

NTv2 für Deutschland

Stand 23.8.2006
Werner Flacke, ESRI Geoinformatik GmbH

Einleitung.....	1
Netzbasierende Transformationsmethoden in ArcGIS.....	2
NTv2.....	5
NTv2 in Deutschland (benutzerdefiniert).....	6
Testergebnisse.....	8
Beispiel Schleswig-Holstein.....	9
Beispiel Bayern.....	12
Werkzeuge.....	17

Einleitung

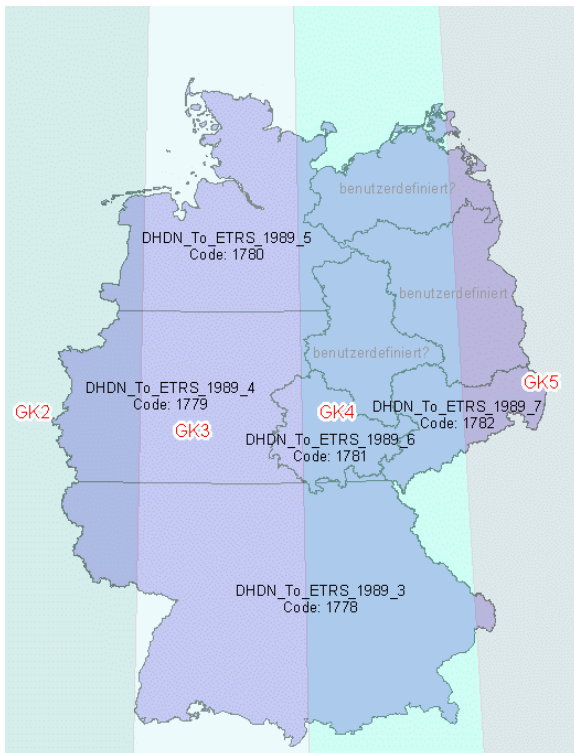
Die AdV (Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen) hat beschlossen, künftig nur noch ETRS_1989 als einheitlichen Raumbezug zu nutzen. Die erforderliche Umstellung von DHDN nach ETRS_1989 bzw. von Gauß-Krüger Koordinaten, die auf DHDN basieren, nach UTM Koordinaten, die auf ETRS_1989 basieren, erfordert eine möglichst genaue Datumstransformation.

Das können nur engmaschige Interpolationsverfahren und nicht die gröberen, parameterbasierten Verfahren leisten. ArcGIS unterstützt generisch geeignete, gridbasierte Transformationsverfahren (NTv2, HARN und NADCON). Dazu sind jeweils nur passende Dateien erforderlich, und dann kann die Transformation in allen ArcGIS Workflows bereitgestellt werden. Solche Dateien können beispielsweise in Zusammenarbeit mit den LVAs erstellt werden.

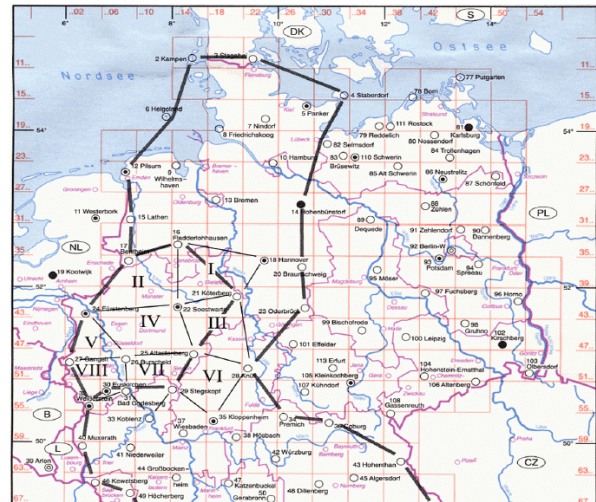
Bisher haben wir es in Deutschland mit einem "Patchwork" regional differenzierter Transformationen zu tun. Normalerweise muss man sich bei der Arbeit mit ArcGIS gebietsabhängig jeweils für eine Variante entscheiden.

NTv2 ist ein gitternetzbasierendes Transformationsverfahren, das mit geeigneten Daten für Deutschland angepasst werden kann, so dass der Umgang damit einfacher und einheitlicher wird. Hier wird eine Variante vorgestellt, bei der mit einer NTv2-Datei (und daher formal mit einer einzigen Datumstransformation) drei parameterbasierte Verfahren zusammengefasst werden.

Ein weiteres Beispiel zeigt, wie eine NTv2-Datei eine vorgegebene Datumstransformation nachbilden kann. Im Kontext eines Projektes wurde diese Möglichkeit am Beispiel von Schleswig-Holstein evaluiert.



Gültigkeitsbereiche der Transformationsparameter
Potsdam-Datum → ETRS 89 (aus den GPS-Richtlinien vom 19.12.1997)



Links die Gültigkeitsbereiche der vordefinierten Transformationen. Rechts ein Kartenausschnitt mit acht markierten Zonen in NRW, für die lokale Parameter publiziert werden.

<http://www.lverma.nrw.de/produkte/raumbezug/koordinatentransformation/Koordinatentransformation.htm>

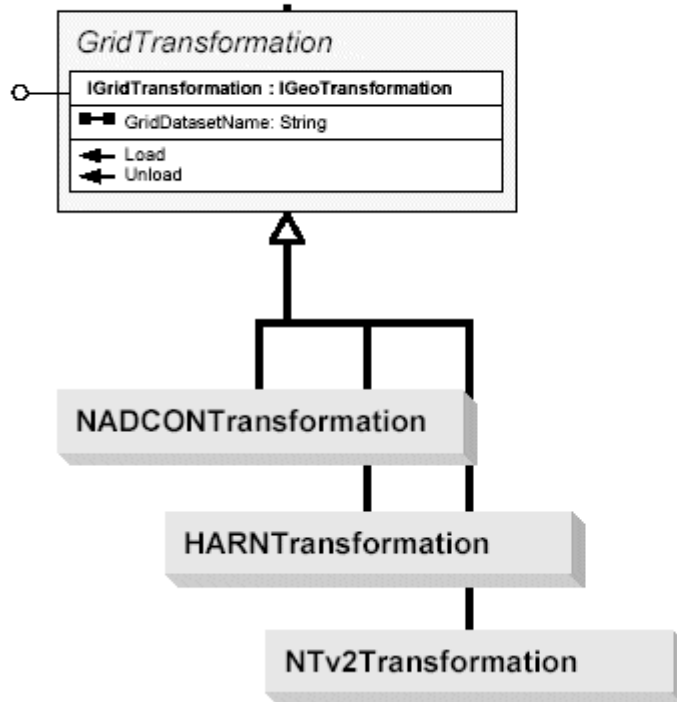
Netzbasierende Transformationsmethoden in ArcGIS

Neben den parameterbasierten Transformationsmethoden unterstützt ArcGIS bzw. die Projection Engine auch netzbasierte Transformationsmethoden. Es handelt sich um die Methoden

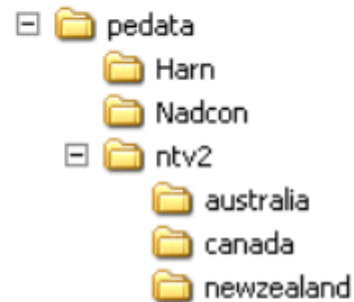
- HARN
- NADCON
- NTv2

Zu diesen Methoden gehören jeweils Binärdateien in spezifischen Formaten. Die Dateien beschreiben Punktraster und die an den einzelnen Punkten auftretenden Verschiebungen zwischen zwei geografischen Bezugssystemen. Die einzelnen Methoden implementieren dann darauf basierende Interpolationsregeln.

