von Werten im Start- und im Zielsystem, welche die Berechnung von ellipsoidischen Koordinaten ermöglichen, Voraussetzung für die Übernahme in den Status als geladenen Punkt.

TRABBI - individuelle Transformationsstützpunkte eingeben

Systembezeichnung: | **Systembezeichnung:**

Punktidentifikation
PKZ

Gauß-Krüger Koordinaten
Rechts m
Hoch m

UTM Koordinaten
East m
North m

Geographische Koordinaten
Breite ° ' "
Länge ° ' "

Geographische Koordinaten
Breite ° ' "
Länge ° ' "

Ellipsoidische Höhe
ell. Höhe m

Ellipsoidische Höhe
ell. Höhe m

Höhe über NN und Undulation
NN-Höhe m
interpolierte Undulation m

Höhe über NN und Undulation
NN-Höhe m
interpolierte Undulation m

Ellipsozentrische Koordinaten
X m
Y m
Z m

Geozentrische Koordinaten
X m
Y m
Z m

Maske zur Eingabe einzelner Transformationsstützpunkte im Dialog

Die Transformationsstützpunkte können in allen Abbildungen eingegeben werden, die in TRABBI auch in den Umrechnungen möglich sind. Sie können im Start- und Zielsystem unterschiedlich sein.

TRABBI - Laden von individuellen Transformationsstützpunkten aus Dateien

Startsystem: DHDN 90

Zielsystem: ETRS 89

Eingabedatei der individuellen Transformationsstützpunkte im Startsystem:

...

Topozentrische Koordinaten
 Ellipsozentrische Koordinaten
Editor

Gauß-Krüger Koordinaten
 ellipsoidische Höhe
 Geographische Koordinaten
 NN-Höhe

Satzaufbau:

Eingabedatei der individuellen Transformationsstützpunkte im Zielsystem:

...

Topozentrische Koordinaten
 Geozentrische Koordinaten
Editor

UTM Koordinaten
 ellipsoidische Höhe
 Geographische Koordinaten
 NN-Höhe

Satzaufbau:

Maske zur Eingabe von Transformationsstützpunkten über Dateien

Das Format der geographischer Koordinaten ist mit der Schaltfläche "Format geographischer Koordinaten" individuell einstellbar (siehe auch Abschnitt 7.4.1 "Formate einstellen").

Die in TRABBI geladenen individuellen Transformationsstützpunkte können auch für weitere Verwendungen gespeichert werden. Die Daten werden in zwei Dateien abgelegt, getrennt nach Start- und Zielsystem. Damit sind sie auch weiter für TRABBI nutzbar.

Ausgabe individueller Transformationsstützpunkte

Die Ausgabedateien können automatisch durch Kommentarzeilen ergänzt werden, die den Inhalt der jeweiligen Stützpunktdatei beschreiben. Dazu braucht der Anwender lediglich die Systeminformationen eintragen zu lassen:

z.B.:

```
# Individuelle Transformationsstützpunkte
# =====
# von TRABBI erstellt am: 10.04.01 um: 12:05:31 Uhr
# Bezugssystem: DHDN 90 (Bessel und Gauß-Krüger)
#
#   PKZ           X           Y           Z
#
Eigen001      3974124.282      477296.448      4948354.791
....
....
```

Werden keine Systeminformationen ausgegeben, werden reine Punktlisten mit Punktkennzeichen, X, Y und Z ohne Kommentarzeilen erzeugt.

6.3.2.2 Auswahl von Transformationsstützpunkten

Sind alle gewünschten Transformationsstützpunkte geladen, so werden diese in einer Graphik am Bildschirm als Punktehimmel angezeigt. Standardmäßig sind direkt nach dem Laden der Punkte alle als an der Berechnung der Transformationsparameter teilnehmende Punkte markiert. Es besteht die Möglichkeit mit der Maus einzelne Punkte in der Grafik von den Berechnungen auszuschließen oder wieder als aktive Transformationsstützpunkte zu markieren.

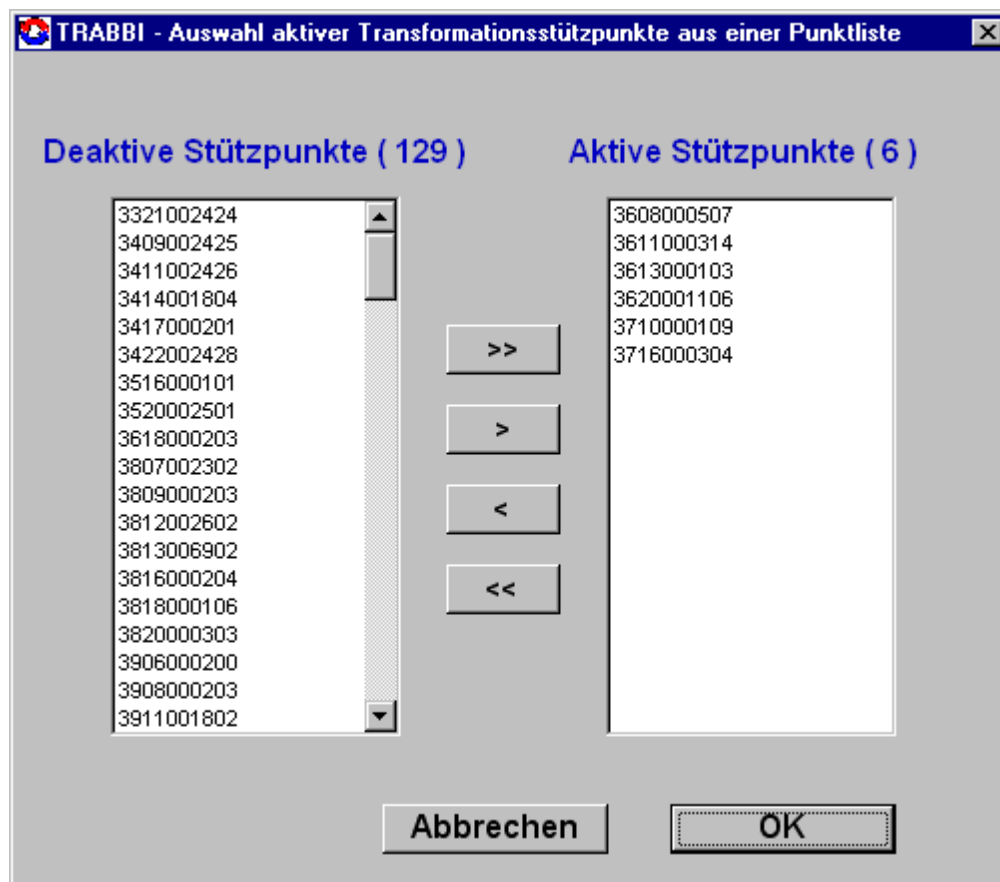
Teilnehmende und ausgeschlossene Stützpunkte werden in der Grafik farblich unterschieden (teilnehmende blau, ausgeschlossene gelb).

Zeigt der Mauszeiger auf eine Signatur eines Stützpunktes erscheint das Punktkennzeichen des betreffenden Punktes. Handelt es sich um einen NWREF-Stützpunkt, so erscheint das Punktkennzeichen auf gelben Hintergrund, bei individuellen Stützpunkten auf einem grünen Hintergrund.

Neben der Möglichkeit, mit der Maus einzelne Punkte in der Grafik als aktive/deaktive Transformationsstützpunkte zu markieren, kann der Anwender in dem Menüpunkt *Auswahl* mehrere Punkte gleichzeitig markieren.

Zur Zeit sind verschiedene Möglichkeiten realisiert:

- alle Punkte als Transformationsstützpunkte aktivieren
- alle Punkte als Transformationsstützpunkte deaktivieren
- die momentane Auswahl der aktiven/deaktiven Stützpunkte invertieren
- Auswahl über eine Punktliste im Dialog
- Liste von Punktkennzeichen aus einer Datei verwenden (auch aktuelle Auswahl speichern)



Selektion von Punkten in einer Punktliste

Mit den Schaltflächen mit den Pfeilsymbolen lassen sich einzelne markierte Punkte aus einer Liste in die jeweils andere verschieben, mit den Schaltflächen mit den doppelten Pfeilsymbolen wird immer eine komplette Liste in die andere verschoben. Es kann aber auch ein einzelnes Punktkennzeichen durch einen Doppelklick verschoben werden.

Bei der Auswahl der Punktkennzeichen (PKZ) über eine Liste in einer Datei wird der jeweils erste Wert einer Zeile als PKZ interpretiert und versucht unter den geladenen Punkten den entsprechenden Punkt zu markieren. Ggf. auftretende Fehler werden in der Protokolldatei vermerkt.

6.4 Berechnung der Transformationsparameter

Es sind für die Bestimmung der Transformationsparameter mindestens drei Stützpunkte notwendig. Sind alle gewünschten Stützpunkte als teilnehmende Punkte markiert, können über eine Menüfunktion die Transformationsparameter berechnet und angezeigt werden.

TRABBI - Ausgabe der Transformationsparameter

Startsystem: **DHDN 90** Zielsystem: **ETRS 89**

(aus 135 Stützpunkten berechnet)

Translation

X	567.8306	m	±	1.2343	m
Y	101.7151	m	±	1.5459	m
Z	390.8988	m	±	1.1920	m

Statistischer Test (Baarda)

Es wurden 4 grobe Fehler ermittelt

Rotation

X	0.731902548	Sec	±	0.044637	Sec
Y	0.211955323	Sec	±	0.046768	Sec
Z	-3.474523219	Sec	±	0.037725	Sec

Mittlere Gewichtseinheitsfehler

m0 (gesamt) = 0.8
m0 (NWREF) = 0.8
m0 (indi) = (nicht möglich !)

Maßstab

m	1.00001255349	±	0.0000001442
---	---------------	---	--------------

OK

Beispiel der Ausgabe berechneter Transformationsparameter

Neben der Ausgabe der Transformationsparameter werden dem Anwender das Ergebnis des statistischen Tests und die mittleren Gewichtseinheitsfehler mitgeteilt.

Ein grober Fehler wird dann vermutet, wenn die aus der Berechnung der Transformationsparameter abgeleiteten normierten Verbesserungen einen Wert größer als 2,0 bekommen haben. Wurden keine groben Fehler festgestellt, so ist der Hintergrund der Ergebnismeldung grün, bei vermuteten Fehlern rot. Die genauen Zahlenwerte kann der Anwender in übersichtlicher Form in der Protokolldatei einsehen, wenn die Protokollierung aktiviert ist (siehe auch Abschnitt 7.3.2 "Berechnungen protokollieren")!

Der mittlere Gewichtseinheitsfehler m_0 (gesamt) wird aus allen markierten Stützpunkten abgeleitet. Zudem werden mittlere Gewichtseinheitsfehler getrennt für die Gruppen der NWREF- und der individuellen Stützpunkte berechnet, sofern von den jeweiligen Stützpunktarten welche zur Berechnung herangezogen wurden. Die mittleren Gewichtseinheitsfehler geben Auskunft darüber, wie gut die eingegebenen mittleren Koordinatenfehler sich tatsächlich in der Ausgleichung verifizieren ließen. Der Hintergrund der mittleren Gewichtseinheitsfehler ist grün, solange das jeweilige m_0 zwischen 0.8 und 1.2 ermittelt worden ist. Liegen die Werte außerhalb dieser Schranken ist die Hintergrundfarbe rot. In diesem Fall sollten die vorgegebenen Werte noch einmal überprüft werden.

