



# DVZ.Konzept

PROJEKT:

NTv2 Transformationen für die GDI-MV

VERSION:

1.1

DATUM:

21.06.2013



DVZ Datenverarbeitungszentrum  
Mecklenburg-Vorpommern GmbH



**INHALT:**

1	ANLASS UND ZIEL .....	3
2	KONZEPTION .....	3
3	VORUNTERSUCHUNG .....	4
4	UMSETZUNG .....	5
5	TEST .....	5
6	ERGEBNIS .....	6
7	ANWENDUNG IN GDI MV.....	7
7.1	GeoWebdienste .....	7
7.2	Geodatenviewer.....	7
7.3	Weitere GIS Produkte.....	8
8	SOFTWAREINTEGRATION UND BEISPIELE .....	8
8.1	Proj4 .....	9
8.2	MapServer .....	10
8.3	Quantum GIS.....	10
8.4	ArcGIS Desktop.....	11
8.5	SCOP++ .....	12
9	ANSPRECHPARTNER.....	12

## 1 ANLASS UND ZIEL

Im Rahmen der GDI-MV soll für die Bereitstellung der Dienste eine höhere Transformationsgenauigkeit in Anlehnung an Trafo MV erreicht werden. Die Dienste werden dynamisch in verschiedenen Geographischen Systemen und in verschiedenen Projektionssystemen angeboten. Dabei liegen die Geodaten nur in einem System vor, so dass eine On-The-Fly Umrechnung notwendig ist. Derzeit werden hierfür einheitliche 7-Parameter-Helmert-Transformationen verwendet, die seinerzeit mit dem LAiV/BKG abgestimmt wurden. Diese Parameter Datensätze bieten eine Genauigkeitsabweichung von mehreren Dezimetern. Dies soll im Hinblick auf die Bereitstellung von Liegenschaftskataster und Hauskoordinaten verbessert werden. Zu berücksichtigen ist dabei der eventuell höhere Leistungsverbrauch.

Im Anschluss ist die Methode anhand von Referenzumrechnungen zu überprüfen und deren Anwendung zu dokumentieren.

## 2 KONZEPTION

Die höchste Genauigkeit bietet in MV das Programm Trafo MV und wird von zahlreichen Stellen zur Transformation von Datensätzen eingesetzt. Problematik ist hierbei, dass Trafo MV nicht vollständig und unabhängig in andere GIS Software Produkte integriert werden kann, um eine automatisierte Abarbeitung zu ermöglichen. Hohe Anforderungen an die Flexibilität und ebenfalls an die Genauigkeit der Datumstransformation können mit netzbasierten Methoden wie NTv2 erzielt werden. NTv2 basiert auf dem Nationalen kanadischen Standard von 1996 (NTv1 1992) und ist als Open Source verfügbar. Nahezu alle GIS-Softwareprodukte unterstützen mittlerweile NTv2 und benötigen dazu lediglich die entsprechenden Gitternetzdateien in ihrer Konfiguration. Damit lassen sich die Abweichungen bei Transformationen je nach Gittergröße fast beliebig minimieren. NTv2 wird ebenfalls von allen wesentlichen Kernprodukten in der GDI-MV unterstützt und kann so nachhaltig eingesetzt werden, um Transformation angelehnt an die Trafo MV zu ermöglichen.

Für folgende vornehmlich in MV vorliegende Referenzsysteme sind Gitterdateien notwendig:

- RD/83
- S42/83
- ETRS89 (GRS80)

Für Bereitstellungen in der GDI sind Umrechnungen von RD/83 nach ETRS89 sowie S42/83 nach ETRS89 und jeweils die Gegenrichtung notwendig. Hierzu sind somit Gitterdateien für die Umrechnung von

- RD/83 → ETRS89
- S42/83 → ETRS89

bereitzustellen. Für die Umrechnung zwischen RD/83 → S42/83 ist keine Gitterdatei notwendig. In den Systemen wird im Regelfall immer nur eine Transformation pro Referenzsystem unterstützt und dann nur zu ETRS89 bzw. WGS84 angegeben. Alle weiteren Transformationen

gehen dann über ETRS89 bzw. WGS84. Nur vereinzelte DesktopGIS unterstützen die Spezifizierung einzelner Parameter für eine direkte Transformation.