Gridbasierte Transformationen im ArcObjects-Klassendiagramm



Gridbasierte Transformationen in der Verzeichnisstruktur unter %ARCTHOME%

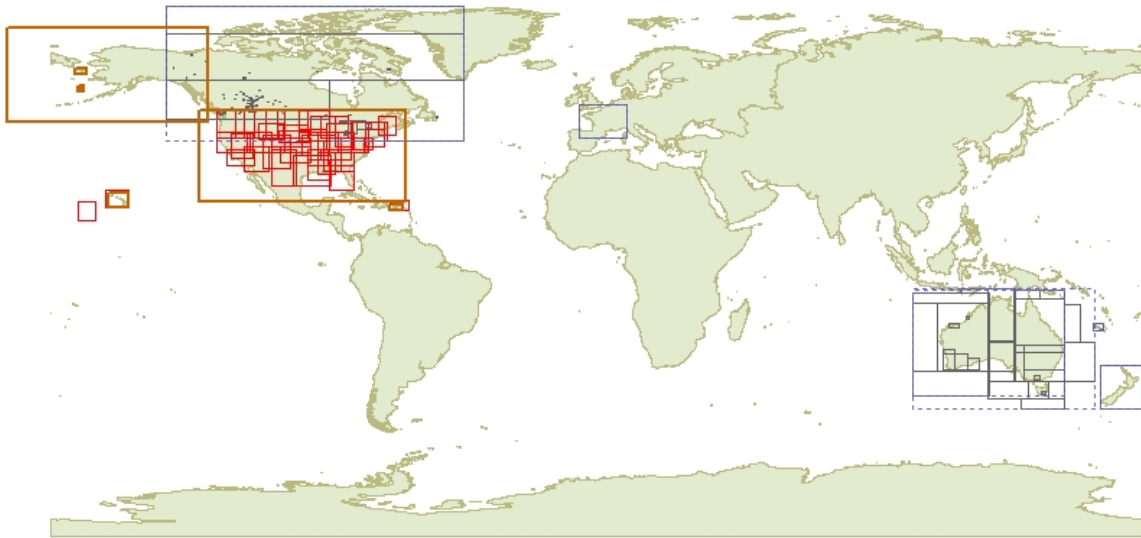


Die Griddaten sind in Dateien unter %ARCTHOME%\pedata hinterlegt. Die Verzeichnisstruktur ist oben abgebildet. Dabei enthalten Harn, Nadcon, ntv2\australia und ntv2\newzealand Dateien. Ntv2\canada ist leer. Die für Kanada benötigten Dateien sind lizenzpflichtig und können von kanadischen Vermessungsbehörden bezogen werden (<http://www.geod.nrcan.gc.ca>). Ein NTV2-Grid für ganz Kanada stellt auch ESRI Canada als Download zur Verfügung. ArcGIS 9 enthält ein weiteres pedata-Unterverzeichnis für Frankreich.

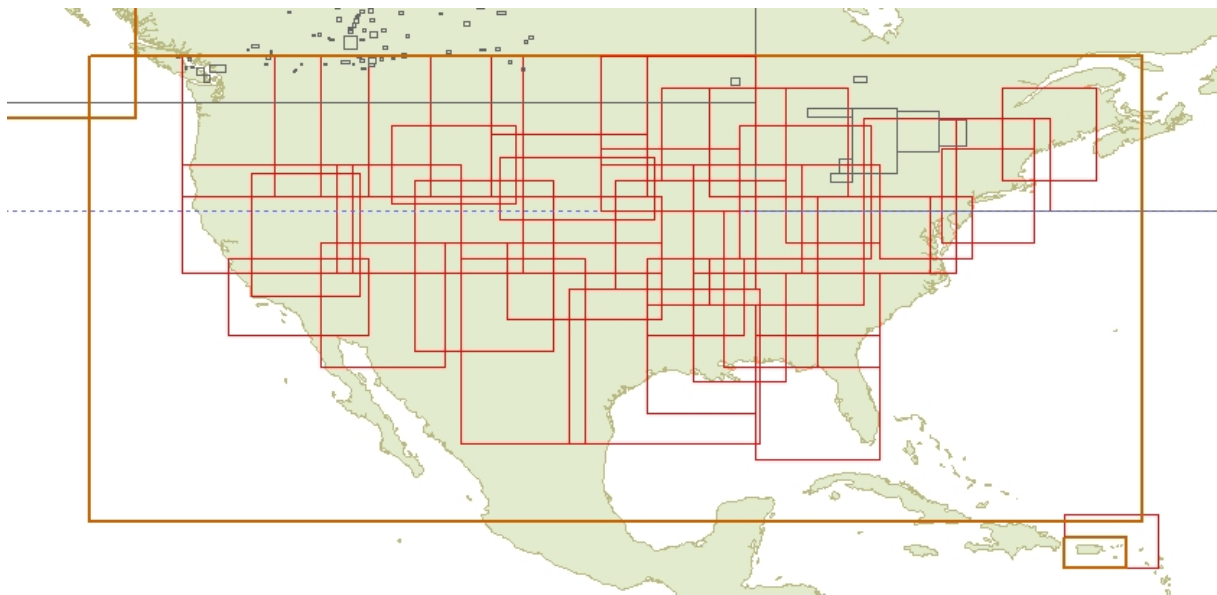
Die netzbasierten Methoden sind entsprechend der zugehörigen Daten streng räumlich begrenzt. Die Angaben dazu finden sich auch in map_projection_tables.pdf unter Geographic transformations → By NADCON/HARN Grid Method und → NADCON/HARN grid extents.

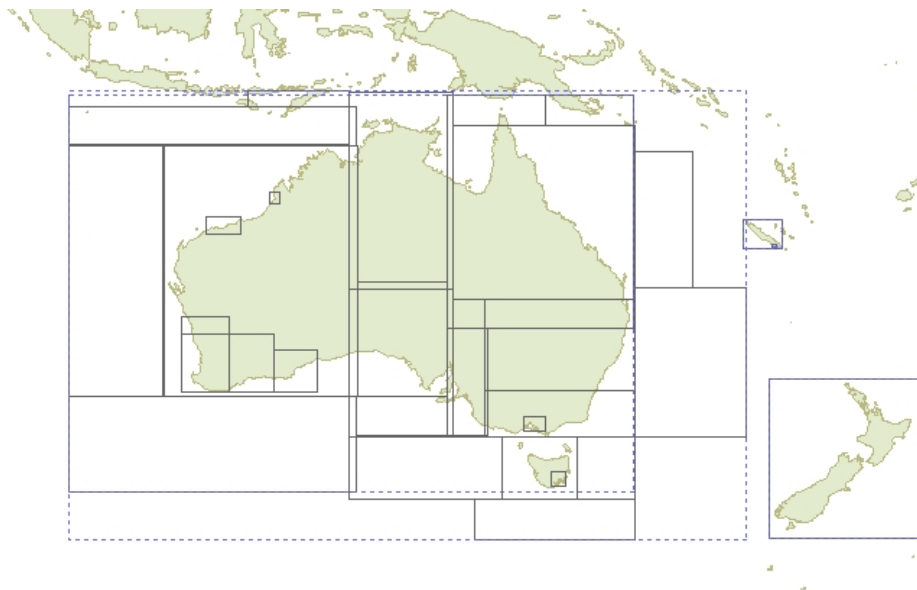
Seit ArcGIS 9 in C:\Program Files\ArcGIS\Documentation\geographic_transformations.pdf

Die folgenden Abbildungen zeigen alle Begrenzungen der netzbasierten Transformationen in ArcGIS 9 plus NTV2_0.gsb für Kanada.



HARN in rot
NADCON in orange
NTv2 in grau bzw. blau unterbrochen (Teilgrids grau, die Hülle darum blau unterbrochen)





NTv2

National Transformation version 2 wurde in Kanada für Kanada definiert. Das Format und die Methode sind aber allgemeingültig und wurden von Australien und Neuseeland offiziell übernommen.

