

Geodatenpraktikum

Hochschule Anhalt
Institut für Geoinformation und Vermessung
Sommersemester 2014

Matthias Rüster

3. Juli 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Abstract	1
2	Nivellement	2
2.1	Messinstrumente	2
2.2	Nivellierprobe	5
2.3	Liniennivellement	7
2.3.1	Überprüfung der Mauerbolzen	11
2.3.2	Mit doppelten Standpunkten.....	12
2.3.3	Doppelnivellement	14
2.3.4	Feinnivellement	15
2.3.5	Trigonometrisch	17
2.3.6	Vergleich der Nivellements	19
3	Deponie Kochstedter Kreisstraße	20
3.1	Auftrag	20
3.2	Auswertung.....	23
4	Setzungsmessung	25
4.1	Überprüfung der Mauerbolzen.....	25
4.2	Setzung.....	26
5	Festpunktfeld	29
5.1	Polygonzug	29
5.2	Nivellement.....	31
6	Urgeländeaufnahme	32
7	Selbstständigkeitserklärung	34
8	Quellenverzeichnis	35
9	Abbildungsverzeichnis	36
10	Anhänge	38

1 Abstract

Im Rahmen des 2. Semesters des Kurses VGI 13 (Vermessung und Geoinformatik) der Hochschule Anhalt und dem Institut für Geoinformation und Vermessung sollte ein Geodatenpraktikum absolviert werden. Dies beinhaltete Übungen in den Bereichen Nivellement, Setzungsmessung, Festpunktfeld und Urgeländeaufnahme.

Die praktischen Übungen fanden überwiegend auf dem Campusgelände der Hochschule Anhalt in Dessau-Roßlau statt. Eine auswärtige Übung hatten wir auf der Deponie Kochstedter Kreisstraße in Dessau-Roßlau.

Dieser Bericht zum Geodatenpraktikum beinhaltet die Erläuterung, Veranschaulichung und Auswertung der Übungen und Messdaten.

2 Nivellement

Man unterscheidet zwischen geometrischem Nivellement mit Hilfe eines Nivellierinstruments und zwei Nivellierlatten und trigonometrischen Nivellement mittels Tachymeter und Zieltafeln (vgl. [1]). Andere Verfahren zur Höhenbestimmung, wie z. B. Schlauchwaagen (hydrostatisch) oder barometrische Methoden waren nicht Bestandteil des Geodatenpraktikums.

2.1 Messinstrumente

Nivelliere sind Instrumente zum Messen von Höhenunterschieden mit Hilfe horizontaler Ziellinien. Hauptbestandteile sind ein um eine Stehachse drehbares Fernrohr und Einrichtungen zum Horizontieren der Ziellinie. Es kann mit einem Horizontalkreis und/oder einem Planplattenmikrometer ausgerüstet sein. Mit ihm werden Nivellements über größere Entfernungen durchgeführt. Es besteht aus einem Fernrohr, das sich auf einem Unterbau um eine zum Fernrohr senkrecht stehende Achse (Stehachse) drehen lässt.

Das Nivellierinstrument wird mit einer Schraube auf einem höhenverstellbaren Dreibeinstativ befestigt und standsicher und möglichst erschütterungsfrei aufgestellt. Mithilfe der Fußschrauben wird die Dosenlibelle eingestellt. Dadurch stellt sich die Zielachse des Fernrohres selbsttätig waagrecht. Die Höhenmessung beginnt sodann auf einem festen Punkt, oder Höhenbolzen, dessen Höhe bekannt ist. Auf diesem Punkt wird die Nivellierlatte senkrecht aufgehalten.

Vor der ersten Lattenablesung mit dem Nivellierinstrument wird das Strichkreuz im Fernrohr durch Drehen am Okular scharf eingestellt. An der Fokussierschraube des Fernrohres wird gedreht, bis das Bild der Latte deutlich zu sehen ist. Der Betrag der ersten Lattenablesung ("Rückblick") wird mit der Höhe des Festpunktes zusammengezählt und ergibt die sog. Visur-Höhe. Anschließend wird die Nivellierlatte auf dem Punkt aufgestellt, dessen Höhe bestimmt werden soll. Nach Drehung des Fernrohres erfolgt nun die 2. Ablesung. Wird diese Vorwärtsablesung ("Vorblick") von der errechneten Visur-Höhe abgezogen, so erhält man den Höhenunterschied zwischen den beiden Punkten (vgl. [2]).

