

NÖV

Nachrichten aus dem öffentlichen Vermessungswesen Nordrhein-Westfalen



Innenministerium
des Landes
Nordrhein-Westfalen



40 Jahre Arbeitsgemeinschaft der Vorsitzenden der Gutachter- ausschüsse für Grundstückswerte in NRW	
Hans-Wolfgang Schaar	3
Die Einführung von ALKIS® in NRW	
Jürgen Kremers	7
Das NRW-Pflichtenheft	
Anke Liebig	9
Profile im Amtlichen Liegenschaftskataster-Informations- system ALKIS® und die Anbindung von Fachdaten	
Michael Gärtner und Gregor Hochgürtel	13
Eine kurze Geschichte der Nutzungsarten und ihr Nachweis im Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem ALKIS®	
Ludger Droste und Michael Gärtner	23
Einführung von ETRS89/UTM in NRW	
André Caffier und Wolfgang Irsen	35
Ein Praxisvergleich dreier wissenschaftlicher GPS-Auswerte- programme mit GPS-Daten der 1387. Woche (Aug. 2006)	
Bernhard Ruf	49

Ein Praxisvergleich dreier wissenschaftlicher GPS-Auswerteprogramme mit GPS-Daten der 1387. Woche (Aug. 2006)

Von Bernhard Ruf

Einleitung

Der Arbeitskreis Raumbezug (AK RB) der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (AdV) hat zum Themenkreis „Koordinatenmonitoring der Referenzstationen des SAPOS®-Dienstes der BRD“ auf der 14. Tagung (13./14. Juni 2006) mit Beschluss 6/14 die Projektgruppe SAPOS®-Koordinatenmonitoring eingerichtet. Als eine erste Aufgabe hat sich die Projektgruppe den Vergleich dreier GPS-Auswerteprogramme gestellt. Über das Ergebnis dieses Vergleiches wird nachfolgend berichtet.

1 Zweck und Aufgabe der Projektgruppe SAPOS®-Koordinatenmonitoring

Die Referenzstationen des SAPOS®-Dienstes sind Bestandteil des bundesweit einheitlichen, homogenen Festpunktfeldes als Grundlage des einheitlichen Raumbezugs in der Bundesrepublik Deutschland. Bestimmung und Änderung der zugrundeliegenden amtlichen Koordinaten liegen dabei in der Zuständigkeit der Bundesländer. Diese Koordinaten entstammen der Diagnoseausgleichung der 1188. GPS Woche (Okt. 2002) durch das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG).

Die Homogenität der Koordinaten der SAPOS®-Referenzstationen kann nur durch ein einheitliches Koordinatenmonitoring gewährleistet werden. Dieses Monitoring ist ein Bestandteil des Qualitätsmanagements von SAPOS® zur bundesweiten Sicherstellung der Qualität seiner Produkte und Standards.

Die Projektgruppe SAPOS®-Koordinatenmonitoring hat u.a. folgende Aufgaben:

- Integration der Stationen des GREF-Netzes des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG) und ausgewählter SAPOS®-Stationen (SAPOS®-Core-Sites), zum Netz DREF-Online:
 - Festlegung der DREF-Online-Stationen in Absprache mit allen Ländern und dem BKG.

- Regelung der technischen Zusammenarbeit bezüglich SAPOS®-Core-Sites und GREF zwischen den Ländern und dem BKG,
- Festlegung der Parameter für den Übergang von ETRS89/EUREF nach ETRS89/SAPOS®,
- Mitgestaltung bei Daten- und Infoseiten, Einrichtung und Pflege einer Mailingliste.
- Überprüfung der Praktikabilität und Wirksamkeit der in der Richtlinie „Monitoring und übergeordneter Bezugsrahmen SAPOS®-Referenzstationen“ vorgeschlagenen technischen Maßnahmen, ggf. inklusive notwendiger konzeptioneller Korrekturen.
- Regelung aller anfallenden Fragen der Länder (Anlaufstelle für die Auswerter der Länder).
- Redaktionelle Fortschreibung der Richtlinie „Monitoring und übergeordneter Bezugsrahmen SAPOS®-Referenzstationen“.

2 Motivation für einen Programmvergleich

Scheinbare Koordinatenänderungen, festgestellt im Routine-Monitoring

Nach Einführung der Koordinaten der Diagnoseausgleichung im Jahre 2003 in SAPOS® [Beckers et. al. 2006, Altiner 2005] ergaben sich in einigen Länder-Monitorings Abweichungen gegenüber den amtlichen Koordinaten der Diagnoseausgleichung. Da diese Länder-Monitorings mit verschiedenen Programmen und verschiedenen Parametern ausgeführt wurden, konnten für die festgestellten Koordinatenabweichungen oftmals keine zuverlässigen Ursachen gefunden werden.

Diskrepanzen bei den NW-Stationen Siegen und Winterberg

Im NW-Monitoring wurden nach der Einführung der Koordinaten aus der Diagnoseausgleichung zum 1.9. 2003 große Höhenabweichungen von 43 und 35 mm an den Stationen Siegen und Winterberg ermittelt. Diese Abweichungen bestätigten sich damals in weiteren Testrechnungen verschiedener Stellen mit unterschiedlichen Programmen. Auch die im vorliegenden Test verwendeten Programmsysteme kamen zum Einsatz. Die Ursache der Abweichungen konnte damals nicht gefunden werden und ist bis zum heutigen Tag ungeklärt. NRW hat nach 3 Monaten beschlossen, die Stationen neu zu koordinieren.

Bei der ersten Sitzung der Projektgruppe wurde nun vereinbart, einen Vergleich verschiedener GPS-Auswerteprogramme durchzuführen. Basierend auf ein- und demselben Datensatz, sollten dabei so weit wie möglich einheitliche Auswerteparameter verwendet werden.