Die binäre NTv2-Datei beginnt mit einem Header und enthält ein oder mehrere Subgrids, mit denen auch lokal verdichtete Teilraster beschrieben werden können. Jedes Subgrid beginnt wiederum mit Headerzeilen und enthält dann für jeden Rasterpunkt Längen- und Breitenverschiebungen in Dezimalsekunden sowie deren mittlere Fehler.

Beispiel für Neuseeland als Textdatei. 11 Zeilen Gesamthead (links), 1 Subgrid mit 11 Headerzeilen (rechts).

```

NUM_OREC 11                SUB_NAMENZNAT
NUM_SREC 11                PARENT NONE
NUM_FILE 1                 CREATED 20111999
GS_TYPE SECONDS           UPDATED 20111999
VERSION NZV1.0            S_LAT -172800.000000
SYSTEM_FNZGD49            N_LAT -122400.000000
SYSTEM_TNZGD2000          E_LONG -648000.000000
MAJOR_F 6378388.000        W_LONG -597600.000000
MINOR_F 6356911.946        LAT_INC 360.000000
MAJOR_T 6378137.000        LONG_INC 360.000000
MINOR_T 6356752.314        GS_COUNT 19881
                             5.875380 -1.376003 0.090471 0.135207
                             5.874535 -1.368036 0.089857 0.134289
                             5.873609 -1.360069 0.089238 0.133364
                             ... (insgesamt 19881 Datensätze mit
                             Verschiebungswerten)

```

Eine gute Formatbeschreibung steht unter www.geom.unimelb.edu.au/gda94/SoftDoc.pdf. Da wird auch erklärt, warum die früheren australischen Dateien im Format formal etwas abweichen. Die späteren australischen und die neuseeländische Datei richten sich jedoch wieder nach dem Original. Die Webseite der Universität von Melbourne gibt noch folgende zusammenfassende Beschreibung der wichtigsten Eigenschaften der NTv2-Dateien:

"The main point to understand about the file is that it contains a grid of latitude and longitude coordinates, in the original (i.e. localised country) datum, and a latitude and longitude shift value to

convert these lat/long co-ordinates into the co-ordinates (of the same real-world point) on the WGS84-compatible datum. This is fairly easy to understand intuitively. The latitude and longitude aren't given explicitly on each line of the file, only in the header. Each pair of shift values in the grid is listed row-wise and column-wise starting at the lower right corner of the grid and working backwards to the upper left. The values are given in seconds and on the same line a pair of accuracy / resolution figures for each shift value is also given. Therefore after the header there are four numbers on each line in the file. See the GDAit User's Guide above for more information."

Kanadas Lage auf der westlichen Hemisphäre begründet den Vorzeichenwechsel bei den Längenangaben, denn man erspart sich das negative Vorzeichen. Diese Orientierung wird im NTV2-Standard beibehalten. (Nebenbei: Wenn man bedenkt, woher der Begriff Orientierung stammt, nämlich von der standardmäßigen Ost-Ausrichtung in alten Karten, könnte man bei NTV2 von einer „Occidentierung“ sprechen :-).

NTv2 in Deutschland (benutzerdefiniert)

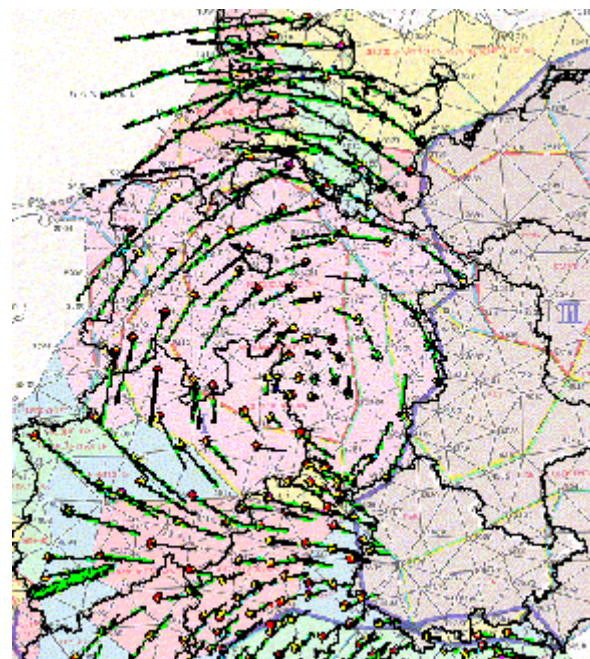
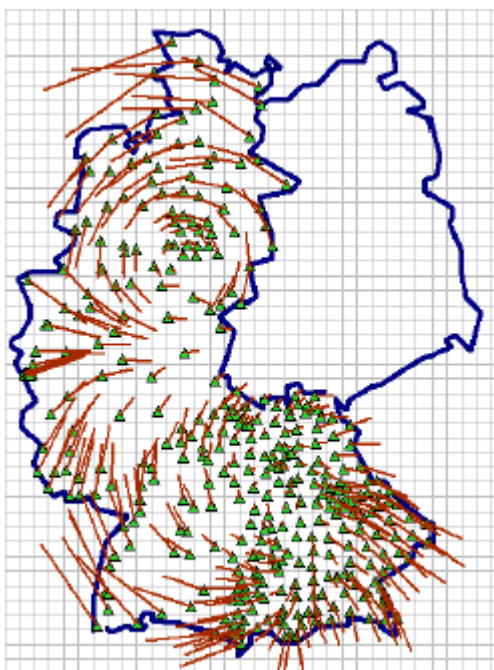
ArcGIS technisch bietet sich an, was schon für USA, Kanada, Australien und Neuseeland Standard ist: Der Einsatz netzbasierter Transformationen (GridTransformation). Dabei muss man für alle anderen Länder auf beispielsweise "Custom NTV2"-Grids zurückgreifen. Diese stammen dann nicht direkt von der Landesvermessung, sondern werden aus anderen Datenquellen errechnet. ESRI Inc. weiß von solchen Lösungen für Frankreich und Südafrika. Die technische Machbarkeit wurde evaluiert und erste Ergebnisse für Deutschland werden hier vorgestellt.

Wenn nur mit dem für ganz Deutschland pauschalen Parametersatz von DHDN nach ETRF89 transformiert wird, bleiben Restklaffungen, wie sie hier abgebildet sind.

Linkes Bild aus www.ib-seiler.de/d/index.html (Vortrag zum 3-DIM Seminar).

Residuen rechts aus: Reiner Jäger, Simone Kälber - Precise Vertical Reference Surface Representation and Precise Transformation of Classical Networks to ETRS89 / ITRF - General Concepts and Realisation of Databases for GIS, GNSS and Navigation Applications in and outside Europe

Die größten dargestellten Residuen entsprechen ca. 3m.



Die Residuengraphik wurde georeferenziert und einer Karte mit DHDN-Triangulationsnetz überlagert. Im nördlichen Teil handelt es sich offenbar um systematische Fehler aus dem sogenannten Schreiberschen Block.