### 3 VORUNTERSUCHUNG

Für den Einsatz der neuen Transformationsmethode sind qualitative Tests notwendig. Hierzu sind vorab Vergleichswerte zu ermitteln. Die Vergleichswerte ergeben sich aus einer Referenzumrechnung mit Trafo MV und mit den derzeit eingesetzten On-the-Fly Transformationsverfahren.

Anhand eines landesweiten Gitters wurden mittlere Abweichungen von derzeit in der GDI eingesetzten Transformationen ermittelt.

	Min [m]	Max [m]	Mean [m]	StA [m]
RD/83 to ETRS89				
Helmert BKG/DVZ	0,0019	0,2912	0,0774	0,0448
Beta2007	0,0006	1,0602	0,2107	0,2982
S42/83 to ETRS89				
Helmert BKG/DVZ	0,0058	0,2873	0,0835	0,0446

*Tabelle 1: Vergleich aktuelle GIS-Umrechnungen zu Trafo MV*

In der Anlage A1-A3 sind die Ergebnisse ebenfalls graphisch dargestellt. Zu beachten ist hierbei, dass die Wertebereiche der einzelnen Kartodiagramme nicht identisch sind, sondern nur die Unterschiede innerhalb einer Transformation hervorheben sollen.

Die beiden 7-Parameter-Helmert-Transformationen bieten einheitlich eine gute Transformation mit unter 15cm (8cm+/-5cm). Beta2007, welches nur für den Übergang RD/83 → ETRS89 zur Verfügung steht, bietet in weiten Teilen von MV eine höhere Genauigkeit. Nur an der südlichen Grenze liegen die Abweichungen bis zu 100cm. Dies ist die gewollte Verschiebung, um den Anschluss an Brandenburg/Niedersachsen einheitlicher zu gestalten.

Für den Einsatz in unserem Geodatenviewer GAIA-MV ist die 7-Parameter-Helmert-Transformation ausreichend, weil dort ein maximaler Maßstab von 1:500 gilt und die Pixelgröße die Anzeigegenauigkeit limitiert. Nur beim Im- und Export von Daten ist eine höhere Genauigkeit eventuell wünschenswert, wobei auch hier die Qualität durch die Digitalisier- und Anzeigemöglichkeiten beschränkt sind.

Für die Geodatendienste ist der Einsatz von netzbasierter Transformation eher notwendig. Dies sind zum einen die länderübergreifende Bereitstellung der mittelmaßstäbigen Karten (DTK25/DTK10/TOPO.MV) mit Beta2007 und die landesinterne Darstellung Liegenschaftskataster und Hauskoordinaten mit einer höheren Genauigkeit.

## 4 UMSETZUNG

Die Umsetzung beruht auf der Erstellung von GRID-SHIFT-BINARY DATEIEN (gsb) nach den Vorgaben des NRE Canada und in Anlehnung an BETA2007.

Hierfür wurden Gitterdateien im Ausgangs- und im Zielsystem für MV erstellt und daraus die Shift-Datei erstellt. Nach Abwägung wurde eine Gitterweite von rund 3km (bzw. 90“ oder 162“) gewählt (Vergleich Beta2007 11km).

Das Zielgitter wurde aus dem Ausgangsgitter mittels Trafo MV umgerechnet. Alle nicht berücksichtigten Stützpunkte außerhalb von MV wurden mit der jeweiligen Helmert Transformation umgerechnet.

Im Ergebnis stehen zwei Grid-Shift-Dateien für den direkten Einsatz bereit:

- RD/83 ↔ ETRS89                    MVTR2010.gsb
- S42/83 ↔ ETRS89                    MVTRS4283.gsb

Mit 7254 Gitterpunkten und rund 100 kByte Dateigröße haben die Dateien einen ähnlichen Umfang wie Beta2007, sind allerdings nur für den Bereich MV gültig.