3 Vergleichsergebnis für die 1387. GPS-Woche (6. bis 12. Aug. 2006)

Der einheitliche Datensatz umfasste RINEX-Dateien der GPS-Woche 1387 von 35 Stationen des SAPOS[®]-Netzes Bayern. Zum Einsatz kamen die Programmsysteme und Auswertestellen (**Tabelle 1**):

- Berner Software V. 5.0 (Bayern),

- Berner Software V. 5.0 (Baden-Württemberg)
- Geonap V. 2190 (Niedersachsen),
- WaSoft/Netz V. 3.3 (Nordrhein-Westfalen).

3.1. Verwendete Auswerteparameter

Die bei der Auswertung verwendeten identischen sowie die programmbedingt unterschiedlichen Parameter und Auswertestrategien sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Sie sind bei Datenintervall und Elevationswinkel identisch mit den Parametern bei der Diagnoseausgleichung 2003.

3.2. Ergebnisvergleich gegenüber den amtlichen Werten des ETRS89

Alle Auswertungen werden hier mit den amtlichen Koordinaten des ETRS89 verglichen und die jeweils ermittelten Abweichungen hiervon im folgenden betrachtet. In der **Tabelle 2** sind die Stationen mit den größten Abweichungen zusammengestellt.

- Der Vergleich zeigt, dass mit unterschiedlichen Programmen bei möglichst identischen Auswerteparametern eine hervorragende Übereinstimmung der Ergebnisse zu erzielen ist.
- Von allen Programmen werden dabei die Maximalwerte für dieselben Stationen ermittelt, mit Ausnahme von Geonap für den Nordwert in Pfaffenhofen.

Auswerteparameter im Softwarevergleich für DREF Online Stand: 29. Aug. 2007			
Berner Software V. 5.0 (BY)	Berner Software V. 5.0 (BW)	WaSoft-Netz V. 3.3 (NW)	Geonap V. 2.190 (NI)
RINEX-Daten im 30 Sek. Intervall	RINEX-Daten im 30 Sek. Intervall	RINEX-Daten im 30 Sek. Intervall	RINEX-Daten im 30 Sek. Intervall
präzise Ephemeriden des IGS	präzise Ephemeriden des IGS	präzise Ephemeriden des IGS	präzise Ephemeriden des IGS
Differenzierte Beobachtungen	Differenzierte Beobachtungen	Undifferenzierte Beobachtungen	Undifferenzierte Beobachtungen
Mehrdeutigkeitslösung basislinienweise	Mehrdeutigkeitslösung basislinienweise	Mehrdeutigkeitslösung basislinienweise	Mehrdeutigkeitslösung sessionsweise
Trop-Modell: Dry Niell	Trop-Modell: Dry Niell	Trop-Modell: mod. Hopfield	Trop-Modell: mod. Hopfield
neue Trop-Parameter nach 2h	neue Trop-Parameter nach 1h, zusätzlich: horizontale Gradienten geschätzt	neue Trop-Parameter nach 3h	neue Trop-Parameter nach 2h
GPS-Startwerte im ITRF00, Epoche 2006-08-09 12:00:00. Ermittelt durch Berücksichtigung der ITRF-Koordinatenänderungen infolge der Plattentektonik seit der 1188. Woche	GPS-Startwerte im ITRF00, Epoche 2006-08-09 12:00:00. Ermittelt durch Berücksichtigung der ITRF-Koordinatenänderungen infolge der Plattentektonik seit der 1188. Woche	GPS-Startwerte im ITRF00, Epoche 2006-08-09 12:00:00. Ermittelt für alle Stationen durch eine Vorberechnung mit WaSoft/Netz im Anschluss an Wettzell (1387. Woche), Daun (1377. Woche)	GPS-Startwerte im ITRF00, Epoche 2006-08-09 12:00:00.
10 Grad Elevation	3 Grad Elevation	10 Grad Elevation	10 Grad Elevation
Individuelle absolute Antennenkalibrierungen (nur Empfänger)	Individuelle absolute Antennenkalibrierungen (Empfänger + Satelliten)	Individuelle absolute Antennenkalibrierungen (nur Empfänger)	Individuelle absolute Antennenkalibrierungen (nur Empfänger)
abschließende Koordinatenschätzung mit der ionosphärenfreien Linearkombination	abschließende Koordinatenschätzung mit der ionosphärenfreien Linearkombination	abschließende Koordinatenschätzung mit der ionosphärenfreien Linearkombination	abschließende Koordinatenschätzung mit der ionosphärenfreien Linearkombination
	Sessionzusammenschluss nicht mit Addneq, sondern mit GPS3D		

Tab. 1: Auswerteparameter der GPS-Programme

- Gründe für diese fast „einstimmige“ Nennung der auffälligen Stationen könnten zu suchen sein in unzutreffenden bzw. fehlerhaft bestimmten Koordinaten, Antennenkalibrierungen oder auch in Mehrwegeeffekten und ganz allgemein im Antennenfeld.