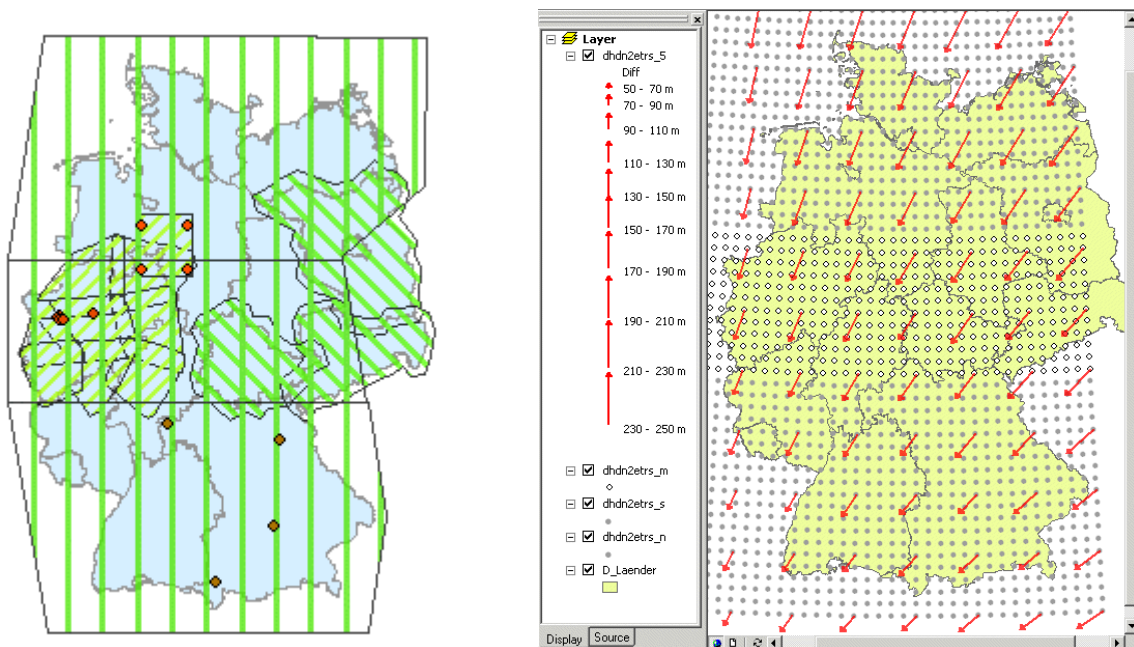
Das BKG veröffentlicht für ganz Deutschland pauschale Transformationsparameter mit der Angabe der Lagegenauigkeit als unter 3 Meter liegend. Es bleiben danach die oben dargestellten Residuen. Außerdem werden regionalisierte Parameter für drei Bereiche Nord ($> 52^{\circ} 20' N$), Mitte ($< 52^{\circ} 20' N$ und $> 50^{\circ} 20' N$) und Süd ($< 50^{\circ} 20' N$) veröffentlicht. Damit erhöht sich die Genauigkeit auf „submeter level“, also $< 1m$. Landesvermessungsämter gehen noch weiter, ordnen lokale Parameter kleineren Regionen zu und publizieren z.T. Parameter, die eine Genauigkeit im dm Bereich aufweisen.

Das Ergebnis kann man sich als Patchwork kleiner Regionen mit jeweils spezifischen Parametern vorstellen. Innerhalb solch kleiner Regionen kann man mit ArcGIS Standardfunktionalität dann hochgenau transformieren.

Wenn man patchübergreifend und gleichzeitig mit hoher Genauigkeit transformieren möchte, bietet sich NTV2 als netzbasierte Transformationsmethode an. Es ist nun möglich, nach diesen Angaben regional differenziert die Verschiebungen zwischen DHDN und ETRS89 für ein Maschennetz zu berechnen und im NTV2 Format zu speichern. Mit der entstehenden Datei kann in Deutschland die NTV2-Methode in ArcGIS eingesetzt werden. Das Resultat steht als Beispiel zur Verfügung.

Die Auswirkungen der Datumstransformation kann folgendermaßen dargestellt werden. Dabei entspricht diese Darstellung selbst schon sehr dem NTV2-Konzept.

Die Verschiebungen zwischen DHDN und ETRS89 wurden in einem $600'' \times 900''$ Gitternetz berechnet. D.h. mit einer Maschenweite von ca. 18km. Dazu wurden die 3 Parametersätze, die das BKG für Nord, Mitte und Süd publiziert, verwendet. Die Punkte der mittleren Zone sind oben hohl symbolisiert. An einem Teil der Punkte wird die Verschiebung per Pfeil dargestellt.



Die linke Karte zeigt Regionen, für die optimierte Parameter publiziert wurden (von BKG, LVA Brandenburg und LVA NRW), sowie die unten verwendeten Testpunkte. Die rechte Karte zeigt das aus den drei großen Regionen abgeleitete NTV2-Netz (in Auszügen).

Testergebnisse

Je 4 Passpunkte aus dem Raum Niedersachsen, aus NRW (Netz77) und Bayern (DHDN90), die sich mit lokalen Parametern für eine Helmert-Transformation gut transformieren lassen, wurden zum Vergleich auch mit anderen Methoden transformiert. Dabei kamen zum Einsatz:

- Parameter des BKG, die Deutschland in drei Zonen (Nord, Mitte, Süd) unterteilen - Nord,
- Parameter des BKG, die Deutschland in drei Zonen (Nord, Mitte, Süd) unterteilen – Mitte,
- Parameter des BKG, die Deutschland in drei Zonen (Nord, Mitte, Süd) unterteilen – Süd,
- ein daraus abgeleitetes NTv2-Grid mit Maschenweite 900"x 600" (29KB),
- die vordefinierte Transformation DHDN_To_ETRF_1989.

GK3 (DHDN)-Punkte ("NS")	GK2 (Netz77/DHDN)-Punkte ("NRW")	GK4 (DHDN90)-Punkte ("BY")
3477212.307, 5785054.351	2556796.939, 5712600.478	4480226.427, 5517744.563
3545575.195, 5785211.484	2552674.900, 5709202.79	4300280.751, 5546874.960
3477520.434, 5851812.491	2557467.71, 5705948.24	4471061.578, 5374430.379
3544958.927, 5851968.75	2562514.200, 5707004.50	4373431.970, 5283523.595
dieselben Punkte in UTM32 (ETRS89)	dieselben Punkte in UTM32 (ETRS89)	UTM32 (ETRS89) (*)
477148.693, 5783180.781	348706.941, 5712693.957	696025.72, 5519503.16
545484.391, 5783336.854	344449.682, 5709468.561	515132.05, 5541394.16
477457.666, 5849912.374	349104.446, 5706020.797	692543.46, 5375930.71
544869.355, 5850067.581	354189.122, 5706869.229	598550.37, 5281309.84

(*) Das LVA Bayern veröffentlicht ABC-Netzpunkte in GK4-Koordinaten sowie in geozentrischen ETRS89-Koordinaten. (http://www.geodaten.bayern.de/bvv_web/service/abc_netz/ABC_Netz.htm). Damit ist der Datumsübergang prinzipiell dokumentiert. ArcGIS kann aber noch nicht direkt mit geozentrischen KS arbeiten. Daher muss die Umrechnung zwischen ETRS89-geozentrisch und ETRS89-Länge/Breite mit einem anderen Tool geleistet werden. Ein Python-Skript, das das leistet, steht unter <http://arcscrips.esri.com/details.asp?dbid=13652> zur Verfügung. Anschließend wurde wieder mit ArcGIS nach UTM32 projiziert.

Die nächste Tabelle zeigt die maximalen Abweichungen unter den jeweils 4 Punkten in Meter. Die Ergebnisse, bei denen nicht die richtige Zone (Nord oder Mitte) zum Einsatz kam, sind eingeklammert. Bei den Punkten aus Süd-Niedersachsen/NRW liegen die beiden südlichen Punkte schon in der mittleren Zone. Daher werden die Ergebnisse differenziert.

Daten	lokale Param	Param Nord	Param Mitte	Param Süd	NTv2 aus 3 Zonen	vordefinierte Parameter
NRW	0,07	(0,85)	0,54	-	0,54	1,58
NS	0,01	(0,14) 0,13	0,50 (0,82)	-	0,4 0,13	0,80
BY	-	-	-	0,41	0,41	0,89

Die hervorgehobene Spalte reproduziert gut die vergleichbaren Ergebnisse der drei Spalten davor. Rechts daneben steht der ungenauere Vergleichswert, der mit den pauschal für ganz Deutschland geltenden, vordefinierten Parametern erzielt wird. Ein Vergleich mit den Residuenkarten zeigt auch die hier belegten Genauigkeitsunterschiede zwischen den NRW-, NS- und BY-Punkten.