## 5 TEST

Die Beiden Dateien wurden testweise in verschiedene GIS-Produkte eingebunden und anhand der Gitterdateien aus den Voruntersuchungen ebenfalls umgerechnet und verglichen:

	Min [m]	Max [m]	Mean [m]	StA [m]
RD/83 to ETRS89				
MVTR2010	0,0001	0,0412	0,0031	0,0030
S42/83 to ETRS89				
MVTRS4283	0,0000	0,0189	0,0032	0,0028

*Tabelle 2: Vergleich NTv2 Umrechnungen zu Trafo MV*

In der Anlage A4 und A5 sind die Ergebnisse graphisch dargestellt. Zu beachten ist hierbei, dass die Wertebereiche der einzelnen Kartodiagramme nicht identisch sind, sondern nur die Unterschiede innerhalb einer Transformation hervorheben sollen.

## 6 ERGEBNIS

Mit den NTv2 Grids konnte fast durchgehend eine hohe Genauigkeit von unter 2cm erreicht werden. Keine Werte bei S42/83 → ETRS89 und nur 0,4% bei RD/83 → ETRS89 liegen über 2cm. Der Durchschnittswert liegt deutlich im Subzentimeterbereich, so dass diese Transformationsverfahren mehr als ausreichend für Standard GIS Anwendungen und GeoWebDienste sind. Mit Hilfe des Verfahrens können somit Datenbestände On-The-Fly umgerechnet werden und müssen nicht mehr aufwendig in mehreren Bezugssystemen vorgehalten werden.

Nachteilig wirkt sich bei diesem Verfahren aus, dass die Definition nur den definierten Ausschnitt innerhalb MV berücksichtigt. Zwar wurde im Randbereich, wo keine Trafo MV Umrechnungen mehr zulässig waren, anhand das 7-Parameter-Helmert-Transformationen das Grid fortgesetzt, dennoch wird außerhalb des Gridbereiches kein Datumsübergang mehr berücksichtigt.

Die Qualität könnte noch weiter erhöht werden, indem die NTv2 Grids neu erstellt und die Gitterweite verringert wird. Im Verhältnis zum Qualitätsgewinn leidet aber sehr stark die Performance für die On-The-Fly Transformationen. Für höhere Genauigkeit ist der Einsatz von Trafo MV selbst vorgesehen.

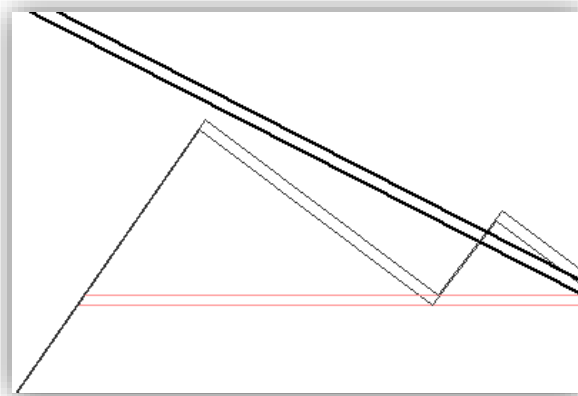
Vom Landesamt für innere Verwaltung wurde das Verfahren geprüft. Da es in Anlehnung an Trafo MV arbeitet, kann es somit in Bereichen eingesetzt werden, wo eine höhere Genauigkeit erforderlich ist.

## 7 ANWENDUNG IN GDI MV

In der GDI-MV wird das NTv2 nach Möglichkeit dort eingesetzt, wo eine höhere Genauigkeit notwendig und sinnvoll ist oder eine bewusste Verschiebung gewollt ist (Beta2007).

### 7.1 GeoWebdienste

Der wichtigste Einsatzbereich von NTv2 liegt in der Bereitstellung von großmaßstäbigen Datenbeständen als GeoWebDienst. Hier können für alle Bezugssysteme, in dem der Dienst abgerufen werden kann, entsprechende GridShiftDateien eingesetzt werden. Aktuell wird NTv2 bei der Bereitstellung des Liegenschaftskatasters als WMS verwendet. Wenn der Dienst in ETRS89 abgerufen wird, kommt die Transformation zum Einsatz, weil die ALK in S42/83 vorliegt. Nach einer Testphase könnte das Verfahren auch bei anderen Diensten eingesetzt werden.