In den nachstehenden Diagrammen (**Abb. 1 bis 3**) ist zu erkennen, dass die Einzellösungen besser zueinander passen als zu den amtlichen Koordinaten. Deshalb sollen im nächsten Schritt die Ergebnisse untereinander verglichen werden.

eingesetztes Programm	dOst		dNord		dHöhe	
	Differenz	für Station	Differenz	für Station	Differenz	für Station
Berner Software (BY)	-5mm	277_Eichstätt	+6mm	285_Garmisch	-15mm	285_Garmisch
Berner Software (BW)	-5mm	277_Eichstätt	+6mm	285_Garmisch	-13mm	285_Garmisch
- 3 ° Elevation						
- Satelliten-PCV						
horiz.Gradientenschätzung						
WaSoft/Netz	-6mm	277_Eichstätt	+5mm	285_Garmisch	-17mm	285_Garmisch
Geonap	-7mm	277_Eichstätt	+7mm	258_Pfaffenhofen	-26mm	285_Garmisch

Tab. 2: Maximale Abweichungen der Rechenergebnisse gegenüber den amtlichen Werten ETRS89

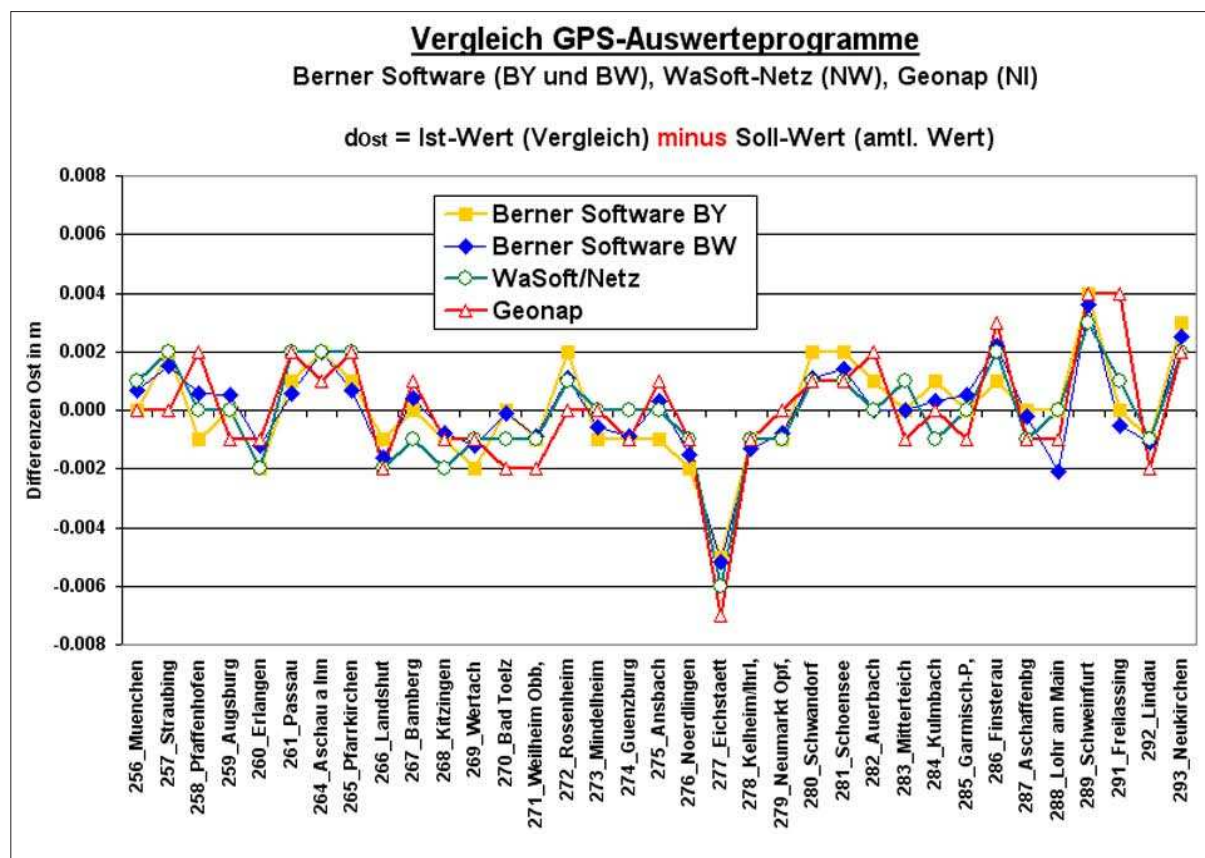


Abb. 1: Ergebnisvergleich für die Ost-Komponente gegenüber den amtlichen Werten