Können Baarda-Test oder mittlere Gewichtseinheitsfehler nicht berechnet werden, so sind die Bereiche der Ausgaben grau hinterlegt und als "Wert" wird "(nicht möglich)" ausgegeben.

Nach der Berechnung der Transformationsparameter können diese beliebig oft erneut auf dem Bildschirm ausgegeben werden. Eine Veränderung der Stützpunktauswahl oder der Start- / Zielsystemdefinition erfordert jedoch immer den Anstoß zu einer erneuten Berechnung der Parameter.

6.5 Transformation von Punkten

Sind die Transformationsparameter eingegeben oder berechnet, so können im Anschluss einzelne Punkte im Dialog oder größere Punktmengen über Dateieingaben transformiert werden.

System	Koordinatentyp	Parameter	Wert	Einheit	
Startsystem: ETRS 89	UTM Koordinaten	East	32344472.871	m	
		North	5671493.860	m	
	Geographische Koordinaten	Breite	51 ° 10 ' 25.30626	"	
		Länge	6 ° 46 ' 30.42447	"	
	Ellipsoidische Höhe	ell. Höhe	130.443	m	
	Höhe über NN und Undulation	NN-Höhe	84.512	m	
		interpolierte Undulation	45.931	m	
		Geozentrische Koordinaten	X	3979094.626	m
		Y	472725.809	m	
		Z	4945784.253	m	
	Zielsystem: DHDN 90	Gauß-Krüger Koordinaten	Rechts	2554251.132	m
			Hoch	5671255.865	m
Geographische Koordinaten		Breite	51 ° 10 ' 29.92271	"	
		Länge	6 ° 46 ' 33.07787	"	
Ellipsoidische Höhe		ell. Höhe	84.523	m	
Höhe über NN und Undulation		NN-Höhe		m	
		interpolierte Undulation		m	
		Ellipsozentrische Koordinaten	X	3978463.793	m
		Y	472702.766	m	
		Z	4945333.688	m	

Beispiel für die Transformation eines Einzelpunktes

Der Aufbau der Bildschirmmasken der Einzelpunkttransformation ist an dem Aufbau der Masken der Einzelpunktumrechnung angelehnt, nur dass hier Start- und Zielsystem nebeneinander dargestellt werden. Im Startsystem trägt der Anwender lediglich die Werte in einer ihm bekannten Abbildung ein. Alle daraus ableitbaren Werte in den anderen Abbildungen werden dann in beiden Systemen automatisch berechnet.

Bei der Transformation von Punkten aus Dateien kann der Anwender vorgeben, in welcher Abbildung seine umzuförmenden Daten vorliegen und in welcher Abbildung er die umgeförmten Werte ausgegeben haben möchte.

Beispiel für die Transformation von Punkten aus Dateien

Das Format der geographischen Werte kann für die Eingabe- und die Ausgabedatei getrennt von einander über die jeweiligen Format-Schaltflächen eingestellt werden. Mit der Festlegung des Ausgabeformats kann zusätzlich die Anzahl der auszugebenden Nachkommastellen der berechneten geographischen Werte angegeben werden. Die Anzahl der auszugebenden Nachkommastellen aller anderen Werte richtet sich nach dem entsprechenden Eintrag in der Initialisierungsdatei (siehe auch Abschnitt 8.4 "Initialisierungsdatei") und ist dort ggf. anpassbar.

Bei der Berechnung von Punkten aus Dateien schätzt TRABBI bei mehr als 250 Punkten die noch nötige Berechnungsdauer für die restlichen Punkte in Abhängigkeit der aktuellen Rechnerleistung. Diese Restzeitangabe wird in der Statuszeile ausgegeben. Die anfänglich ungefähre Zeitangabe wird mit zunehmender Berechnungsdauer immer zuverlässiger.

Ist "(Dummy)" aktiviert, werden ggf. hinter den Werten in der Eingabedatei vorhandene Daten in die Ausgabedatei übernommen. Eine Interpretation dieser Daten findet nicht statt.

6.6 Ausgabemöglichkeiten der Restklaffen

Berechnete Restklaffen können in eine Datei ausgegeben werden mit der Menüfunktion *Transformation | Restklaffen in Datei ausgeben*, oder über eine umfangreiche Graphikfunktion präsentiert und ggf. ausgedruckt bzw. geplottet werden. Für die Übergabe der Daten an die Graphikfunktion erstellt TRABBI jedes mal eine Graphikdatei "ZETrabbi.DAT". In den nachfolgenden Kapiteln ist die Graphikfunktion näher beschrieben.

6.6.1 Punktbezeichnungen

Punktbezeichnungen werden mit der Satzart 'PunktSignatur' in der Graphikdatei eingegeben. Dabei kann es sich um beliebige Zeichenketten (ohne Leerzeichen!) oder um Punktkennzeichen der ALK bzw. nach nordrhein-westfälischen Vorschriften handeln.

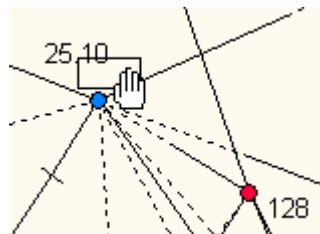
Bei ausschließlich numerischen Zeichenketten unterstellt das Programm ein Punktkennzeichen. Das wird stets verkürzt auf die Stellen 1 bis 5 (von rechts) ausgegeben.

Ausnahmen bilden dabei die Punktkennzeichen von TP. Diese erkennt das Programm, wenn sie 9- oder 10-stellig sind (TK als Nummerierungsbezirk) und an der 6. Stelle die Punktart 0 eingetragen ist. In diesem Fall werden die Stellen 1 bis 5 noch weiter untersucht: Ist die Unternummer (Stelle 1 und 2) gleich 00, so werden nur die Stellen 3 bis 5 als TP-Nummer ausgegeben. Anderenfalls erfolgt die Darstellung in der Form TP-Nummer.Unternummer.

Die Schriftart der Bezeichnungen, die Schrifthöhe bzw. der Schriftgrad usw. können getrennt für die Bildschirmdarstellung und den Plott unter *Optionen | Darstellung Objekte | Bezeichnungen, Punkte ...* eingestellt werden.

Eine automatische Punktnummernfreistellung ist nicht realisiert. Zu jedem einzelnen Punkt wird jedoch ein Offset rechts und ein Offset hoch verwaltet. Die Offsets beschreiben den Abstand zwischen der Position des Punktes und der linken oberen Ecke des Textfeldes mit der Bezeichnung. Ihre Einheit ist Prozent bezogen auf die Schrifthöhe, d. h. bei einer Änderung der Schrifthöhe ändert sich auch die Auswirkung der Offsets. Die Offsetangaben gelten sowohl für die Bildschirmdarstellung als auch für den Plott.

Die Offsets können in der Graphikdatei in den Datensätzen der Satzart 'PunktSignatur' für jeden Punkt angegeben werden. Ist hier kein Eintrag vorhanden, wirken die unter *Optionen | Darstellung Objekte | Bezeichnungen, Punkte ...* angegebenen Standardwerte. Die Bezeichnung eines Punkt kann aber auch individuell interaktiv verschoben werden. Dazu ist mit dem Mauszeiger auf die Bezeichnung zu fahren. Erscheint das Symbol der Hand, kann die linke Maustaste gedrückt werden. Sodann erhält das Textfeld mit der Bezeichnung einen Rahmen. Dieser kann mit gedrückter Maustaste auf die gewünschte Position geschoben werden:



Erscheint das Symbol der Hand über einer Punktbezeichnung und wird statt der linken die rechte Maustaste gedrückt, öffnet sich ein neues Textfeld, in dem die vollständige Punktbezeichnung (Punktkennzeichen) und je nach Auswahl der Objekte die Art des Punktes (Anschlusspunkt, Stützpunkt / Neupunkt) und die Punktwerte numerisch angezeigt werden.

Der Abruf der Punktinformationen ist auch möglich, wenn unter Objekte die Darstellung der Punktbezeichnungen ausgeschaltet wurde.

Die Einstellungen für die Schriftart der Punktbezeichnungen, die Schrifthöhe usw. sowie die Standardwerte für die Offsets werden für alle Präsentationen geltend gespeichert.

6.6.2 Punktsignaturen

Als Punktsignaturen werden zur Zeit nur Kreise dargestellt. Mit den Kennungen für Punktart, Ordnung und Anschlusspunkt / Neupunkt in den Datensätzen der Satzart 'Punktsignatur' lassen sich Größe und Farbe der Kreise variieren.

Mit Punktart und Ordnung lassen sich die Punkte in vier Gruppen einteilen, für die unterschiedliche Kreisgrößen eingestellt werden können: Alle Punkte mit Punktart 0 werden TP zugeordnet. Punkte mit Punktart 1 gelten als AP, bei denen durch die Ordnung AP(1) und AP(2) unterschieden werden können. Andere Kennungen klassifizieren sonstige Punkte. Diese Gruppeneinteilung findet sich wieder für die Einstellungen unter *Optionen | Darstellung Objekte | Bezeichnungen, Punkte ...*. Sie dient aber nur als Anhalt, die tatsächliche Bedeutung kann variabel gehandhabt werden.

Die Radien der Punktsignaturen lassen sich für jede Gruppe und getrennt für Bildschirm und Plott einstellen. Diese Einstellungen werden für alle Präsentationen geltend gespeichert.

Die Farbe der Punktsignaturen richtet sich nach der Kennung für Anschluss- / Neupunkt im Datensatz 'Punktsignatur'. Anschlusspunkte werden blau, Neupunkte rot dargestellt. Auf einem Schwarz-Weiss-Drucker wird stattdessen ein gefüllter bzw. ein offener Kreis verwendet.

Die Information über Anschluss- / Neupunkt aus den Datensätzen 'Punktsignaturen' bestimmen die Darstellung der Punkte. Damit ergänzen sie die Darstellung von Netzrissen um die Netzdefinition. Die entsprechenden Angaben bei Restklaffungen haben nur Einfluss auf die Farbe bzw. die Strichstärke der Vektoren.

Ist die Darstellung von Punktsignaturen unter Objekte ausgeschaltet, wird jeweils nur ein kleiner Punkt dargestellt.

6.6.3 Punktwerte

Unter Punktwerten werden hier Lagerestklaffungen und Höhenrestklaffungen verstanden. Jede Gruppe kann für sich unter *Objekte* zur Darstellung ausgewählt werden. Restklaffungen lassen sich in Lage und Höhe auch gemeinsam auswählen.

Lagerestklaffungen werden in der Eingabe durch ihre Komponenten im Rechts- und im Hochwert beschrieben. Es wird jedoch stets der resultierende Vektor ausgegeben. Höhenrestklaffungen werden als Vektoren nach Nord oder Süd (d. h. mit konstantem Rechtswert) angezeigt.