Das Verfahren, mit dem die NTv2-Datei erzeugt wird, ist je nach der verfügbaren Information anpassbar und das Ergebnis dementsprechend optimierbar. Mit den hier vorgestellten Daten kann man sich theoretisch noch gut an die Werte der linken Spalte annähern.

Was leistet die oben beschriebene NTv2-Lösung?

Mit NTv2 (dhdn2etrs89.gsb) steht eine für ganz Deutschland einheitliche Transformationsmethode zur Verfügung, deren Prototyp die maximalen Residuen bereits unter 1m drückt. Die eingesetzte NTv2-Datei kann fallweise mittels weiterer, genauerer Daten verbessert werden.

In welcher Form steht diese Lösung zur Verfügung?

Von ArcScripts (<http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=12430>) kann das Tool GeoTrMngr (Geographic Transformation Manager) heruntergeladen werden. Es enthält die NTV2-Datei und eine Beschreibung zu deren Einsatz.

Syntaxbeispiel in MyGeoTra.txt

```
TaskName=DHDN_To_ETRF_1989
source_prjfile=c:\bin\arcgis\arcexe83\coordinate systems\projected
coordinate systems\national grids\germany zone 3.prj
target_prjfile=c:\bin\arcgis\arcexe83\coordinate systems\projected
coordinate systems\utm\other gcs\etrf 1989 utm zone 32N.prj
geotransformations=1
FromGCSName=GCS_Deutsche_Hauptdreiecksnetz
ToGCSName=GCS_ETRF_1989
geotra_name_1=DHDN_To_ETRS89_ntv2
method_1=NTV2
griddatasetname=dataset_germany\dhdn2etrs89.gsb
```

Als Beispiel wird auch dhdn2etrs89.gsb mitgeliefert. Diese Datei muss dazu unter dem Verzeichnis %ARHOME%\pdata\ntv2\germany abgelegt werden.

Welche weiteren Optionen gibt es?

NTV2 Dateien können nach Bedarf aus vorgegebenen Transformationen abgeleitet werden. ArcGIS kann dann damit die Transformation in guter Näherung nachvollziehen. Die Qualität der Näherung kann durch die Wahl der Maschenweite eingestellt werden. Faustregel etwa: Bei einer Maschenweite von 5000m liegen die Abweichungen bei 1cm, bei einer Maschenweite von 500m liegen die Abweichungen bei 1mm.

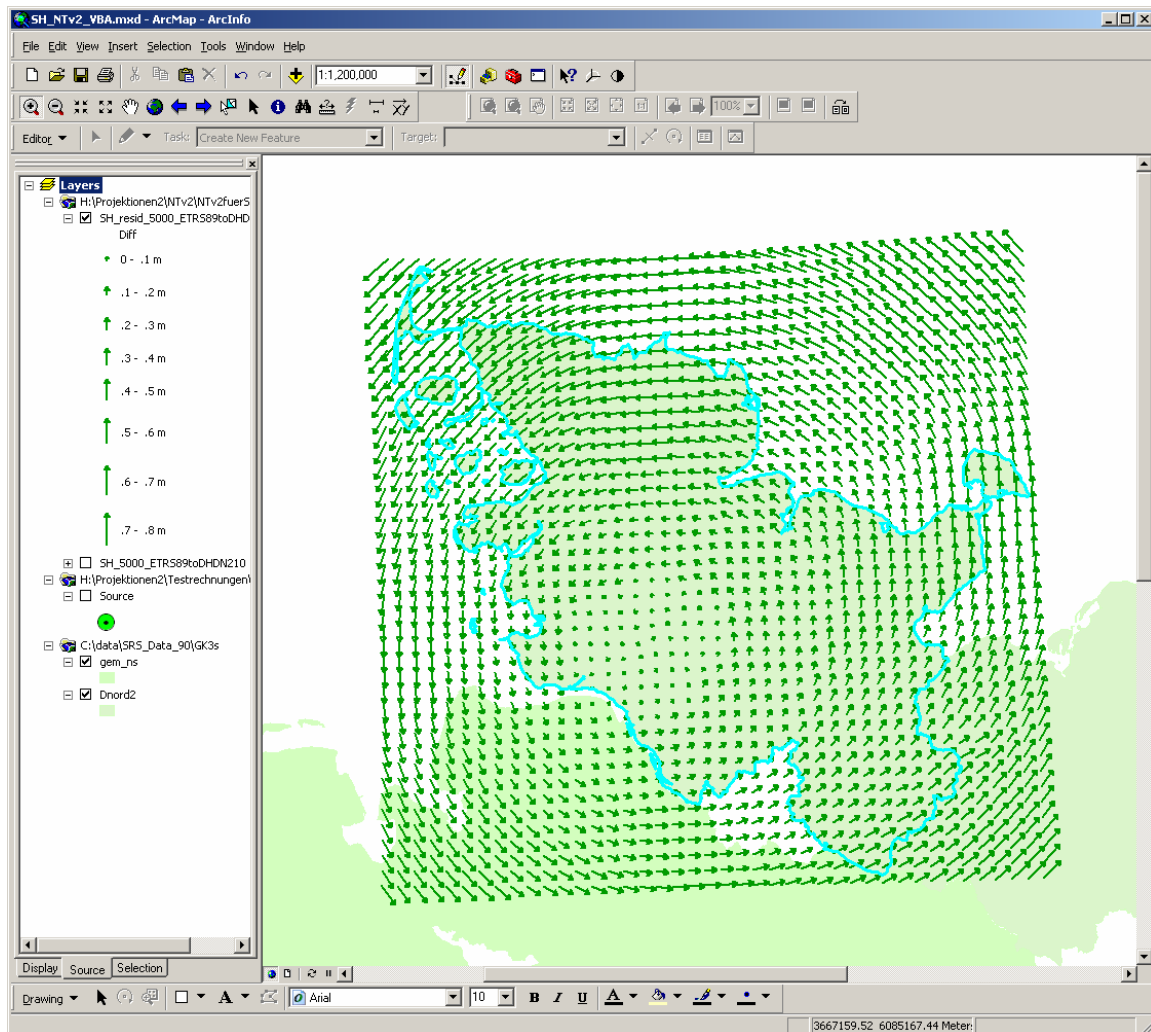
Beispiel Schleswig-Holstein

Standardmäßig stellt ArcGIS für Norddeutschland eine vom BKG veröffentlichte vordefinierte 7 Parameter Transformation zur Verfügung. Deren Genauigkeit ist besser als 1m. Noch besser sind z.B. spezialisierte Verfahren wie SHTrans von Arc Berlin. Die folgende Abbildung zeigt die Abweichungen zwischen beiden im Detail.

Die Abweichungen zwischen der parameterbasierten Transformation

```
Set pGT = pSRF.CreateGeoTransformation(1780) ` = DHDN_To_ETRS_1989_5
    `BKG "D-Nord"
    `590.5 69.5 411.6 -0.796 -0.052 -3.601 8.3 PV
```

und SHTrans sind unten dargestellt. Sie liegen unter 0,8m. Allerdings ist das dominante, kreisförmige Wirbelmuster ein Indiz dafür, dass SHTrans höchstens sehr gering von einer 7 Parameter Transformation abweicht, die für SH optimiert wurde.