Die Unterschiede der Transformationen bei der ALK lassen sich in jedem WMS Client sichtbar machen (Abbildung Bereich Wismar, rund 10cm).

Für die DTK10 und TopoMV, die in RD/83 vorliegen, ist eine Veränderung mit der MVTR2010 kaum erkennbar. Hier wäre das Verfahren nur interessant, wenn eine bewusste Verfälschung durchgeführt werden müsste, wie es Beta2007 im Randbereich von MV vorsieht. Dies ist aber derzeit nicht in Planung.

Zukünftig könnte das Verfahren für einen Transformationsdienst eingesetzt werden.

### 7.2 Geodatenviewer

In den Geodatenviewern GAIA-MVprofessional und GAIA-MVlight werden Geodaten unterschiedlicher Bezugssysteme gemeinsam projiziert. Allerdings ist die Ansicht auf einen Maßstab von 1:500 begrenzt, sodass ein Pixel weit mehr an Größe entspricht, als die Genauigkeit mit den bisherigen Verfahren erreicht wird. Hier wird auf den Einsatz von NTv2 verzichtet. Denkbar wäre zukünftig das Verfahren einzusetzen, um Geometrien umzurechnen, die der Nutzer selbst herleitet oder erstellt und in anderen Bezugssystemen weiterverarbeitet.

## 7.3 Weitere GIS Produkte

Der dritte Einsatzbereich für dieses Verfahren liegt in der Bereitstellung für Dritte. Die NTv2 Grids können ebenfalls in weiteren GIS-Server und GIS-Desktop-Produkten eingesetzt werden. Da dieses Verfahren Standard in Kanada und Australien ist, wird es von nahezu allen Produkten unterstützt. Es gibt nur Unterschiede bei den Integrationsmöglichkeiten von geänderten oder neuen Transformationsparametern, die im folgenden Kapitel beschrieben werden.

## 8 SOFTWAREINTEGRATION UND BEISPIELE

Jedes Softwareprodukt gestaltet sich verschieden bei der Definition der weiteren Transformationen und der Verwendung von NTv2 GridShiftDateien.

Im Allgemeinen wird unterschieden zwischen dem Ersetzen von vorhanden definierten Parametern bei bestehenden Transformationen und dem Hinzufügen von weiteren Transformationen. Zum Teil können ebenfalls Transformationen kombiniert werden, um z.B. den Nachteil auszugleichen, dass die neuen NTv2 GridShiftDateien nur für MV gelten. So kann z.B. mit FME definiert werden, dass für MV MVTR2010 gilt und außerhalb Beta2007. FME wird hier nicht weiter erläutert.

Viele GIS-SYSTEME arbeiten bei der Umrechnung immer über WGS84 als Standardreferenzbezugssystem. D.h. die Koordinaten werden bei Bezugssystemwechsel immer erst vom Quellsystem in WGS84 und dann in das Zielsystem umgerechnet. So können alle Transformationskombinationen berücksichtigt werden, auch wenn keine direkten Parameter vorliegen. Hier können die Parameter nach ETRS89 bzw. GRS80 anstatt der Parameter nach WGS84 verwendet werden.



## 8.1 Proj4

Für zahlreiche Produkte wird Proj4 verwendet. Proj4 ist eine Softwarebibliothek mit der alle Transformationen und Umrechnungen berücksichtigt werden können. Proj4 unterscheidet verschiedene Definitionsmöglichkeiten von Koordinaten- und Referenzsystemen. Hier wird nur auf EPSG eingegangen.