Die Länge der Vektoren auf dem Bildschirm richten sich nach den Maßstäben, die für den Plott eingestellt sind, und zwar sowohl nach dem Maßstab für die jeweiligen Punktwerte als auch nach dem Maßstab des Grundrisses. Die Maßstabseinstellungen für die Punktwerte und den Grundriss sind unter *Optionen | Darstellung Objekte | Vektoren Lage* und *| Vektoren Höhe* zu finden.

Unter *Optionen | Darstellung Objekte | Vektoren ...* können für jede Gruppe die zu verwendende Strichstärke und die Farbe gewählt werden. Bei den Restklaffungen kann dabei auch noch nach Anschluss- bzw. Stützpunkten und Neupunkten unterschieden werden. Diese Angaben bestimmen nur die Darstellung der Vektoren, nicht die der Punkte. Diese sind abhängig von den Einträgen in den Datensätzen der Satzart 'Punktsignatur'.

Sollen Anschluss- oder Neupunktswerte nicht dargestellt werden, kann deren Strichstärke auf Null gesetzt werden.

Zur Anpassung an die unterschiedlichen Auflösungen der Drucker kann ein Überhöhungsfaktor für die Strichstärke eingestellt werden. Dieser ist identisch mit dem Überhöhungsfaktor für die Strichstärke von Beobachtungen unter *Optionen | Darstellung Objekte | Beobachtungen* im Plott.

Strichstärken, Farben und Überhöhungsfaktor werden für alle Präsentationen geltend gespeichert.

6.6.4 Nummerierungsbezirke

Unter Objekte kann eingestellt werden, ob als Nummerierungsbezirke TK 25, Kilometerquadrate oder keine generiert werden sollen. Die Beschriftung kann ein- und ausgeschaltet werden. Die unterschiedliche Bezeichnung der Kilometerquadrate nach ALK- oder nordrhein-westfälischen Vorschriften wird in der Auswahl angeboten.

Die Grenzen und Bezeichnungen der Nummerierungsbezirke orientieren sich in der Praxis derzeit noch am Bezugssystem DHDN (z. B. Netz 77). Sind die anderen Objekte in einem anderen Bezugssystem koordiniert, können die DHDN-Nummerierungsbezirke näherungsweise in dieses Bezugssystem transformiert werden. Dazu ist das Bezugssystem der Objekte einzustellen. Für den Datumsübergang in das ETRS 89 wird ein Standardparametersatz vorgegeben, der in Nordrhein-Westfalen Transformationen mit einer Genauigkeit von wenigen Metern ermöglicht. Andere Transformationsparameter können unter *Optionen | Verwaltungsgrenzendatei, Datumsübergänge* erfasst werden.

Das Programm bietet für die Darstellung von Kilometerquadraten von sich aus einen Meridianstreifen an. Interaktiv kann der Anwender einen Nachbarstreifen wählen.

Das Fehlen von Nummerierungsbezirksgrenzen, obwohl gewünscht, oder das Fehlen der Bezeichnungen deuten darauf hin, dass das Bezugssystem oder der Meridianstreifen nicht richtig definiert sind.

Die Schriftart der Nummerierungsbezirksbezeichnungen, die Schrifthöhe bzw. der Schriftgrad usw. können getrennt für die Bildschirmdarstellung und den Plott unter *Optionen | Darstellung Objekte | Bezeichnungen, Punkte ...* eingestellt werden. Mit der Schriftfarbe wird auch die Farbe der Nummerierungsbezirksgrenzen festgelegt. Diese Einstellungen werden für alle Präsentationen geltend gespeichert.

Die Standardposition für die Beschriftung ist die linke untere Ecke des Nummerierungsbezirks. Die Beschriftung kann interaktiv verschoben werden. Dazu ist mit dem Mauszeiger auf eine Bezeichnung zu fahren. Erscheint das Symbol der Hand, kann die linke Maustaste gedrückt werden. Sodann erhält das Textfeld mit der Bezeichnung einen Rahmen. Dieser kann mit gedrückter Maustaste auf die gewünschte Position geschoben werden. Im Allgemeinen sind die Änderungen sinnvoll vorzunehmen, bevor die Zeichnung für den Plott aufbereitet wird.

Erscheint das Symbol der Hand über einer Nummerierungsbezirksbezeichnung und wird statt der linken die rechte Maustaste gedrückt, öffnet sich ein neues Textfeld, in dem alle vier Bezeichnungen der zugehörigen Ecke angezeigt werden. Der Abruf der Nummerierungsbezirksbezeichnung ist auch möglich, wenn unter Objekte die Ausgabe der Bezeichnungen ausgeschaltet wurde.

6.6.5 Verwaltungsgrenzen

Um neben den Nummerierungsbezirken einen weiteren Raumbezug der ausgewählten Objekte zu erhalten, können Verwaltungsgrenzen dargestellt werden.

Die Verwaltungsgrenzen werden bei jeder Bildschirm- bzw. Plotterausgabe aus einer externen Datei gelesen. Es ist eine Verwaltungsgrenzendatei voreingestellt, in der für Nordrhein-Westfalen die Grenzen des Bundeslandes, der Regierungsbezirke, der kreisfreien Städte bzw. Kreise und der Gemeinden sowie die abgehenden Grenzen der Nachbarstaaten bzw. Nachbarländer enthalten sind.

Unter Objekte kann die Verwaltungsebene bestimmt werden, bis zu der die Grenzen ausgegeben werden sollen.

Mit *Optionen | Verwaltungsgrenzendatei, Datumsübergänge* kann eine andere Verwaltungsgrenzendatei ausgewählt werden. Enthält diese noch andere Verwaltungseinheiten, sind sie unter *sonstige (1)* bis *sonstige (3)* abzurufen.

Auch für die Darstellung der Verwaltungsgrenzen ist anzugeben, in welchem Bezugssystem die anderen Objekte koordiniert sind, um gegebenenfalls eine näherungsweise Datumstransformation vornehmen zu können. Für den Datumsübergang vom DHDN in das ETRS 89 wird ein Standardparametersatz vorgegeben, der in Nordrhein-Westfalen Transformationen mit einer Genauigkeit von wenigen Metern ermöglicht. Andere Transformationsparameter können unter *Optionen | Verwaltungsgrenzendatei, Datumsübergänge* erfasst werden.

Strichstärke und Farbe einer jeden Grenzart können *unter Optionen | Darstellung Objekte | Verwaltungsgrenzen* gewählt werden. Bei Ausgabe auf einem Schwarz-Weiss-Plotter richtet sich der Grauwert einer Grenze nach der eingestellten Farbe.

Zur Anpassung an die unterschiedlichen Auflösungen der Drucker kann ein Überhöhungsfaktor für die Strichstärke eingestellt werden. Dieser ist identisch mit dem Überhöhungsfaktor für die Strichstärke von Beobachtungen und Vektoren im Plott.

Strichstärken, Farben und Überhöhungsfaktor werden für alle Präsentationen geltend gespeichert.

6.6.6 Einstellungen Verwaltungsgrenzendatei, Datumsübergänge

Die Auswahl der Verwaltungsgrenzendatei sowie die Einstellungen für den Raumbezug der Verwaltungsgrenzen und der Nummerierungsbezirke im DHDN können unter *Optionen | Verwaltungsgrenzendatei, Datumsübergänge* vorgenommen werden:

Für Meridianstreifen- bzw. Zonentransformationen und Datumsübergänge sind die Dimensionen des Bezugsellipsoides und die geodätische Abbildung der Verwaltungsgrenzendatei anzugeben.

Für die Datumsübergänge sind jeweils vier Parameter, getrennt durch Leerzeichen, anzugeben. Die Parameter beschreiben die Umrechnung geographischer Koordinaten vom Bezugssystem der Verwaltungsgrenzen bzw. der Nummerierungsbezirke in das Bezugssystem der übrigen, vorgegebenen Objekte. Sie basieren auf den folgenden, sehr stark vereinfachten Umrechnungsformeln:

$$\rho_o^0 = \rho_i^0 + P_1'' / 3600''^{/0} + P_2'' * (\rho_i^0 - 50^0) / 3600''^{/0}$$

$$\lambda_o^0 = \lambda_i^0 + P_3'' / 3600''^{/0} + P_4'' * \lambda_i^0 / 3600''^{/0}$$

mit

- ρ_o, λ_o : Koordinaten im Bezugssystem der übrigen Objekte (geographische Koordinaten in Altgrad)
- ρ_i, λ_i : Koordinaten im Bezugssystem der Verwaltungsgrenzen bzw. des DHDN der Nummerierungsbezirke (geographische Koordinaten in Altgrad)
- $P_1 \dots P_4$: Parameter 1 bis 4 (in Altsekunden)

Die Verwaltungsgrenzendatei, mit der gearbeitet werden soll, kann in diesem Formular angegeben werden. Voreingestellt ist eine Datei, die für Nordrhein-Westfalen die Grenzen des Bundeslandes, der Regierungsbezirke, der kreisfreien Städte bzw. Kreise und der Gemeinden sowie die abgehenden Grenzen der Nachbarstaaten bzw. Nachbarländer umfasst. Diese Datei enthält keine redundanten Grenzabschnitte.

Mit dem Programm wird noch eine zweite Datei ausgeliefert, die die vollständigen Umringe der Verwaltungseinheiten in Nordrhein-Westfalen enthält. Die Datei kann genutzt werden, um zum Zwecke der Laufzeitoptimierung nicht benötigte Einheiten auszuschließen oder anwenderspezifische, eigene Einheiten (Gemarkungen, Fluren, Transformationsverfahren usw.) zu erfassen. Diese Einheiten sind mit den Objektartkürzeln SO1, SO2, SO3 zu versehen, um sie unter Objekte mit *sonstige (1)* bis *sonstige (3)* ansprechen zu können.

Um eine veränderte Verwaltungsgrenzendatei zur Laufzeitoptimierung wiederum von redundanten Grenzabschnitten zu befreien, kann die Schaltfläche *Optimieren* benutzt werden. Achtung: für diesen Vorgang ist mit erheblichen Laufzeiten zu rechnen!


6.6.7 Bildfunktionen


Das Programm kennt zwei Modi der Bildschirmanzeige. Beim Starten der Grafikfunktion arbeitet das Programm in einem Analysemodus. Das Klicken auf *Plotten* im Hauptmenü schaltet in den Plottmodus, aus dem wiederum in den Analysemodus zurückgeschaltet werden kann.

Der Analysemodus erlaubt ein Vergrößern des Bildausschnittes auf dem Bildschirm. Während dabei die Länge von Vektoren bzw. die Größe von Fehlerellipsen im Verhältnis zum Grundriss erhalten bleibt, wird für Punktsignaturen und Bezeichnungen die absolute Größe angehalten, so dass eine detailliertere Ansicht entsteht. Zum Navigieren dienen das Verkleinern und das Verschieben des Bildes sowie das Wiederherstellen der Gesamtansicht.

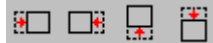
Vergrößerungen sind zum einen möglich durch das "Aufziehen" eines Fensters. Dazu muss der Mauszeiger als Pfeil dargestellt sein (das Handsymbol über einer Bezeichnung bewirkt deren Verschiebung). Beim Drücken der linken Maustaste wird als Zeiger ein Kreuz dargestellt, mit dem nun der Bildausschnitt markiert werden kann.