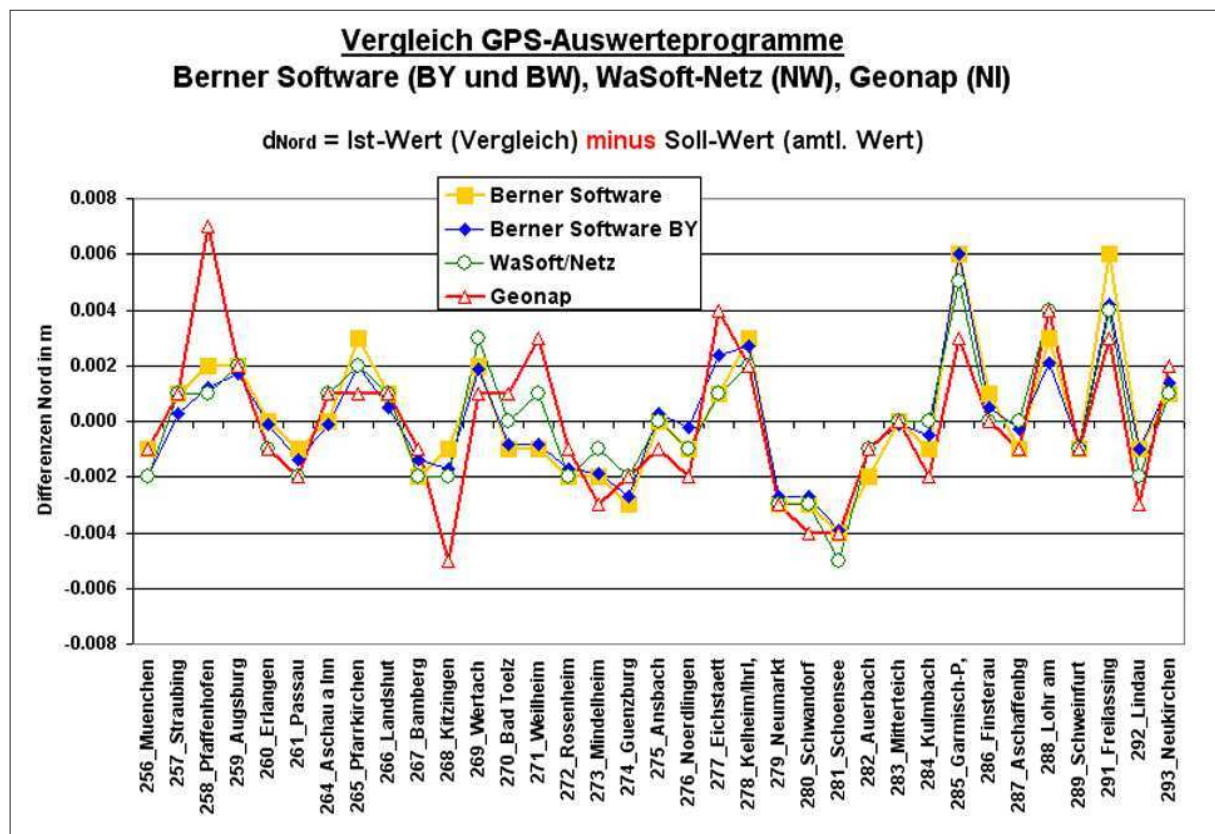


Abb. 2: Ergebnisvergleich für die Nord-Komponente gegenüber den amtlichen Werten

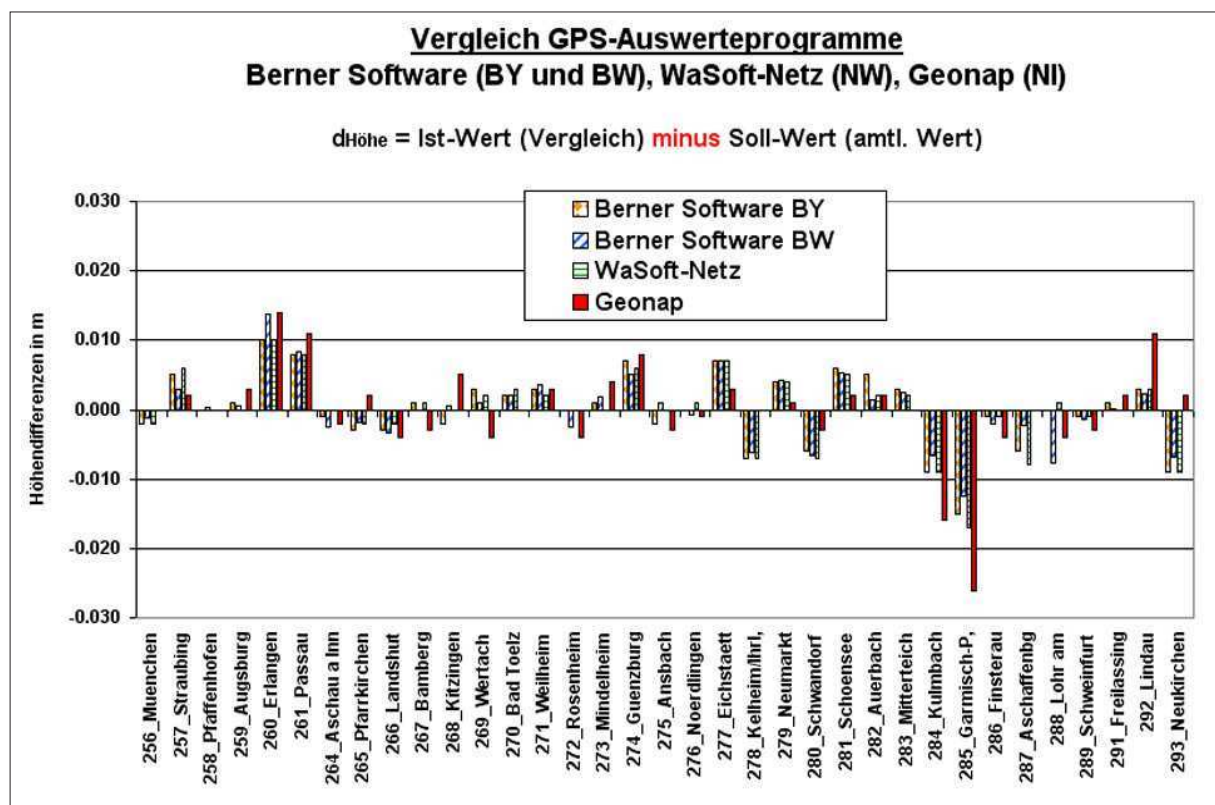


Abb. 3: Ergebnisvergleich für die Höhen-Komponente gegenüber den amtlichen Werten

3.3 Vergleich der Ergebnisse untereinander

Die Einzellösungen sind nach der Transformation in das System ETRS89 direkt miteinander verglichen worden. Bezugsgröße war die Lösung aus der Berner Software, Berechnung Bayern.

Um das Maß der Übereinstimmung zu verdeutlichen, ist im folgenden eine besondere Art

der Darstellung gewählt worden. In den **drei nachfolgenden EXCEL-Graphiken** beziehen sich die Werte auf der Rubrikenachse **nicht** auf dieselben Stationen! **Jede** Kurve gibt eine **unterschiedliche** Stationsreihenfolge wieder! Auf diese Weise werden die Anteile der Übereinstimmung bzw. Diskrepanz, die die einzelnen Varianten gegeneinander aufweisen, besonders deutlich.