Im Allgemeinen findet sich eine Datei epsg im Bibliotheksverzeichnis, in der alle Koordinaten- und Referenzsystemen mit ihrer Definition und den Transformationsparametern zu WGS84 aufgeführt sind. Im Normalfall sind für die durchgängige Verwendung von NTv2 die Parameter für folgende Koordinaten- und Referenzsystemen in der Datei epsg anzupassen:

```
# Pulkovo 1942(83) / Gauss-Kruger zone 4
<2398> +proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=12 +k=1.000000 +x_0=4500000 +y_0=0
+ellps=krass +nadgrids=MVTRS4283.gsb +units=m +no_defs <>
# Pulkovo 1942(83) / Gauss-Kruger zone 5
<2399> +proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=15 +k=1.000000 +x_0=5500000 +y_0=0
+ellps=krass +nadgrids=MVTRS4283.gsb +units=m +no_defs <>
# Pulkovo 1942(83)
<4178> +proj=longlat +ellps=krass +nadgrids=MVTRS4283.gsb +no_defs <>

# DHDN / Gauss-Kruger zone 3
<31467> +proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=9 +k=1.000000 +x_0=3500000 +y_0=0
+ellps=bessel +datum=potsdam +nadgrids=MVTR2010.gsb +units=m +no_defs <>
# DHDN / Gauss-Kruger zone 4
<31468> +proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=12 +k=1.000000 +x_0=4500000 +y_0=0
+ellps=bessel +datum=potsdam +nadgrids=MVTR2010.gsb +units=m +no_defs <>
# DHDN / Gauss-Kruger zone 5
<31469> +proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=15 +k=1.000000 +x_0=5500000 +y_0=0
+ellps=bessel +datum=potsdam +nadgrids=MVTR2010.gsb +units=m +no_defs <>
# DHDN
<4314> +proj=longlat +ellps=bessel +datum=potsdam +nadgrids=MVTR2010.gsb
+no_defs <>
```

Alternativ können eigene EPSG Codes mit entsprechenden Parametern hinzugefügt werden.

Verweis: <http://trac.osgeo.org/proj/>

## 8.2 MapServer

Im MapServer werden die Transformationen mit Hilfe von Proj4 durchgeführt. Um die GridShiftDateien zu verwenden, müssen in der Datei epsg die Parameter ergänzt bzw. ersetzt werden. Die Datei epsg und auch die GridShiftDateien befinden sich im Proj4 Bibliotheksverzeichnis, welches meist automatisch vom MapServer erkannt wird. In der verbreiteten Softwaresammlung MS4W ist dies z.B. unter

```
C:\ms4w\proj\nad
```

Bei Bedarf kann in der MapServerkonfigurationsdatei mit dem Parameter „PROJ\_LIB“ für jedes Projekt ein gesonderter Pfad definiert werden:

```
CONFIG "PROJ_LIB" "/usr/local/share/proj/"
```

Verweis: <http://mapserver.org/>

## 8.3 Quantum GIS

Quantum GIS verwendet ebenfalls die Proj4 Bibliothek. Das Bibliotheksverzeichnis, in dem auch die GridShiftDateien gespeichert werden müssen, befindet sich unter

```
{Program Files}\Quantum GIS\proj
```

Dort ist auch die Datei epsg laut „Proj4“ anzupassen.

Seit neueren Versionen (ab 1.3) besteht die Möglichkeit, die Definitionen auch über die Oberfläche nutzerbezogenen Koordinaten- und Referenzsysteme zu erstellen oder zu überladen. Im Menü Einstellungen-> Benutzerkoordinatensysteme können dazu die Parameter übernommen und auch getestet werden.