Nach dem Loslassen der Maustaste wird der gewählte Ausschnitt dem Format des Programmfensters angepasst, so dass mindestens der gewählte Ausschnitt gezeigt wird.


Eine zweite Möglichkeit zu vergrößern bietet das Klicken auf das Lupensymbol  in der Symbolleiste. Es führt zu einer doppelt so großen Darstellung, zentriert auf die Bildmitte.

Dementsprechend bewirkt das Klicken auf das Lupensymbol  eine Verkleinerung. Diese Funktion ist auch über das Menü mit *Ansicht | Verkleinern (1/2)* erreichbar.


Über die Symbolleiste sind Funktionen zum Verschieben des Bildes nach rechts, links, oben und unten auszuführen:



Mit *Ansicht | Gesamtansicht* oder  wird die Darstellung aller Objekte des aktuellen Netzteils der Größe des Programmfensters angepasst.

Die jeweils letzte Bildfunktion bzw. das letzte Verschieben einer Bezeichnung lässt sich mit *Ansicht | Rückgängig* oder  revidieren.

6.6.8 Plotten

Die Vorbereitung von Plotts ist mit *Plotten* im Hauptmenü einzuleiten. Dabei schaltet das Programm die Bildschirmdarstellung vom Analysemodus auf den Plottmodus um. Für die Rückkehr in den Analysemodus, ist *Plotten | Abbrechen* oder  zu klicken.

Der Plottmodus dient dazu, die Situation, wie sie sich auf den zu plottenden Blättern darstellt, vorab auf dem Bildschirm zu kontrollieren. Dazu zeigt der Bildschirm stets eine Gesamtansicht, die Bildfunktionen sind nicht mehr zu bedienen.

Wird der unter *Optionen | Anwendungsdrucker* eingestellte Drucker als Farbdruker erkannt, bleiben die eingestellten Farben erhalten. Anderenfalls reduziert sich auch die Bildschirmanzeige auf schwarz-weiß. In diesem Fall sollten unterschiedliche Strichstärken gewählt werden.

Die Textfelder für die Bezeichnungen werden den unter *Optionen | Darstellung Objekte | Bezeichnungen, Punkte im Plott* angegebenen Größen angepasst. Da die Druckerfonts im Allgemeinen nicht mit den verfügbaren Bildschirmfonts entsprechen, werden die Textfelder als Platzhalter schwarz gefüllt. Die Möglichkeiten, mit der rechten Maustaste Informationen zu den Nummerierungsbezirken und Punkten abzurufen und mit der linken Maustaste die Textfelder zu verschieben, bleiben erhalten.

Weiterhin wird automatisch die bedruckbare Fläche ermittelt, die vom aktuellen Papierformat im Anwendungsdrucker abhängt. Davon wird der für die Legende benötigte Platz abgezogen. Die verbleibende Fläche bildet die Grundlage zur Berechnung der Anzahl der Blätter, die für den Plott benötigt werden. Die Blätter werden graphisch auf dem Bildschirm angezeigt, und zwar in schwarz bei einem Farbdruker, in rot bei einem Schwarz-Weiss-Drucker. Die Anzahl der Blätter nach rechts und oben wird auch im Formular unter *Plotten | Einstellungen* numerisch angezeigt.

6.6.9 Maßstab, Plotternullpunkt, Anzahl Blätter

Bei Änderungen in der Auswahl oder der Darstellung der Objekte ermittelt das Programm neue Maximal- und Minimalkoordinaten. Diese umschließen den Grundriss des Netzteils, aber auch alle darzustellenden Objekte (z. B. Bezeichnungen in ihren Schrifthöhen und -breiten, Vektoren unter Berücksichtigung ihres Maßstabs und des Maßstabs des Grundrisses).

Wird ein Netzteil zum ersten Mal zum Plotten aufgerufen, und finden sich in der Graphikdatei keine Vorgaben zum Maßstab usw., schlägt das Programm einen Maßstab vor. Es wird der größtmögliche Maßstab zwischen 1:100 000 und 1:100 bestimmt, mit dem das durch die Maximal- und Minimalkoordinaten beschriebene Rechteck auf ein Blatt des Druckers passt. Ermöglicht das Querformat einen größeren Maßstab, wird diese Druckerausrichtung dem Hochformat vorgezogen. Statt eines Maßstabs kleiner 1:100 000 werden mehrere Blätter vorgeschlagen.

Ein eingestellter oder vorgeschlagener Maßstab kann, wie die Druckerausrichtung unter *Plotten | Einstellungen* abgeändert werden:



Die Maßstäbe für die Vektoren können unter *Optionen | Darstellung Objekte | Vektoren ...* geändert werden. Hier gibt es alternativ zu *Plotten | Einstellungen* die Möglichkeit, den Maßstab des Grundrisses zu verändern.

Im Standardfall liegt das Objekt mit dem kleinsten Rechtswert an der linken Kante des ersten bzw. einzigen zu plottenden Blattes, das Objekt mit dem kleinsten Hochwert an der unteren Kante. D. h. der Plotternullpunkt ist identisch mit den Minimalkoordinaten. Dieser Plotternullpunkt lässt sich verschieben: Dazu muss der Mauszeiger als Pfeil dargestellt sein (nicht als Hand über einer Bezeichnung). Beim Drücken der linken Maustaste wird als Zeiger nun die Hand dargestellt (anstelle des Kreuzes beim Vergrößern im Analysemodus). Die Bewegung der Maus mit gedrückter Taste verschiebt die Darstellung der Blatteinteilung. Nach dem Loslassen der Maustaste ist der Plotternullpunkt neu festgelegt. Alle Objekte links oder unterhalb des Nullpunktes werden nicht geplottet.

Um den Plotternullpunkt wieder in seine Standardlage auf die Minimalkoordinaten zu setzen, kann die Funktion *Plotten | Plotternullpunkt anpassen* verwendet werden. Die gleiche Funktion findet sich auch im Formular unter *Plotten | Einstellungen* als Kontrollkasten.

Ein Verschieben des Plotternullpunktes bewirkt eine Neuberechnung der Anzahl der zu plottenden Blätter und ihre Darstellung auf dem Bildschirm. Die Anzahl in rechts und hoch wird automatisch so angepasst, dass die Objekte, die die Maximalkoordinaten festlegen, noch geplottet werden. Die vom Programm berechnete Anzahl der Blätter wird im Formular unter *Plotten | Einstellungen* in Klammern angezeigt. Soll tatsächlich eine andere Anzahl von Blättern geplottet werden, lässt sich die Automatik mit dem entsprechenden Kontrollkasten ausschalten. In diesem Fall ist die Anzahl explizit vorzugeben. Diese Option, in Zusammenhang mit der Wahl des Plotternullpunktes, lässt sich nutzen, um z. B. weite Fernziele vom Plott auszuschließen.

Hinweis: Bezeichnungen in Textfeldern, die von den Kanten der Blätter im Plott angeschnitten werden, werden nicht ausgegeben!

6.6.10 Start des Plotts

Die Ausgabe eines Netzteils auf den Drucker ist mit *Plotten | aktuelles Netzteil plotten* zu starten.

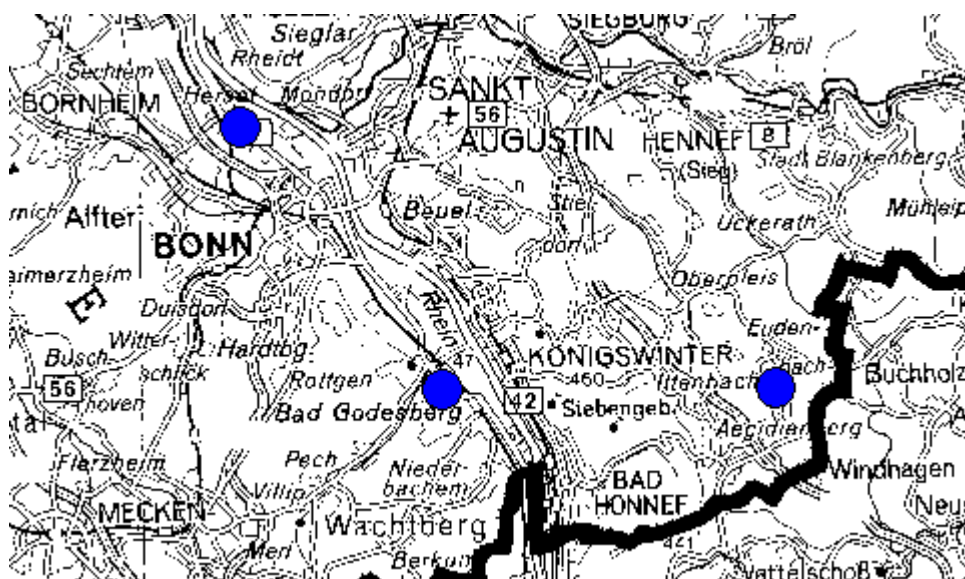
7 Sonstige Programmfunktionen

7.1 Allgemeines

In TRABBI sind eine Reihe von Einstellmöglichkeiten realisiert, die das Programm flexibel und komfortabel machen. Diese Hilfsmittel sind über die Menüsteuerung in den Menüpunkten: *Hintergrundkarte, Auswahl, Optionen* und *Einstellungen* zu erreichen.

7.2 Hintergrundkarte

Mit dem Menüpunkt *Karten* kann der Anwender im Bereich von Nordrhein-Westfalen von der Standardgrafik, einer kleinen Übersichtskarte, auf eine detaillierte große Karte mit einem kleineren Maßstab umschalten. Hierbei handelt es sich um eine Straßenkarte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1 : 500 000 mit dem Grundriss. Ihr großer Detailreichtum (ca. 30 MB Speicherbedarf im Arbeitsspeicher!) bedeutet jedoch erheblich längere Präsentationszeiten und kann auf kleineren Rechnern zu Laufzeitproblemen führen.



Ausschnitt aus der "ÜK 500 S/W" mit 3 aktiven Transformationsstützpunkten

Achtung: Bei jeder Programmoperation, bei der Bildschirminformationen gelöscht werden müssen, wie z.B. beim deaktivieren der Restklaffenanzeige, wird die Hintergrundkarte erneut aufgebaut!

Es können durch das Landesvermessungsamt NRW für einen Anwender z.Zt. zwei weitere Hintergrundkarten eingebaut werden. Die Spezifikationen dieser Karten sind ggf. direkt mit dem Landesvermessungsamt abzuklären.

Als weitere Möglichkeit kann der Anwender bei der Präsentation der Punkte auf eine Hintergrundkarte verzichten. Standardmäßig werden dann zuerst immer alle geladenen Punkte auf einem neutralen Hintergrund angezeigt. Mit der Maus kann dann ein Ausschnitt ausgewählt werden, der dann vergrößert am Bildschirm dargestellt wird. Alle Funktionen der Auswahl von Punkten bleiben wie auf den Hintergrundkarten erhalten. Über den Menüpunkt *Ansicht* kann der Anwender jederzeit zur Gesamtansicht aller Punkte zurückkehren, oder die Größe des angezeigten Ausschnitts stufenweise halbieren.