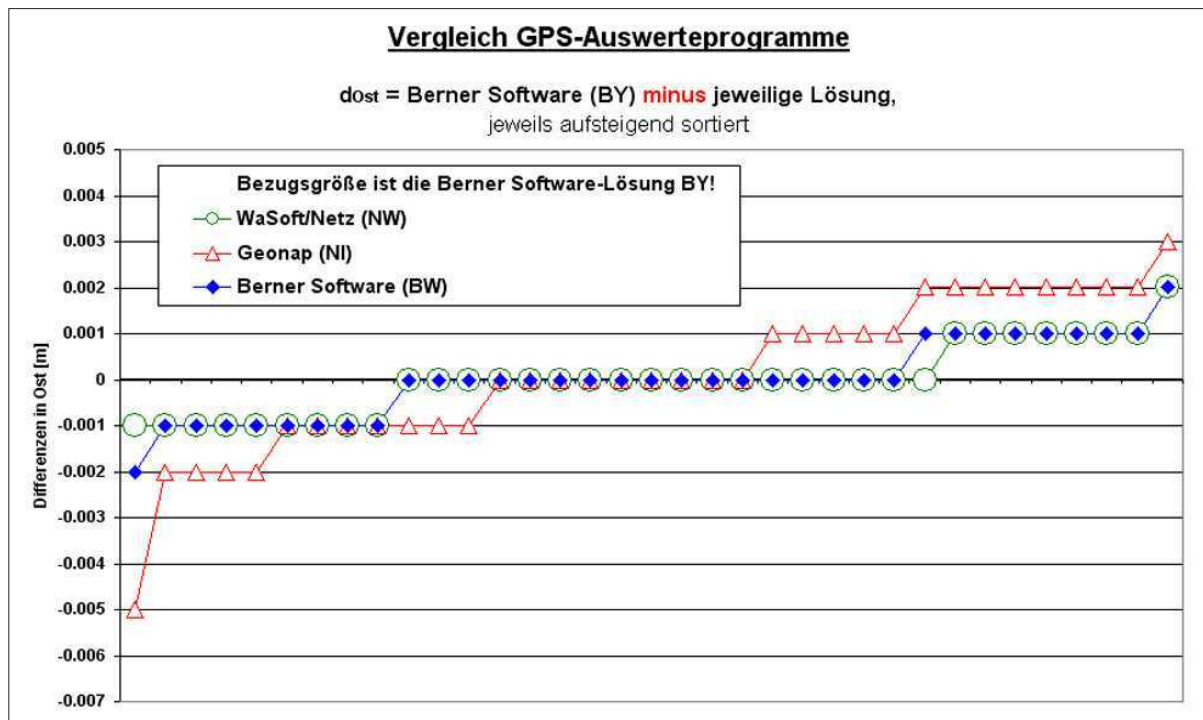


Abb. 4: Ergebnisvergleich in der Ostkomponente, untereinander

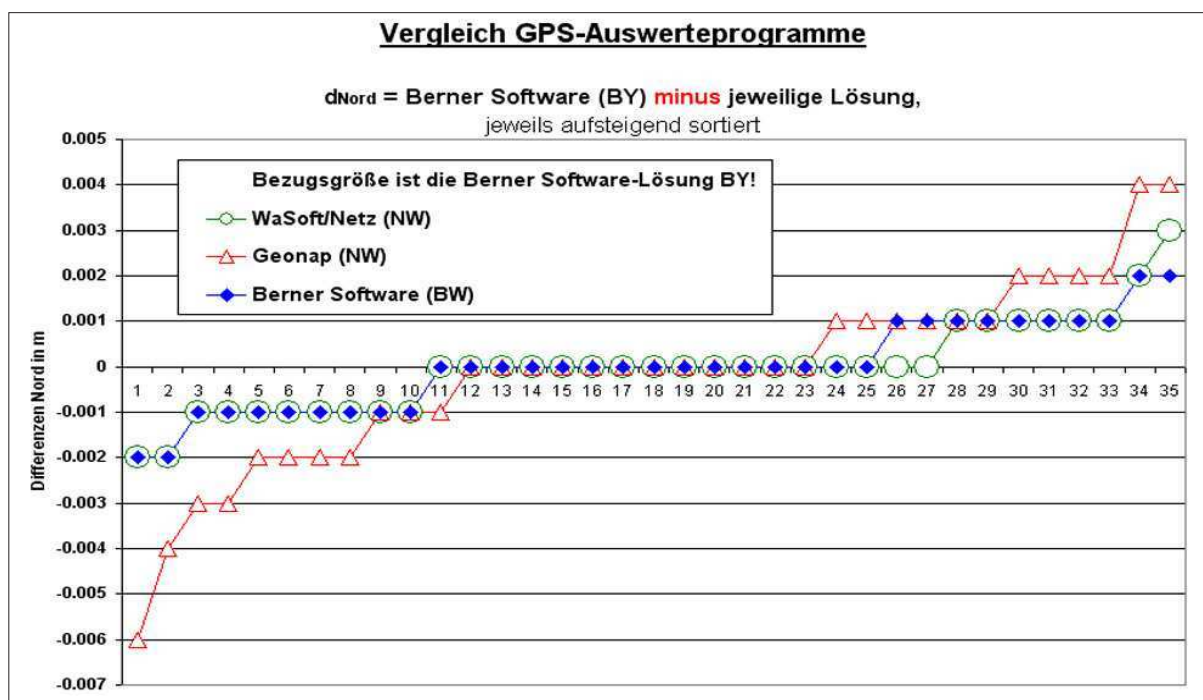
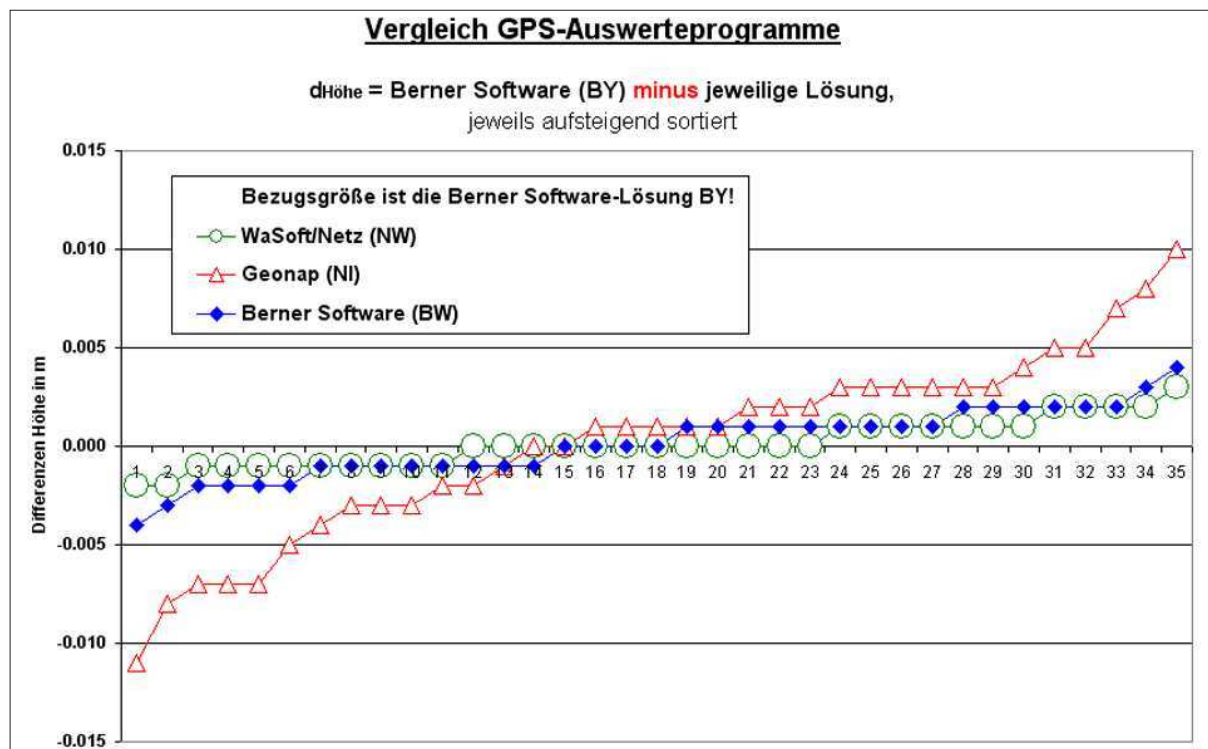