Verweis: <http://qgis.org/>



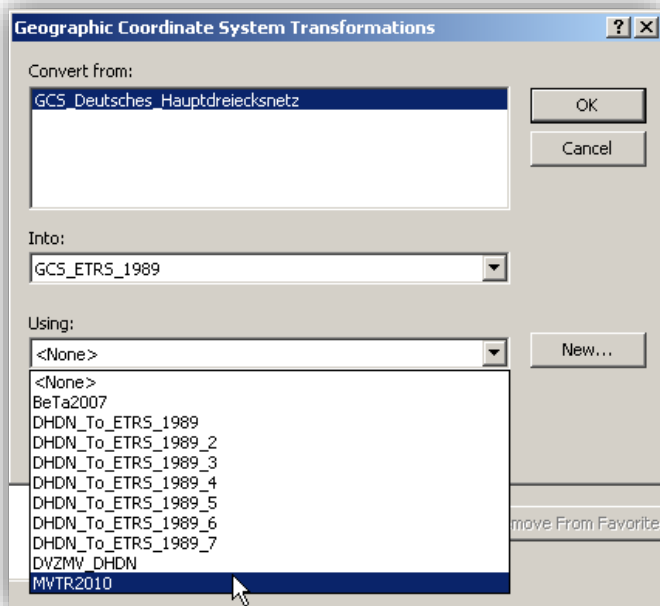
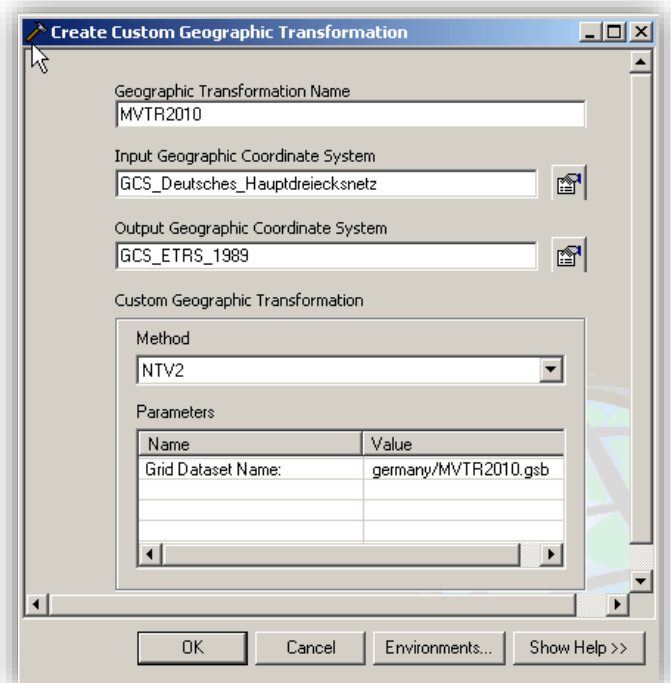
## 8.4 ArcGIS Desktop

In ArcGIS Desktop können eigene Transformationen mit dem Werkzeug „Create Custom Geographic Transformation“ aus der ArcToolbox generiert werden. Hierbei werden neben dem neuen Namen die Quelle und das Ziel des geographischen Bezugssystems ausgewählt.

Für die Methode NTV2 müssen die GridShiftDateien im Programmverzeichnis unter

{Program Files}\ArcGIS\pedata\ntv2\

abgelegt werden. Als Parameter ist der Dateipfad relativ zum oben genannten Verzeichnis anzugeben.



Bei jeder Transformation muss jeweils die gewünschte Transformation ausgewählt werden. Z.B bei der On-the-Fly Projektion in ArcMap oder bei dauerhaften Umrechnungen mit den Werkzeugen. In den Projektdateien wird die gewählte Projektion gespeichert.

## 8.5 SCOP++

Im ScopServer wird zur Transformation von Digitalen Gelände Modellen der Befehl `trans` verwendet. Auch hier wird die Projektion mit `proj4` beschrieben, allerdings werden die Parameter in Projektionsdateien abgelegt. Diese Dateien werden mittels `rfo` als Option angegeben. Mit der Verwendung von GridShiftDateien ist die Umgebungsvariable `PROJ_DIR` auf das Ablageverzeichnis zu richten.

### Beispielaufruf

```
ScopServer tran dtm=xxx.dtm rfo=2398_S4283.prj out=yyy.dtm  
rfo=35833_ETRSUTM33MV.prj
```

2398_S4283.prj	35833_ETRSUTM33MV.prj
<pre>+proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=12 +k=1.000000 +x_0=4500000 +y_0=0 +ellps=krass +nadgrids=MVTRS4283.gsb +units=m +no defs</pre>	<pre>+proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=15 +k=0.9996 +x_0=33500000 +y_0=0 +ellps=WGS84 +towgs84=0,0,0,0,0,0,1 +units=m +no defs</pre>

## 9 ANSPRECHPARTNER

Bitte wenden Sie sich mit Ihren Fragen direkt an den zuständigen Servicemanager Geoinformation Marco L. Zehner

- Telefon: (0385) 4800-602,
- E-Mail: [m.zehner@dvz-mv.de](mailto:m.zehner@dvz-mv.de).