Bei der Darstellung der Punkte auf einer Hintergrundkarte kann das Problem auftreten, dass die darzustellenden Punkte in einem anderen Bezugssystem vorliegen als dem der aktuellen Karte. Dieses Problem wird in TRABBI ebenfalls durch eine 3D-Transformation gelöst. Dazu sind in der Initialisierungsdatei zu jeder Karte einige Parametersätze gespeichert. Einen passenden Parametersatz versucht TRABBI über die aktuellen Bezeichnungen des Umrechnungs- und des Startsystems zu finden. Ist für eine Bezeichnung kein Parametersatz vorhanden, so kann der Anwender einen Parametersatz auswählen. Eine Darstellung ohne eine Transformation ist ebenfalls möglich. In der Regel wird mit groben Näherungswerten oder ganz ohne Transformation immer noch eine ausreichend genaue Positionierung der Punkte in einer Hintergrundkarte erreicht. Die Einstellmöglichkeit wird ihm über den Menüpunkt "Darstellungen in den Karten" im Menü "Hintergrundkarte" geboten.

TRABBI - Transformationsparameter für die graphische Darstellung

Transformationen | Umrechnungen

Bezugssystem der aktuellen Hintergrundkarte:

Bezeichnung: DHDN 90

Aktuelles Startsystem:

Bezeichnung: DHDN 90

Graphische Darstellung der Punkte

ohne Transformation rechnen

mit dem folgenden Transformationsparametersatz rechnen:

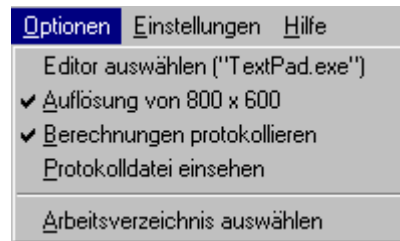
DHDN 90

Abbrechen OK

Einstellmöglichkeit der Transformationsparameter für die graphische Darstellung der Punkte

7.3 Optionen

Im Menü Optionen sind Wahlmöglichkeiten zusammengefasst, die programmtechnischer Natur sind.



Aufgeklapptes Menü der Optionen

7.3.1 Editor auswählen

Bei der Transformation und der Umrechnung von Punkten aus Dateien wurde die Möglichkeit geschaffen, die Ein- und Ausgabedateien direkt mit einem Editor zu bearbeiten bzw. anzeigen zu lassen. Als Standardeditor bietet TRABBI den Editor *Notepad* an, der in der Regel automatisch mit dem Betriebssystem installiert wird. Möchte man ein anderes Textverarbeitungsprogramm verwenden, so kann dies mit der Menüfunktion *Editor auswählen* geschehen. Voraussetzung ist lediglich, dass das angegebene Programm mit dem Dateinamen als Parameter gestartet werden kann.

7.3.2 Auflösung von 800 x 600

TRABBI wurde für eine Bildschirmauflösung von 1024 x 678 Pixel realisiert. Bei einer Auflösung von 800 x 600 Pixel passen einige Fenster nicht mehr komplett auf den Bildschirm. Wird diese Einstellung aktiviert, so werden die betroffenen Fenster so komprimiert angezeigt, dass sie bei einer Auflösung von 800 x 600 Pixel noch vollständig zu sehen sind, indem die Abstände der einzelnen Felder auf dem Fenster reduziert werden. Änderungen der Einstellung werden sitzungsübergreifend gespeichert.

7.3.3 Berechnungen protokollieren

Der Anwender kann durch Aktivierung dieser Menüfunktion zusätzlich zu den normalen Bildschirm- oder Dateiausgaben ein ausführliches Protokoll anlegen lassen. Durch die Aktivierung/Deaktivierung der Funktion während eines Programmlaufs kann er dabei steuern, welche ausgewählten Berechnungen er protokollieren möchte. Nach der Installation von TRABBI ist die Protokollierung eingeschaltet. Änderungen der Einstellung werden sitzungsübergreifend gespeichert.

Die Protokolldatei enthält z.B. die Transformationsparameter, eine Liste der verwendeten Transformationsstützpunkte, Hinweise, ob Transformationen mit oder ohne Restklaffenverteilung gerechnet wurden, usw.

Bei Berechnungen mit Punkten aus Dateien bricht TRABBI nicht bei der ersten Fehlermeldung oder Warnung ab. Bei aktivierter Protokollierung werden Fehler und Warnungen zusätzlich zu einem kurzen Eintrag in der jeweiligen Ausgabedatei ausführlich in der Protokolldatei gesammelt. Mit den Informationen der Protokolldatei sollten sich alle evtl. vorhandenen Fehler in der Eingabedatei auf einmal beheben lassen.

Die Protokolldatei wird immer unter dem Namen TRABBI.LIS im Arbeitsverzeichnis gespeichert. Sie wird automatisch beim Programmstart angelegt, d.h. eine evtl. bereits existierende Datei wird überschrieben. Wird das Arbeitsverzeichnis gewechselt, wird die Protokolldatei im alten Verzeichnis geschlossen und eine neue Protokolldatei im neuen Arbeitsverzeichnis angelegt.

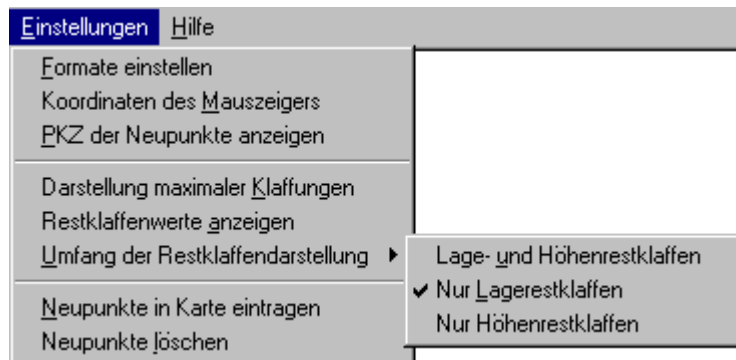
Bei der Beendigung von TRABBI wird die aktuelle Protokolldatei geschlossen. Sie kann jedoch jederzeit über die Menüfunktion "Protokolldatei einsehen" mit dem eingestellten Editor betrachtet werden.

7.3.4 Arbeitsverzeichnis auswählen

Das Arbeitsverzeichnis wird bei jeder Dateiauswahl als Standardpfad angeboten. Außerdem wird in diesem Verzeichnis die Protokolldatei gespeichert. Nach der ersten Installation ist es das Verzeichnis, in dem auch das Programm TRABBI installiert wurde. Mit dieser Menüfunktion kann das Arbeitsverzeichnis gewechselt werden.

7.4 Einstellungen

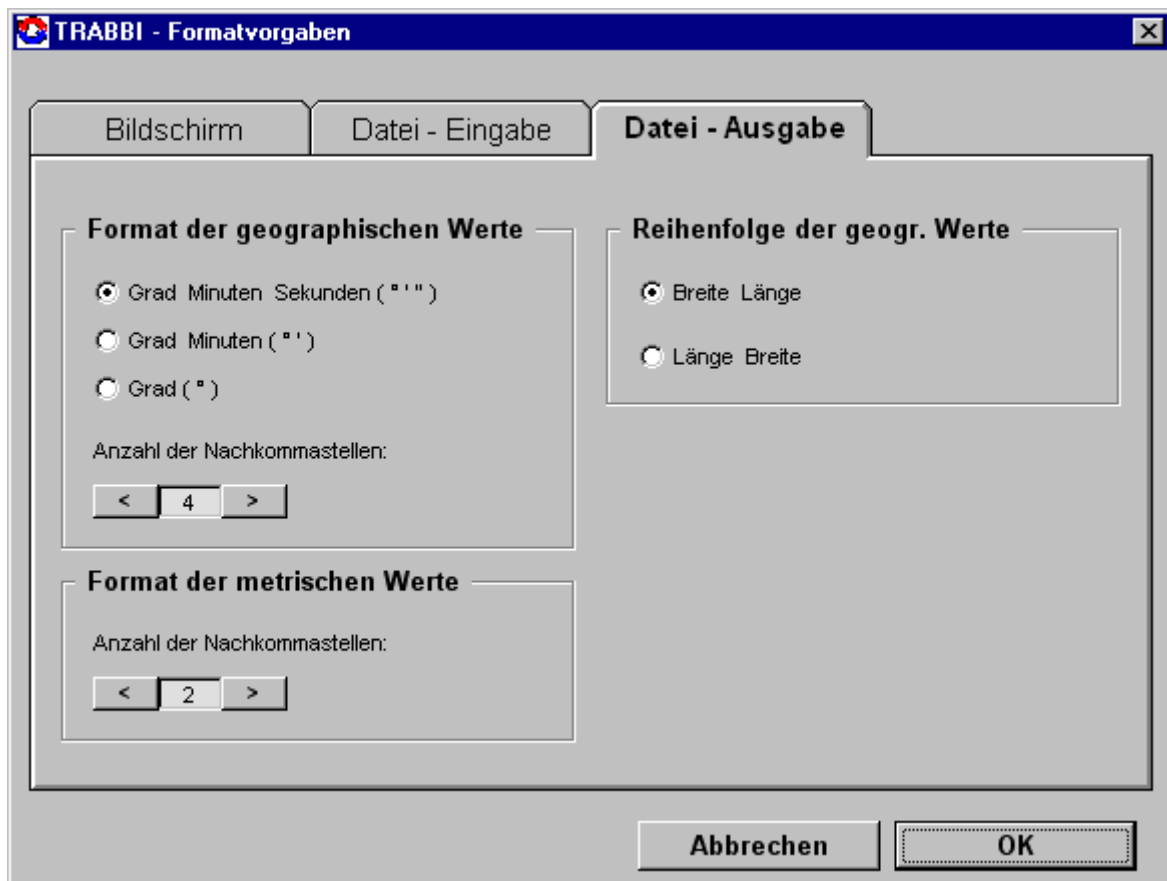
In dem Menü *Einstellungen* sind die Wahlmöglichkeiten mit den eher fachlichen Einstellungen zusammengefasst.



Aufgeklapptes Menü der Einstellungen

7.4.1 Formate einstellen

In dieser Menüfunktion können die Formate verschiedener Werte eingestellt werden. Die Einstellungen werden sitzungübergreifend gespeichert.



Menü der Formateinstellungen

Die Formate können getrennt für die Bildschirmausgaben, Dateieingaben und Dateiausgaben eingestellt werden. Für geographische Werte kann neben der Reihenfolge für jede Darstellung (Grad-Minuten-Sekunden, Grad-Minuten, Grad) die Anzahl der auszugebenden Nachkommastellen festgelegt werden. Für metrische Werte kann ebenfalls die Anzahl der Nachkommastellen vorgegeben werden.

7.4.2 Koordinaten des Mauszeigers

Bei Aktivierung dieser Funktion werden in der Statuszeile am unteren Rand des Hauptfensters von TRABBI die Koordinaten der Mauszeigerposition in der jeweiligen Hintergrundkarte angezeigt. Ausgegeben werden die Werte in der Abbildung der jeweils aktiven Karte in ihrem jeweiligen Streifen bzw. Zone. Können keine gültigen Werte erzeugt werden, unterbleibt die Ausgabe. Die Einstellung wird sitzungübergreifend gespeichert.