Abb. 5: Ergebnisvergleich in der Nordkomponente, untereinander



Der direkte Vergleich der Berechnungsergebnisse lässt sich wie folgt zusammenfassen:

1. Eine besonders gute Übereinstimmung ist in allen drei Komponenten für die Lösungen aus Berner Software (BY und BW) und WaSoft/Netz (NW) festzustellen.
2. Bei den zwei Lagekomponenten Ost und Nord sind die Abweichungen zwischen den Lösungen Berner Software (BY und BW) WaSoft/Netz und Geonap sehr gering.
3. In der Höhenkomponente ermittelt Geonap geringfügig höhere Abweichungen zur Bezugsauswertung. Dies ist insofern interessant, da Geonap und WaSoft/Netz mit demselben Troposphärenmodell rechnen (modified Hopfield), während die Berner Software das Modell Saastamoinen/Dry Niell zugrunde legt. Bei früheren Vergleichen der verschiedenen Länder-Monitorings mit den amtlichen Koordinaten, basierend auf der Diagnoseausgleichung/ETRS89, wurden größere Differenzen u.a. auch mit den unterschiedlichen Troposphärenmodellen der einzelnen Softwarepakete begründet. Dieser Verdacht hat sich hier nicht bestätigt [Beckers et. al. 2006, Altiner 2005].

3.4 Vergleich Berner Software (BY) und Berner Software (BW)

Die Ergebnisse aus der Berner Software mit Ansatz Bayern und Baden-Württemberg in den drei vorherigen Graphiken zeigen, wie sehr selbst nur geringe Änderungen in den Auswerteparametern (Elevation 0 Grad und Einführung von Satelliten-PCV, Troposphäre mit zusätzlich horizontalen Gradienten geschätzt) das Ergebnis beeinflussen und wie wichtig und notwendig eine abgestimmte einheitliche Vorgehensweise beim Monitoring ist.

4 Vergleich Berner Software (BY) und WaSoft/Netz mit Daten aus NW

Die guten Ergebnisse des Programmvergleichs wurden von NW zum Anlass genommen, auch einen Datensatz aus NW (1377. GPS-Woche, Mai 2006) im selben Duktus wie im Programmvergleich selbst mit WaSoft/Netz auszuwerten und einer Berner Software-Berechnung durch Bayern gegenüberzustellen. Hintergrund waren die großen Höhendifferenzen (43 bis 35 mm) an den Stationen Siegen und Winterberg im NW-Monitoring nach der Einführung der Koordinaten aus der Diagnoseausgleichung (s. auch Nr. 2). Auch in diesem neuen Vergleich liegen die Ergebnisse beider

Programme sehr nahe beieinander. Das gilt insbesondere für die Stationen Siegen und Winterberg, wobei aber für Siegen eine etwas größere Höhendifferenz von 14 mm berechnet wird.