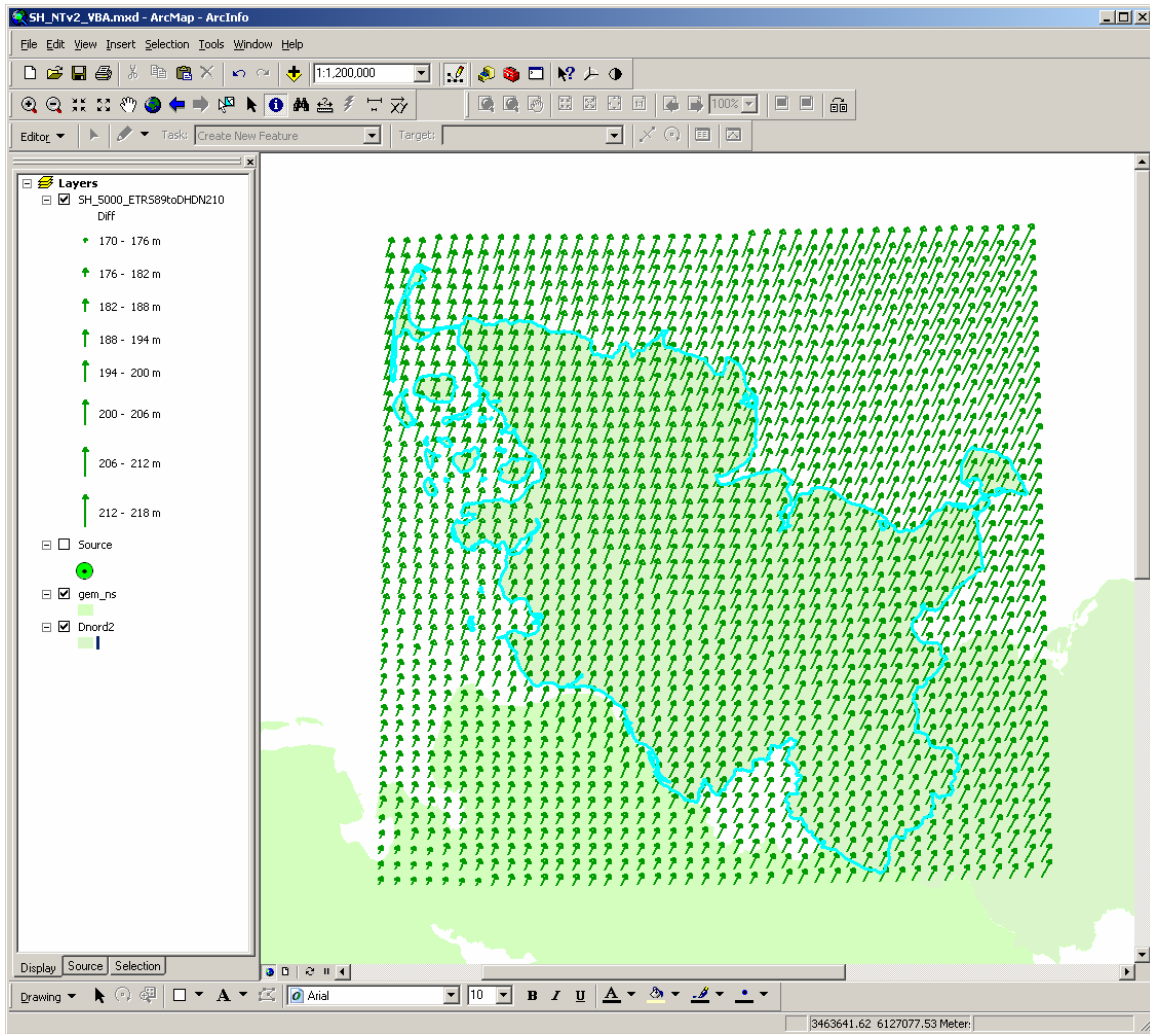


Mit dem Einsatz von NTV2 können diese Abweichungen in den Millimeter-Bereich gedrückt werden. Dazu braucht man ein NTV2-Gitter mit etwa 500m Maschenweite.

Eine NTV2-Datei, die auf einem 5000m-Gitter basiert, leistet etwa eine Genauigkeit im cm-Bereich. Die darin beschriebenen Verschiebungen zwischen DHDN und ETRS89 sind unten visualisiert.

Die Abbildung zeigt die Verschiebungen zwischen ETRS89-Koordinaten und DHDN-Koordinaten in einem 5000m-Gitter.

ArcGIS kann die zugehörige Datei C:\Program Files\ArcGIS\pedata\ntv2\germany\SHext_5000_ETRS89toDHDN210.gsb als Datumstransformation (Methode=NTv2) in beiden Transformationsrichtungen nutzen.



Beispiel Bayern

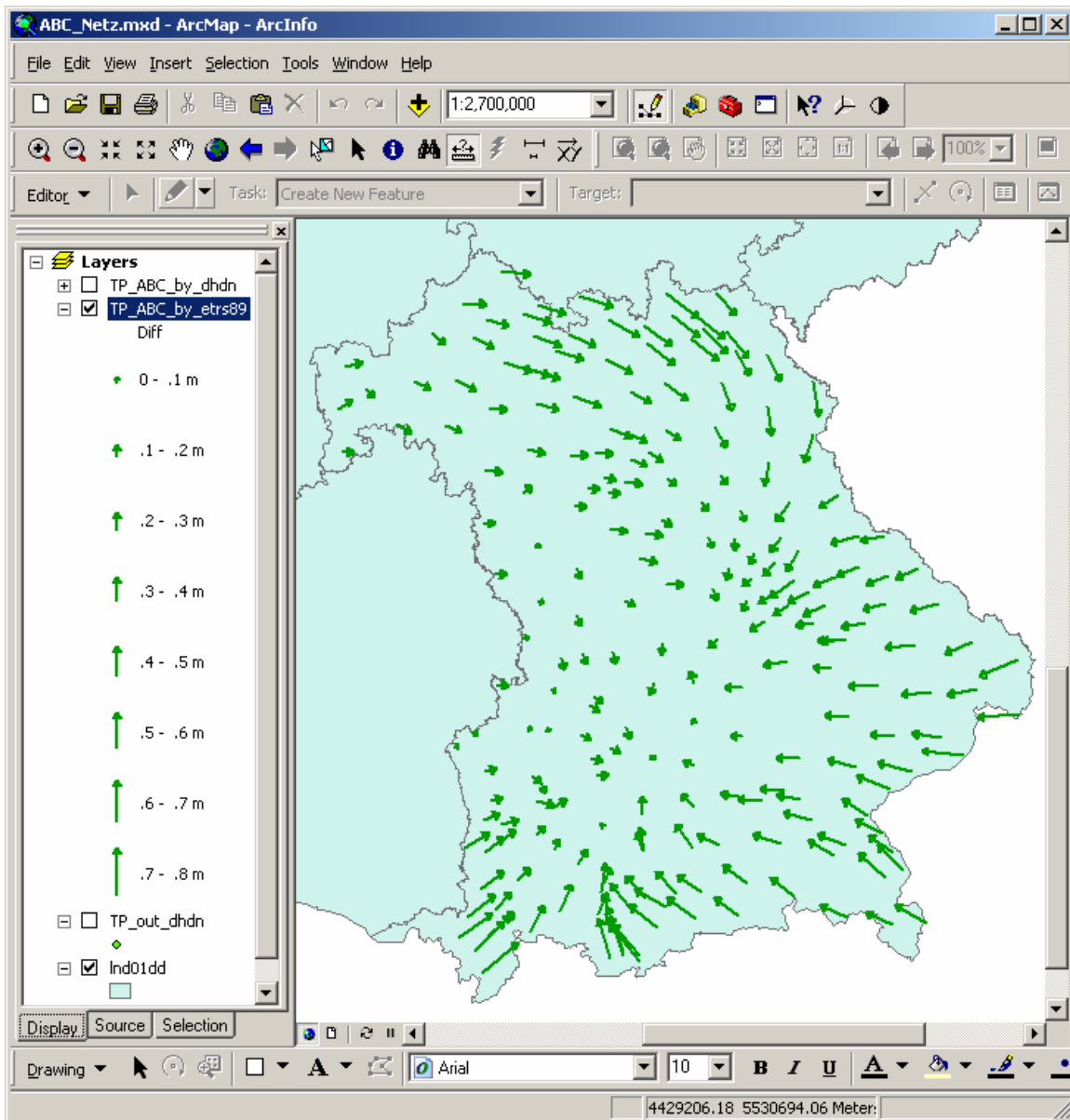
Bayern veröffentlicht unter http://www.geodaten.bayern.de/bvv_web/service/abc_netz/ABC_Netz.htm 218 ABC-Netzpunkte mit ihren DHDN90/GK4 Koordinaten und geozentrischen, kartesischen ETRS_1989 Koordinaten. Damit kann die Datumstransformation deutlich verbessert werden. Die beste, bisherige Standardmethode hat bei diesen Punkten noch einen mittleren Fehler von 34cm (max. 77cm), die Optimierung erzielt einen mittleren Fehler von nur 3cm (max. 17cm).