Auf langsamen Rechnern können die permanenten, mathematisch aufwendigen Berechnungen zu einem Flackern der Statuszeile führen. Die Genauigkeit der angezeigten Werte ist stark abhängig von der aktuellen Bildschirmauflösung.

7.4.3 PKZ der Neupunkte anzeigen

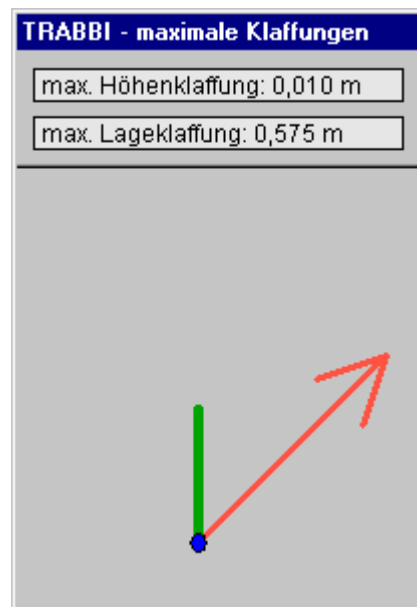
Mit dieser Funktion kann die Anzeige der Punktkennzeichen der Neupunkte ein- und ausgeschaltet werden. Die Einstellung wird sitzungübergreifend gespeichert. Zeigt der Mauszeiger auf eine Signatur eines Neupunktes und ist die Funktion aktiviert, so erscheint das Punktkennzeichen des betreffenden Punktes auf einem roten Hintergrund.

Sollten sehr viele Neupunkte berechnet worden sein, so kann es auf einem leistungsschwachen Rechner zu Anzeigeproblemen kommen. In diesem Fall sollte die Funktion deaktiviert werden.

Nach der Installation von TRABBI ist die Anzeige ausgeschaltet. Änderungen der Einstellung werden sitzungübergreifend gespeichert.

7.4.4 Darstellung maximaler Klaffungen

Die graphische Darstellung der Restklaffungen am Bildschirm ist stark abhängig von der aktuellen Bildschirmauflösung. Um einen Eindruck von der Größenordnung der Vektoren zu erhalten, kann sich der Anwender eine Grafik mit einem Restklaffenbeispiel anzeigen lassen.

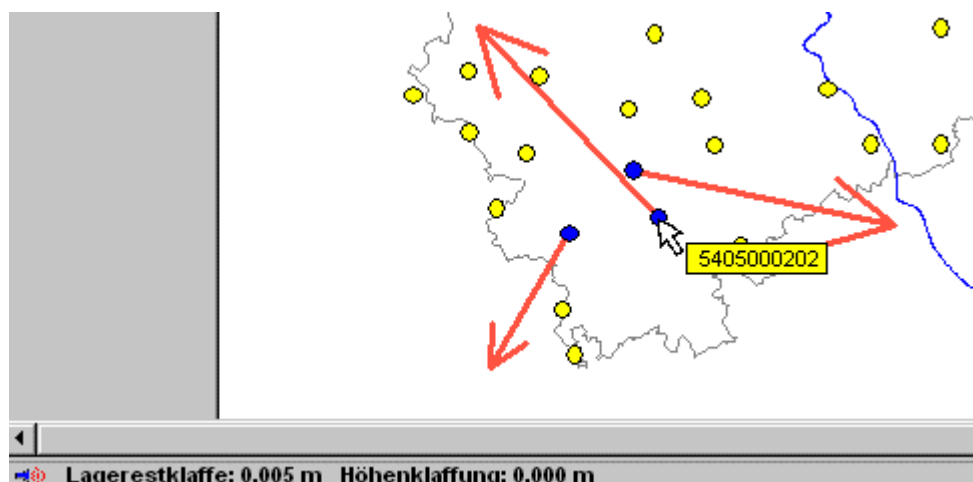


Beispiel maximaler Klaffungen: grün = Höhenklaffung, rot = Lageklaffung

In einem kleinen zusätzlichen Fenster werden beispielhaft die größten Restklaffungen (getrennt nach Lage und Höhe) als Zahlenwert und als Grafik ausgegeben. Dabei werden ausschließlich die Werte der beteiligten Transformationsstützpunkte verwendet. Die Restklaffungen bei Neupunkten können, wenn sie z.B. außerhalb des durch die Stützpunkte abgedeckten Gebietes liegen, deutlich größer werden.

7.4.5 Restklaffenwerte anzeigen

Neben der graphischen Anzeige der Restklaffenwerte in Form von Vektoren kann der Anwender sich auch die numerischen Werte zu den einzelnen Transformationsstützpunkten anzeigen lassen. Nach der Aktivierung dieser Menüfunktion werden die Werte in der Statuszeile links unten in dem TRABBI-Fenster zu dem jeweiligen Punkt ausgegeben, auf den der Mauszeiger zeigt.



Beispiel einer Restklaffenangabe in der Statuszeile

7.4.6 Umfang der Restklaffendarstellung

Der Anwender kann sich in die Grafik nur die Lagerestklaffungen, nur die Höhenrestklaffungen oder beide gleichzeitig eintragen lassen.

7.4.7 Neupunkte in Karte eintragen und Neupunkte löschen

Die bei jeder Berechnung erzeugten Neupunkte können in der Karte als rote Punkte entsprechend ihrer Position und ggf. mit ihren Restklaffungen angezeigt werden. Je nach Schalterstellung *Neupunkte in Karte eintragen* werden sie ein- oder ausgeblendet.

Unabhängig von der Schalterstellung werden Neupunkte so lange für die Anzeige gesammelt, bis der fachliche Zusammenhang der Neupunkte nicht mehr korrekt ist, z.B. wenn das Bezugssystem gewechselt wird oder die Auswahl der Transformationsstützpunkte verändert wird. Dann erfolgt automatisch eine Löschung der Neupunkte. Der Anwender kann jedoch auch jederzeit selbst über die Menüfunktion *Neupunkte löschen* die Neupunkte aus dem Speicher entfernen. Gelöschte Neupunkte lassen sich auch durch die Aktivierung des Schalters *Neupunkte in Karte eintragen* nicht mehr anzeigen.

Vor der Berechnung großer Punktmengen aus Dateien sollte die Anzeige der Neupunkte im Menü deaktiviert werden. Die Berechnungen werden dann je nach Rechner bis zu Faktor 5 beschleunigt ausgeführt. Nach der Berechnung können die Punkte durch die Aktivierung der genannten Menüfunktion dann in sehr kurzer Zeit in die Karte eingetragen werden.

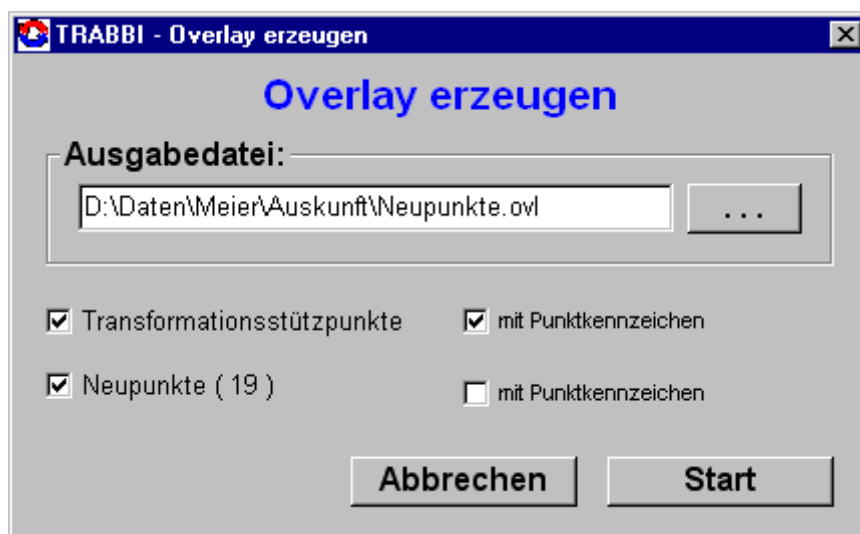
Bei großen Punktmengen kann sich der Anwender zudem mittels der Restzeitanzeige über die noch erforderliche Berechnungszeit der gestarteten Programmfunktion informieren.

7.5 Overlay erzeugen

In den Menüs der Transformationen und der Umrechnungen kann sich der Anwender über den Menüpunkt *Overlay erzeugen* für die berechneten Punkte und ggf. auch für die ausgewählten Stützpunkte Overlays für die Programme TOP50 und TOP10 (Programme zur Nutzung amtlicher topographischer Karten auf CD-ROM) erstellen lassen, wenn das Umrechnungssystem oder das Startsystem bei den Transformationen ETRS 89 ist. Mit den so erzeugten Overlays werden die Positionen der ausgewählten Stützpunkte als rote Dreiecke und die der Neupunkte als grüne Kreise in den verschiedenen Kartenwerken markiert.

Der Anwender kann sich die Punktkennzeichen zu den Punkten mit ausgeben lassen, sofern welche vorhanden sind.

Durch Veränderungen in der Initialisierungsdatei von TRABBI können die Signaturen verändert werden (siehe auch Abschnitt 8.4 "Initialisierungsdatei").



Einstellmöglichkeiten der Overlays

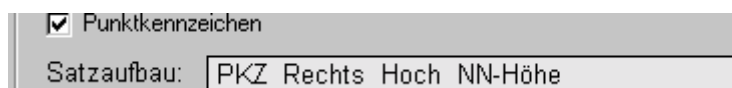
8 Dateiformate

8.1 Allgemeines

Die Daten in den Eingabedateien werden von TRABBI zeilenweise, d.h. pro Punkt eine Zeile, erwartet. In den Dateien dürfen Leer- und Kommentarzeilen enthalten sein. Kommentarzeilen werden von TRABBI ignoriert. Als Kennzeichen einer Kommentarzeile muss in der ersten Spalte einer Zeile eines der folgenden Zeichen enthalten sein: * oder # oder ' oder ein anderes in der Initialisierungsdatei einstellbares Zeichen.

8.2 Dateien mit Punktdaten

Alle Datensätze sind frei formatierbar, das heißt, einem Datenfeld sind nicht bestimmte Spalten zugeordnet, sondern die Datenfelder sind durch mindestens ein Leerzeichen oder TAB-Zeichen voneinander zu trennen. Mehrere Leerzeichen sind als Trennung zulässig. Das bedingt, dass Datenfelder, die mit Null zu belegen sind, auch tatsächlich mindestens eine Null enthalten, Leerzeichen sind hierfür nicht erlaubt. In Zeichenketten dürfen keine Leerzeichen vorkommen. Die Reihenfolge der Datenfelder richtet sich nach der Wahl der Abbildung und wird als Satzaufbau in den jeweiligen Fenstern angezeigt.