Dieser Vergleich bestätigt im nachhinein die Entscheidung, die Stationen Siegen und Winterberg Anfang 2004 neu zu koordinieren. Er zeigt aber wiederum, wie wichtig ein abgestimmtes Vorgehen bei einem Monitoring mit verschiedenen Programmpaketen ist.

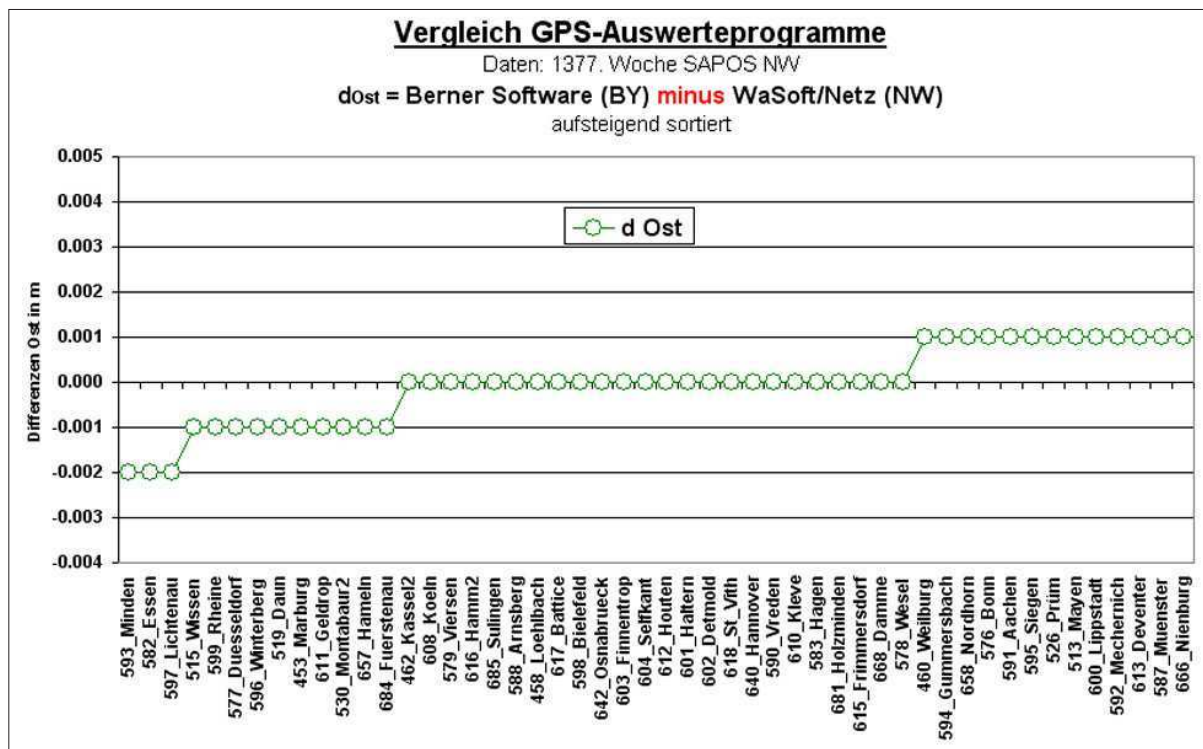


Abb. 7: Ergebnisvergleich für die Ostkomponente

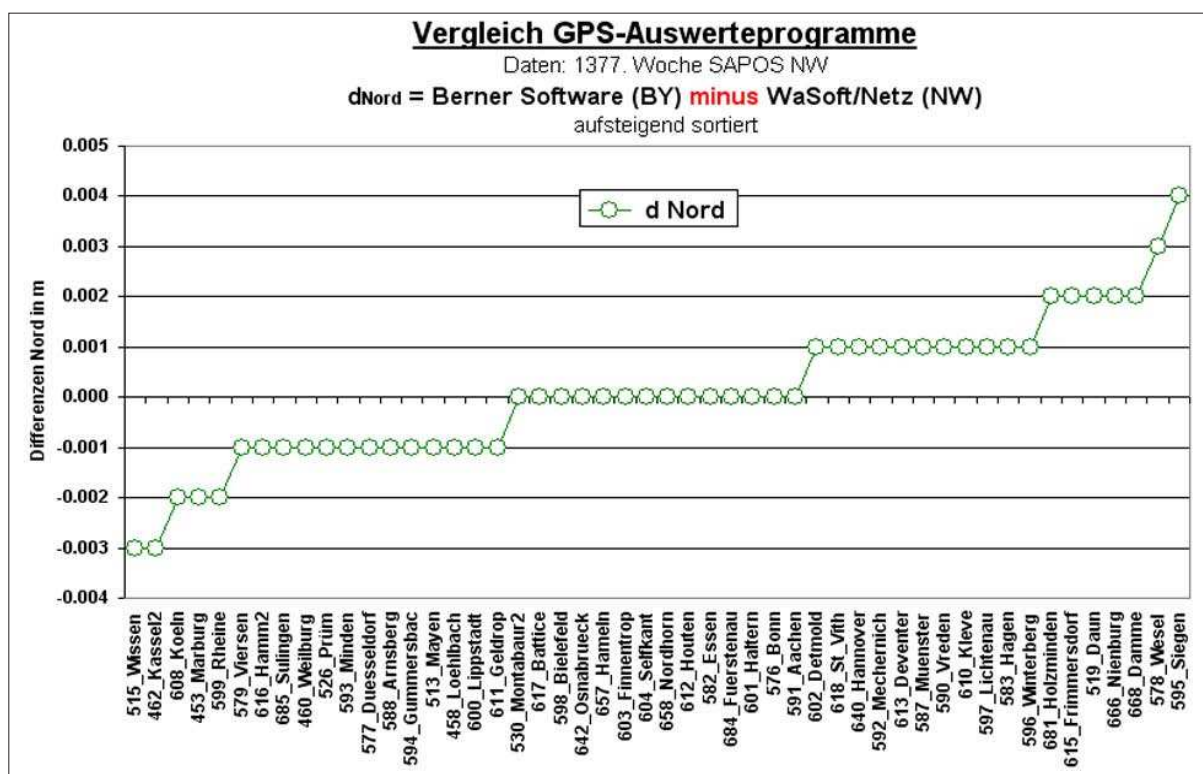


Abb. 8: Ergebnisvergleich für die Nordkomponente

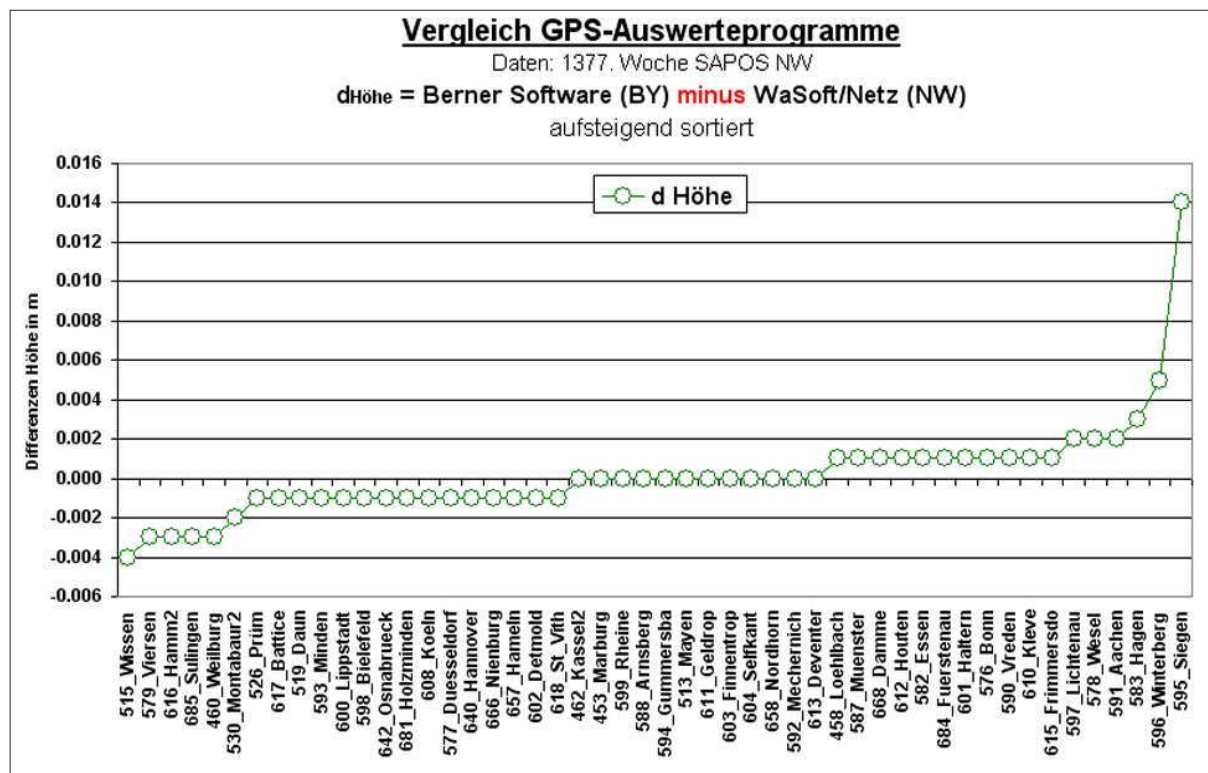


Abb. 9: Ergebnisvergleich für die Höhenkomponente

5 Zusammenfassung

Der Vergleich von Auswertungen mit verschiedenen wissenschaftlichen Programmsystemen zeigt insgesamt eine hervorragende Übereinstimmung. Mit diesen Programmen, welche ganz unterschiedliche Auswertephilosophien (z.B. Doppeldifferenzen, undifferenzierte Beobachtungen) beinhalten, sind vergleichbare Ergebnisse auf hohem Niveau zu erzielen.

Als Ergebnis dieses Vergleichs wird die Projektgruppe in nächster Zeit eine Empfehlung an die Bundesländer zu Programmeinsatz, Auswertestrategie und vorzuziehende Parameter beim Länder-Monitoring abgeben.