Dies ist eine Machbarkeitsstudie, die wegen der Urheberrechte so (noch?) nicht veröffentlicht oder kommerziell genutzt werden darf.

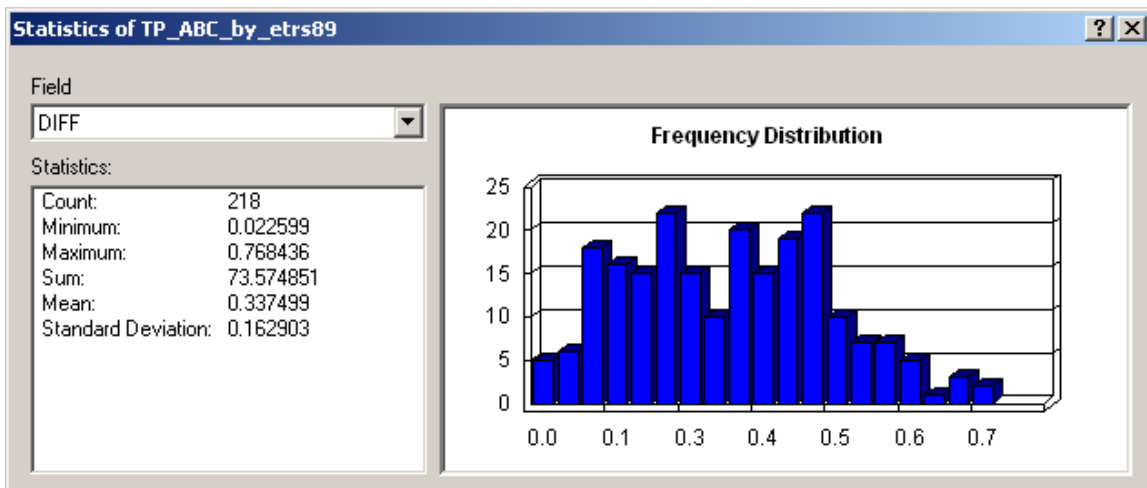


Dieses Bild zeigt die georeferenzierte Karte auf der Eingangsseite mit den überlagerten 218 Punkten.

Die Vergleichspunkte ermöglichen zunächst einen Test der vordefinierten 7-Parameter Transformation DHDN_To_ETRS_1989_3, die in Süddeutschland (südlich 50° 20') höchstens Abweichungen von 1m erzeugt. Unten sind dazu Pfeile von den berechneten Koordinaten in Richtung der gemessenen Koordinaten dargestellt. Die jeweilige Distanz ist maßstäblich stark vergrößert. Das Minimum ist 0.02 Meter, das Maximum ist 0.77 Meter. Ein großer, systematischer Anteil ist deutlich zu erkennen. Das ist der Fehleranteil, der sich durch eine optimierte Methode leicht entfernen lässt.

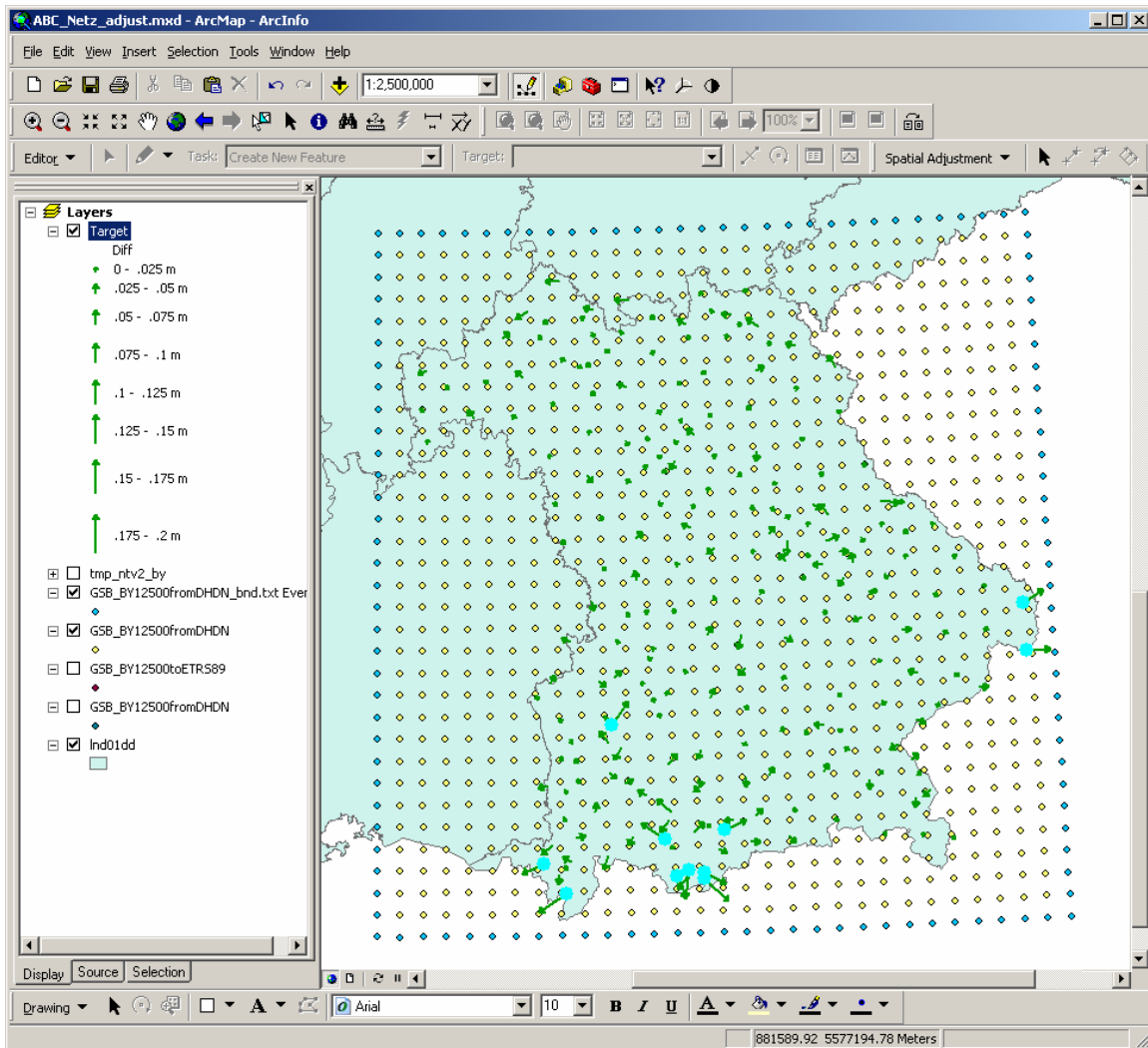


Und als statistische Übersicht (DIFF sind die rechnerischen Lagedistanzen in Meter):