Ausschnitt aus einem Fenster für die Bearbeitung von Dateien

8.3 Undulationsdatei

In TRABBI wird eine Undulationsdatei verwendet, die vom Aufbau und Inhalt der Undulationsdatei des Programmsystems KATRIN entspricht. Diese Datei ist in dem entsprechenden Teil der Dokumentation zu KATRIN detailliert beschrieben und als Anhang in diesem Handbuch beigefügt. Für eine grobe Information folgt hier ein Beispiel einer möglichen Datei:

```
Kommentar: 137 NWREF-Punkte und DREF-Anschlusspunkte im ETRS 89 (nur für NRW, Stand: Dezember 1999)
Ellipsoid: 3
Abbildung: 9
Undulationen:
Code: 0
P001 52 43 6.7409 8 48 17.6057 41.694
P002 52 36 0.9124 9 13 53.3669 42.010
P003 52 31 17.7540 7 17 15.2949 42.821
...
...
```

Ende

Sie beinhaltet die Abbildung und das Bezugsellipsoid der Undulationsstützpunkte der nachfolgenden Liste. Die Transformation der Stützpunkte kann gegenüber KATRIN in TRABBI nicht aktiviert werden.

Für das Undulationsmodell sind in der vorliegenden Version von TRABBI-3D maximal 300 Stützpunkte vorgesehen. Da die Interpolation der Undulationswerte über eine multiquadratische Interpolation erfolgt, sind wegen der quadratisch wachsenden Berechnungszeiten (zeitaufwändigster Programmteil hier: Inversion einer Matrix) mehr Punkte nicht vorgesehen.

8.4 Initialisierungsdatei

Eine rudimentär gefüllte Initialisierungsdatei TRABBI_3D.INI wird bei der Installation in das Windows-Verzeichnis (\$WinPath) des Rechners kopiert. In ihr werden nach dem ersten Start von TRABBI neben grundsätzlichen Einstellungen des Programms auch individuelle Einstellungen, die ein Anwender in TRABBI vorgenommen hat, gespeichert. Die Datei besteht aus Gruppennamen, z.B. "[START]" und Schlüsselnamen, gefolgt von Schlüsselwerten. Sie kann mit einem handelsüblichen Editor betrachtet und auch modifiziert werden. Außer bei den Schlüsselwerten der folgenden Schlüsselnamen sollte der Anwender keine Änderungen vornehmen, da es sonst in TRABBI zu Fehlfunktionen kommen kann:

```
[START]

Bestaetigung=J                Schalter zum automatischen Löschen des
                              Eröffnungsfensters nach ca. 5 Sekunden
                              Werte: "J" - Bestätigung abwarten
                              "N" - automatisch löschen

Kommentarzeichen="#"        Zeichen das eine Kommentarzeile
                              kennzeichnet
                              Werte: von ASCII(33) bis ASCII(125)

[OVERLAY]

(aller Schlüsselwerte)      Alle Schlüsselwerte können vom Anwender
TP-Typ=7                    innerhalb der von der Overlay-Syntax
TP-Group=1                  zugelassenen Werte modifiziert werden,
...                          um ggf. andere Symbole zu verwenden.
                              Unter "TP-..." wird das Symbol für die
NP-Typ=6                    Stützpunkte definiert, "NP-..." die der
NP-Group=                   Neupunkte, und "SCH-..." definiert den
...                          für beide Punktarten verwendeten
                              Schriftfont für die Punktkennzeichen.
SCH-Typ=2                   Nicht verwendete Schlüsselnamen sind
SCH-Group=                   ohne Wert zu belassen.
...
```

8.5 Parameterdatei

Eine Parameterdatei besteht, von Kommentarzeilen abgesehen, aus einer einzigen Datenzeile in einer ASCII-Datei. Diese enthält, durch min. je ein Leerzeichen getrennt, einen Transformationsparametersatz:

```
# Parametersatz: ETRS 89 nach DHDN 90
# erstellt am: 11.11.02 um: 10:12:45 Uhr
-567.8213 -101.7247 -390.8941 -0.731906119 -0.211942994 3.474523971 0.99998744666
```

Die Reihenfolge und die Dimensionen der Daten sind wie folgt vorgegeben:

- drei Translationen in Meter
- drei Rotationen in Alt-Sekunden
- ein einheitsloser Maßstab

Wegen der Wichtigkeit der Beachtung von Reihenfolge und Drehrichtung sei hier noch einmal auf die Beschreibung in Abschnitt: 6 "Allgemeines(Transformationen)" hingewiesen!

9 Literatur

FRÖHLICH, H., Die Verteilung von Restklaffungen im Modell multiquadratischer Funktionen, Der Vermessungsingenieur, Heft 3, 1987, S. 117-119.

STÜCKMANN, G., Multiquadratische Interpolation und Restklaffenverteilung nach Winkel- und Abstandsgewichten - Ein Vergleich zweier Verfahren, Nachrichten aus dem öffentlichen Vermessungsdienst Nordrhein-Westfalen, Heft 4, 1986, S. 182-194.

10 Anhang

Beschreibung der KATRIN-Undulationsdatei

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 0-1

```

UU  UU NN  NN DDDDDD  UU  UU LL      AA
UU  UU NN  NN DDDDDDD UU  UU LL      AA
UU  UU NNN  NN DD   DD UU  UU LL      AAAA
UU  UU NNNN NN DD   DD UU  UU LL      AAAA  ====
UU  UU NN NNNN DD   DD UU  UU LL      AA AA  ====
UU  UU NN  NNN DD   DD UU  UU LL      AAAAAA
UUUUUUU NN  NN DDDDDDD UUUUUUU LLLLLLL AAAA AAAA
UUUUU  NN  NN DDDDDD  UUUUU  LLLLLLL AA  AA

```

```

TTTTTT IIII  OOOOO  NN  NN  SSSSS
TTTTTT IIII  OOOOOOO NN  NN SSSSSSS
TT  II  OO  OO NNN  NN  SS  SS
TT  II  OO  OO NNNN NN  SSS  ====
TT  II  OO  OO NN NNNN  SSS  ====
TT  II  OO  OO NN  NNN  SS  SS
TT  IIII OOOOOOO NN  NN SSSSSSS
TT  IIII  OOOOO  NN  NN  SSSSS

```

```

DDDDDD  AA  TTTTTT EEEEEEE IIII
DDDDDDD  AA  TTTTTT EEEEEEE IIII
DD  DD  AAAA  TT  EE  II
DD  DD  AAAA  TT  EEEEEEE II
DD  DD  AA  AA  TT  EEEEEEE II
DD  DD  AAAAAA  TT  EE  II
DDDDDDD AAAAAAAA  TT  EEEEEEE IIII
DDDDDD  AA  AA  TT  EEEEEEE IIII

```

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 0-2

=====
 INHALTSVERZEICHNIS
 =====

	ab Blatt
Inhaltsverzeichnis	0-2
Änderungen	0-3
Aufgabe im System	0-4
Aufbau der Datei	0-5
Datensatz- und Datenfeldbeschreibungen	1-1

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 0-3

=====
AENDERUNGEN
=====

Erstellung des Handbuchs 12.97

Erweiterung um Berücksichtigung von Undulationen 11.99
für Höhenmessungen, Codierung der Stützpunktangaben
für DREF- und NWREF-Punkte

alle Blätter geändert

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 0-4

=====
AUFGABE IM SYSTEM
=====

Für die Überführung terrestrischer Höhenmessungen in ellipsoide Höhenunterschiede oder umgekehrt im Berechnungsmodul =HOEHE= sowie für die Berechnung ellipsoidischer Höhen für die Neigungs- und die Höhenreduktion von Strecken im Modul =REDUZ= können individuell für alle Punkte des Verfahrens Undulationen berechnet werden. Das geschieht durch multiquadratische Interpolation von Undulationswerten, die für ein Stützpunktfeld in der sogenannten Undulationsdatei vorgegebenen werden. Das Stützpunktfeld kann aus diskreten Punkten bestehen, die in einer 3D-Auswertung in einem Punktfeld höherer Ordnung berechnet wurden, oder aus Rasterpunkten z. B. aus der Auflösung eines Geoid-Modells.

Die Undulationsdatei enthält für jeden Stützpunkt einen Datensatz mit seinen Koordinaten und seinem Undulationswert. Das Programm wertet bis zu 300 Stützpunkte aus.

Im Allgemeinen ist es für die gegebene Zielsetzung ausreichend, mit einem Undulationsmodell pro Bundesland zu arbeiten. Nun werden aber die Undulationen und die Koordinaten der Stützpunkte nicht unbedingt in dem Bezugs- oder Abbildungssystem, wenn doch, nicht im gleichen Meridianstreifen wie das =KATRIN=-Verfahren vorliegen. Um dennoch stets mit der gleichen Datei arbeiten zu können, sind Umrechnungen und Umformungen in den Berechnungsmodulen integriert. In Vorlaufdatensätzen werden dafür die Abbildung und die Dimensionen des Bezugsellipsoides der Werte der Undulationsdatei beschrieben. Für den Übergang vom geodätischen Datum der Undulationen und Koordinaten in das Datum des Verfahrens können mehrere Sätze von Umformungsparametern vorgegeben werden, von denen einer für eine 3D-Transformation ausgewählt werden kann.

Die Koordinaten der Stützpunkte und die Undulationswerte müssen jedoch im selben Bezugssystem (z. B. dem ETRS 89) vorliegen.

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 0-5

=====
AUFBAU DER DATEI
=====

Die Undulationsdatei besteht aus einer beliebigen Anzahl von Blöcken mit den Stützpunktangaben für das Interpolieren der Undulationen. Vor jeden Block sind die Abbildungs- und Ellipsoidparameter und - wenn benötigt - die Transformationsparameter zu setzen. Das Ende der Datei oder eines Blockes kann gekennzeichnet werden. Die Datensätze sind unterschiedlich strukturiert. Sie werden durch Satzartkennungen voneinander unterschieden. Es gibt folgende Satzarten:

Satzart-
kennung Bedeutung

Komm(entar)
Abbi(ldungsparameter)
Elli(psoidparameter)
Tran(sformationsparameter)
Undu(lationen)
Code
Ende

Von den Satzartkennungen werden nur die ersten vier Zeichen ausgewertet, der Rest kann an beliebiger Stelle abgekürzt werden. Die Schreibweise in Groß- und Kleinbuchstaben wird nicht unterschieden.

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 1-1

=====
 DATENSATZ- UND DATENFELDBESCHREIBUNGEN
 =====

Alle Datensätze der Undulationsdatei sind frei formatierbar, das heißt, einem Datenfeld sind nicht bestimmte Spalten zugeordnet, sondern die Datenfelder sind durch mindestens ein Leerzeichen voneinander zu trennen. Mehrere Leerzeichen sind als Trennung zulässig. Das bedingt, daß Datenfelder, die mit Null zu belegen sind, auch tatsächlich mindestens eine Null enthalten, Leerzeichen sind hierfür nicht erlaubt. In Datenfeldern als Zeichenketten dürfen im Allgemeinen keine Leerzeichen vorkommen, Ausnahmen im Einzelfall sind bei den jeweiligen Datenfeldern beschrieben.

Die physikalischen Datensätze dürfen bis zu 100 Zeichen lang sein.

Im Folgenden werden die Datensätze und ihre Datenfelder, für jede Satzart getrennt, beschrieben. Weil es Satzarten gibt, die aus zwei physikalischen Sätzen bestehen, und die Satzart 'Undulationen' einen Datenblock einleitet, sind bei jeder Satzart die Nummern für die physikalischen Sätze angegeben.