Literaturangaben:

Altiner Y.: Diagnoseausgleichung SAPOS®: Integration von SAPOS®-Stationen in Internationale Netze. ZfV 130. Jahrgang 2005, Seiten 209 – 217.

Beckers H., K. Behnke, H. Derenbach, U. Faulhaber, J. Ihde, W. Irsen, J. Lotse, M. Strerath: Diagnoseausgleichung SAPOS®-Homogenisierung des Raumbezugs im System ETRS89 in Deutschland im System ETRS89 in Deutschland. ZfV 130. Jahrgang 2005, Seiten 203 - 208.

Irsen W.: Geodätischer Raumbezug in NRW - gestern, heute und zukünftig. NÖV 2/2006, Seiten 3 - 12.

AdV: Strategie für den einheitlichen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland. AdV-Beschluss, Wismar 2004.

Ingenieurbüro Dr. Wanninger: Anleitung WaSoft/Netz V. 3.3, Dresden 2006 (www.wasoft.de).

Geo++ GmbH: GEONAP Tutorial 2003, Geonap V. 2.190, (www.geo++.de).

Bernhard Ruf
 Bezirksregierung Köln
 Geobasis NRW
 Muffendorfer Straße 19 –21
 53177 Bonn
 E-Mail: bernhard.ruf@bezreg-koeln.nrw.de