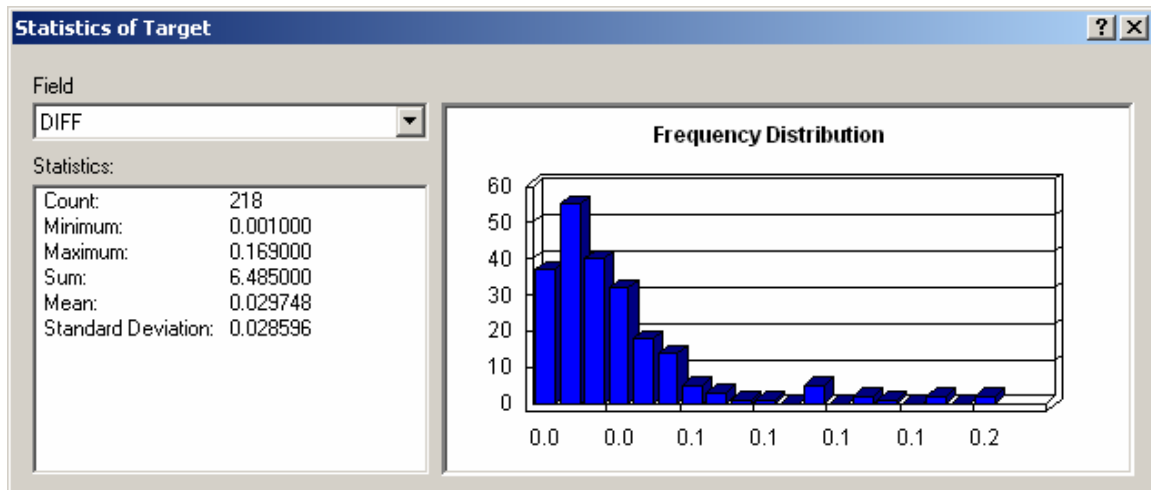


Ferner kann mit diesen Daten die Datumstransformation zwischen DHDN90 und ETRS89 in Bayern deutlich verbessert werden. Das Verfahren sei hier grob beschrieben.

Um das Gebiet herum wurde ein Punktenetz (in DHDN) erzeugt und per "Rubbersheeting" nach ETRS89 verschoben. Als Rubbersheeting-Links kamen dazu die obigen, identischen Punkte zu Einsatz. Entlang des Randes wurden Links ergänzt, deren Verschiebungen sich aus der Standardtransformation DHDN_To_ETRS_1989_3 ergaben. Die durch das Rubbersheeting entstandenen Verschiebungen wurden in eine NTV2-Datei umgewandelt und zur Datumstransformation genutzt. Die Verteilung der Restfehler sieht geografisch und statistisch wie folgt aus:



Abweichungen über 10cm (selektiert) sind selten und zeigen offenbar „Problemregionen“ an. Eine Systematik der Abweichungsrichtungen ist nicht mehr erkennbar.



Skalierung der x-Achse ohne Rundung: 0.000 0.025 0.050 0.075 0.100 0.125 0.150 (Meter)

Ein einzelnes Datenblatt eines Punktes sieht übrigens im Detail so aus:

Satellitengestütztes drei-dimensionales Festpunktnetz der Hierarchiestufe A-, B- und C

[Skizze zu TP 7743 056 00](#)

[Übersicht A-, B-, C-Netzpunkte](#)

TP-Daten

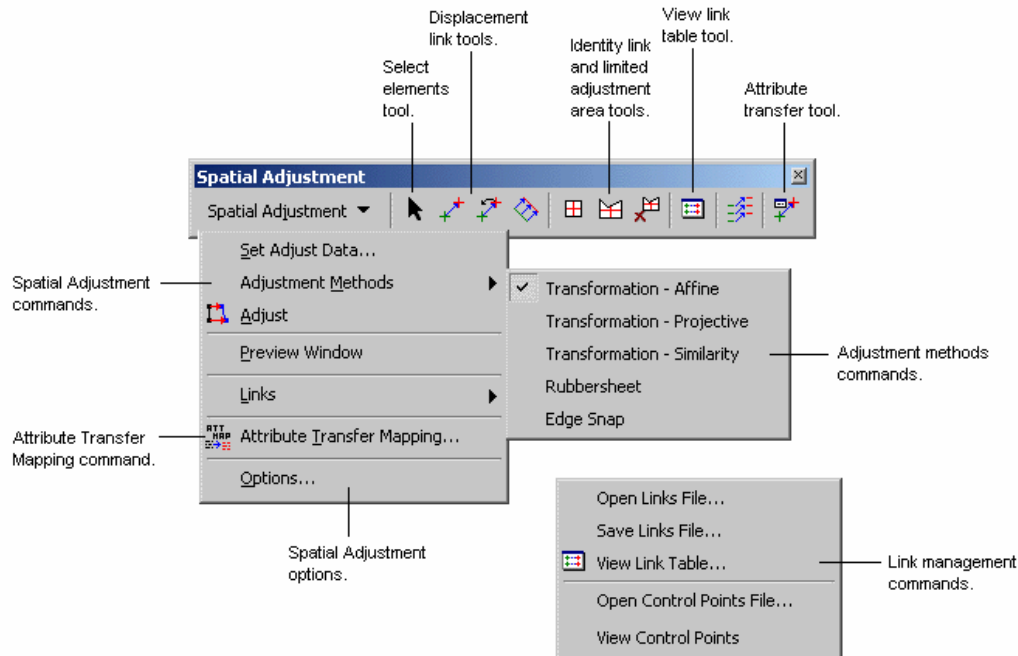
TK 25 Nr.	Punktnummer	Name
7743	056 00	Hairming 6
nähere Lagebeschreibung		Flurkarte NO 5 42 23
Festlegung		Vermessungsamt Burghausen Landkreis Altötting
Gauß-Krüger-Koordinaten (12 Grad) System DHDN90		Ordnung 4
Rechtswert (m)	Hochwert (m)	Höhe über NN (m)
4565212.275	5342304.683	366.900
		366.020
		bezogen auf Pfeiler Platte
ETRS89-Koordinaten		Hierarchiestufe C
X (m)	Y (m)	Z (m)
4151089.652	948902.584	4733173.856
		bezogen auf Platte

Hinweise

„Rubbersheeting“ ist eine Methode des „Spatial Adjustment“, für das hier stellvertretend die Toolbar aus ArcGIS Desktop Help dargestellt ist:



The Spatial Adjustment toolbar



Die Schritte sind:

- Edit Session starten
- Unter Set Adjust Data... das Shapefile mit dem Ursprungsgitter auswählen.
- Unter Open Links File... die Link-Datei auswählen
- Rubbersheet auswählen
- Unter Options... → Rubbersheet als Methode „linear“ auswählen
- Adjust ausführen
- Ergebnis speichern.

Hier ein Ausschnitt der verwendeten Link-Tabelle

ID	X Source	Y Source	X Destination	Y Destination
0	12.498783	48.743631	12.497257	48.742657
0	12.206084	48.773712	12.204598	48.772730
0	13.434912	48.852732	13.433249	48.851755
0	13.050962	48.840661	13.049352	48.839681
0	12.590147	48.872705	12.588603	48.871716
0	12.567475	48.871787	12.565934	48.870798
0	12.723183	48.941736	12.721619	48.940741
0	13.211275	49.022966	13.209639	49.021967
0	12.857723	49.022193	12.856137	49.021190
0	11.254855	47.463104	11.253531	47.462266
0	11.254083	47.491396	11.252758	47.490554
0	11.147067	47.490243	11.145760	47.489401

Werkzeuge

Werkzeuge, mit denen NTV2-Dateien dargestellt und benutzerdefinierte NTV2-Dateien erzeugt werden können, habe ich unter ArcScripts veröffentlicht:

<http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=12720> ("Coordinate Operator", prjCalculator.exe)

<http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=13654> ("NTv2 Converter", convertGSB.exe)

Und diese Tools nutzen die NTV2-Datei für Datumstransformationen

<http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=12430> („Geographic Transformation Manager“, GeoTrMngr.dll +GeoTrMngrCat.dll)

<http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=14067> („Add a Geographic Transformation“, AddGeoTransformation.dll)