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 1-2

Datensatz: Kommentar

Satzaufbau:

Satz- Nr.	Feld- Nr.	Typ	Bedeutung
1	1	-	Satzartkennung 'KOMM...'
1	2	Zeichenkette	Kommentar

Dieser Datensatztyp kann verwendet werden, um langschriftlich den Inhalt der Datei zu kommentieren, z. B. zur Angabe der Herkunft der Undulationen. Sätze dieser Satzartkennung außerhalb eines Stützpunktblockes werden von den Modulen =HOEHE= und =REDUZ= in der Druckerausgabe ausgegeben, innerhalb eines Blockes werden sie überlesen.

Die Zeichenkette 'Kommentar' darf Leerzeichen enthalten.

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 1-3

Datensatz: Abbildungsparameter

Satzaufbau:

Satz- Nr.	Feld- Nr.	Typ	Bedeutung
	1	-	Satzartkennung 'ABBI...'
1	2	ganzzahlig	Kennung für das Abbildungssystem
1	3	Zeichenkette	Beschreibung des Abbildungssystems
2	1	reell	Breite der Meridianstreifen (Grad)
2	2	reell	Geographische Länge West des ersten Streifens (Grad)
2	3	reell	Faktor für Meridianstreifenkenn- ziffer (km)
2	4	reell	Konstanter Zuschlag zum y-Wert (km)
2	5	reell	Konstanter Zuschlag zum x-Wert (km)
2	6	reell	Maßstabsfaktor im Mittelmeridian

Die Kennung für das Abbildungssystem kann wie folgt gewählt werden:

Kennung Bedeutung

0	Gauß-Krüger-Abbildung (3-Grad-Streifen)
1	UTM (6-Grad-Streifen)
9	geographische Koordinaten
-1	andere Gauß'sche konforme Abbildung mit angegebenen Parametern

Der Datensatz 2 mit den Parametern ist nur bei Kennung '-1' anzulegen. Ebenso die Beschreibung des Abbildungssystems, die bei Kennung '-1' von den Modulen =HOEHE= und =REDUZ= in der Druckerausgabe ausgegeben wird. Diese Zeichenkette darf Leerzeichen enthalten.

In den anderen Fällen ist die Eingabe der Kennungen für die Satzart und das Abbildungssystem ausreichend.

Diese Definition gilt für den nachfolgenden Block von Stützpunkten.

Wäre UTM nicht durch die Kennung '1' direkt wählbar, könnte man folgenden Datensatz verwenden:

Abbildung -1 UTM-Abbildung, 6 Grad, M = 0.9996
6.0 -177.0 1000.0 500.0 0.0 0.9996

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 1-4

Datensatz: Ellipsoidparameter

Satzaufbau:

Satz- Nr.	Feld- Nr.	Typ	Bedeutung
1	1	-	Satzartkennung 'ELLI...'
1	2	ganzzahlig	Kennung für das Bezugsellipsoid
1	3	Zeichenkette	Beschreibung des Bezugsellipsoides
2	1	reell	Große Halbachse a des Erdellipsoides (m)
2	2	reell	Kleine Halbachse b des Erdellipsoides (m)

Die Kennung für das Bezugsellipsoid kann wie folgt gewählt werden:

Kennung Bedeutung

- 0 Bessel
- 1 Hayford (international)
- 2 WGS 72
- 3 GRS 80 (WGS 84)
- 4 Krassowsky
- 1 anderes Ellipsoid mit angegebenen Parametern

Der Datensatz 2 mit den Halbachsen ist nur bei Kennung '-1' anzulegen. Ebenso die Beschreibung des Bezugsellipsoides, die bei Kennung '-1' von den Modulen =HOEHE= und =REDUZ= in der Druckerausgabe ausgegeben wird. Diese Zeichenkette darf Leerzeichen enthalten.

In den anderen Fällen ist die Eingabe der Kennungen für die Satzart und das Bezugsellipsoid ausreichend.

Diese Definition gilt für den nachfolgenden Block von Stützpunkten.

Wäre das Bessel-Ellipsoid nicht durch die Kennung '0' direkt wählbar, könnte man es wie folgt beschreiben:

Ellipsoid -1 Bessel
6377397.155 6356078.963

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 1-5

Datensatz: Transformationsparameter

Satzaufbau:

Satz- Nr.	Feld- Nr.	Typ	Bedeutung
1	1	-	Satzartkennung 'TRAN...'
1	2	ganzzahlig	laufende Nummer des Parametersatzes
1	3	Zeichenkette	Beschreibung des Parametersatzes
2	1	reell	Xo (m)
2	2	reell	Yo (m)
2	3	reell	Zo (m)
2	4	reell	Epsilon X (Altsekunden)
2	5	reell	Epsilon Y (Altsekunden)
2	6	reell	Epsilon Z (Altsekunden)
2	7	reell	Maßstab

Der logische Satz 'Transformationsparameter' besteht grundsätzlich aus zwei physikalischen Sätzen.

Die laufende Nummer des Parametersatzes ermöglicht, mehrere Transformationsansätze in der Datei zu speichern. Der zu verwendende Parametersatz wird durch das entsprechende Steuerdatum für die Bezugssysteme ausgewählt. Die Beschreibung des ausgewählten Parametersatzes wird in den Druckerausgaben der Module =HOEHE= und =REDUZ= zur Kontrolle ausgegeben. Diese Zeichenkette darf Leerzeichen enthalten.

Das bei der Transformation verwendete räumliche (3D-) Koordinatensystem ist ein kartesisches Rechtssystem (Rechtshandsystem). Das heißt: jeweils mit Blick auf den Koordinatennullpunkt liegt die positive Y-Achse um 90 Grad links von der X-Achse in der XY-Ebene, die Z-Achse liegt in YZ-Ebene links von der Y-Achse, und die X-Achse liegt in der XZ-Ebene links von der Z-Achse. Die Translation wird ausgedrückt durch die Koordinaten des Koordinatennullpunkts des Startsystems (= System der Stützpunkte) im Zielsystem (= System des =KATRIN=-Verfahrens). Für die Definition der Drehwinkel ist die Reihenfolge der Drehungen entscheidend. Zuerst wird in der YZ-Ebene des Startsystems mit Epsilon X um die X-Achse gedreht. In dem daraus resultierenden System wird mit Epsilon Y um die Y-Achse gedreht und schließlich mit Epsilon Z um die Z-Achse des Zielsystems. Die Drehwinkel steigen mit Blick von den aufsteigenden Achsen auf den Koordinatennullpunkt linksdrehend. Als Maßstabsfaktor wird das Verhältnis einer Strecke im Zielsystem zu ihrer Länge im Startsystem bezeichnet.

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 1-6

Die Parametersätze gelten für den nachfolgenden Block von Stützpunkten.

Als Beispiel werden hier die Parameter aus der Transformation der DREF-Punkte in Nordrhein-Westfalen auf die 3 DHDN-Basen Meppen, Göttingen und Bonn angegeben:

Transformation 1 ETRS 89 ins DHDN (3 Basen, nur NRW)
-567.649 -116.167 -392.559 -1.08744 -0.24153 3.76734 0.99998781420

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 1-7

Datensatz: Undulationen

Der Satz mit der Satzartkennung 'Undu...' leitet den Block der Stützpunkte mit den zu interpolierenden Undulationswerten ein. Dieser Block darf nur durch Sätze der Satzarten 'Kommentar' oder 'Code' unterbrochen werden. Er wird mit dem Ende der Datei oder einem Datensatz 'Ende' abgeschlossen.

Die anzugebenden Punktbezeichnungen dienen nur der Dokumentation innerhalb der Undulationsdatei, sie werden vom Programm nicht ausgewertet (Eine Punktbezeichnung 'Komm...', 'Code...' oder 'Ende...' würde jedoch als Kommentarzeile oder Codierung bzw. als Ende des Undulationsblockes interpretiert).

Wurde im Datensatz 'Abbildungsparameter' die Gauß-Krüger-Abbildung, das UTM oder ein anderes Gauß'sches konformes System angezeigt, werden die Datensätze wie folgt interpretiert:

Satzaufbau:

Satz- Nr.	Feld- Nr.	Typ	Bedeutung
1	1	-	Satzartkennung 'UNDU...'
2...n	1	Zeichenkette	Punktbezeichnung
2...n	2	reell	Rechtswert y bzw. E (m)
2...n	3	reell	Hochwert x bzw. N (m)
2...n	4	reell	Undulation (m)

Die Meridianstreifenkennziffern im Rechtswert brauchen auch bei gleichem Abbildungssystem nicht identisch mit der Kennziffer des =KATRIN=-Verfahrens und innerhalb der Datei nicht einheitlich zu sein. Die Umrechnung erfolgt in =HOEHE= und =REDUZ=.

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 1-8

Wurde ein geographisches Koordinatensystem angezeigt, ist der Aufbau der Sätze wie folgt:

Satzaufbau:

Satz- Nr.	Feld- Nr.	Typ	Bedeutung
1	1	-	Satzartkennung 'UNDU...'
2...n	1	Zeichenkette	Punktbezeichnung
2...n	2	ganzzahlig	geographische Breite (Grad)
2...n	3	ganzzahlig	geographische Breite (Minuten)
2...n	4	reell	geographische Breite (Sekunden)
2...n	5	ganzzahlig	geographische Länge (Grad)
2...n	6	ganzzahlig	geographische Länge (Minuten)
2...n	7	reell	geographische Länge (Sekunden)
2...n	8	reell	Undulation (m)

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN	PROGRAMMSYSTEM K A T R I N	ANWENDUNGSHANDBUCH	
	Eingabedaten Undulationsdatei	Stand 11.99	Blatt 1-9

Datensatz: Code

Satzaufbau:

Satz- Nr.	Feld- Nr.	Typ	Bedeutung
1	1	-	Satzartkennung 'CODE'
1	2	ganzzahlig	Kennung für die Codierung

Weil bei den Stützpunktangaben Urheberrechte betroffen sein können, z. B. bei den Koordinaten der DREF- oder der NWREF-Punkte, gibt das Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen diese Datensätze verschlüsselt ab. Die Decodierung innerhalb der =KATRIN=-Berechnungsmodule wird gesteuert durch Datensätze der Satzart 'Code'. Diese Datensätze sind innerhalb eines Stützpunktblockes anzulegen. Die Kennung für die Codierung ist eine ganze Zahl zwischen 1 und 9. Sie gilt für die nachfolgenden Stützpunktangaben bis zum nächsten Satz der Satzart 'Code' bzw. bis zum Ende des Stützpunktblockes.

Datensatz: Ende

Satzaufbau:

Satz- Nr.	Feld- Nr.	Typ	Bedeutung
1	1	-	Satzartkennung 'ENDE'

Sätze dieser Satzart beenden die Stützpunktblöcke. Anschließend können neue Definitionen zu weiteren Stützpunktblöcken vorgenommen werden.

Außerhalb eines Stützpunktblockes beendet die Satzart 'Ende' das Einlesen der Datei. Das kann genutzt werden, wenn Vorlaufdatensätze oder Undulationen nicht ausgewertet werden sollen, ohne daß sie für spätere Auswertungen verloren gehen. Durch ihre Position hinter dem Ende-Satz sind sie 'deaktiviert'.