Der Höhenunterschied (Δh) ergibt sich demzufolge aus der Differenz der Ablesungen an der Nivellierlatte im Rückblick (R) und im Vorblick (V).

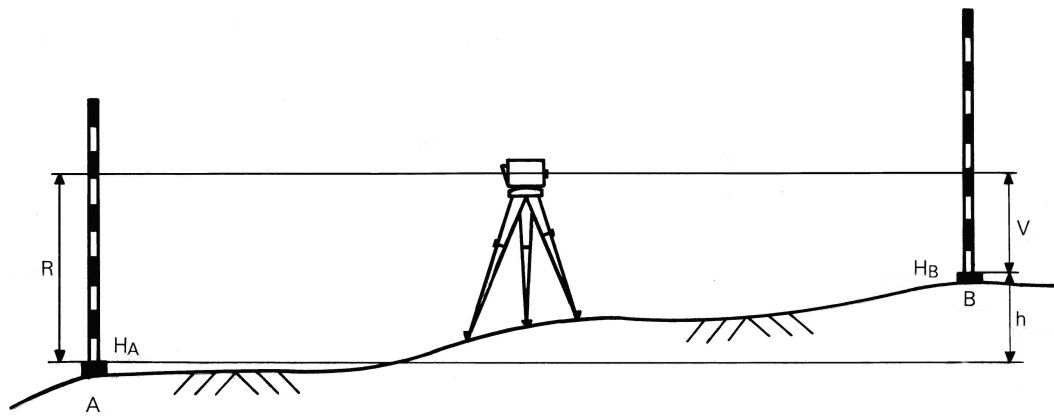


Abbildung 1: Höhenunterschied mittels Rück- und Vorblick

Dabei steht die Nivellierlatte entweder auf einem bekannten Punkt (Höhenbolzen oder ähnliches) oder einem Lattenuntersatz (Frosch). Der Hilfspunkt zwischen zwei Standorten wird als Wechsellpunkt bezeichnet.

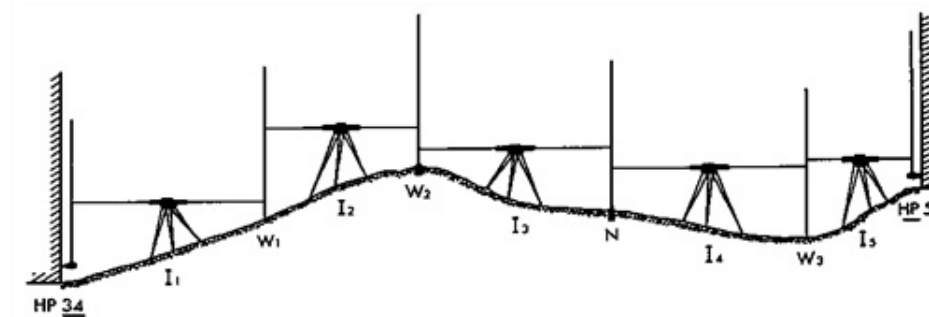


Abbildung 2: Prinzip der Wechsellpunkte

Das Nivellierprinzip kann den Anforderungen der Aufgabenstellung entsprechend variiert werden, sodass verschiedene Methoden des Nivellements (z.B. Liniennivellement, Flächennivellement) zu unterscheiden sind (vgl. [3]).

Für unsere Nivellierübungen im Geodatenpraktikum benutzen wir den Digitalnivellier DNA 03 von Leica, das analoge Nivelliergerät Ni 040 A von Carl Zeiss Jena und den Tachymeter TS 06 von Leica. Letzteres wurde zum trigonometrischen Nivellement verwendet, auf das später noch eingegangen wird.

Die von uns benutzten Nivelliergeräte besitzen einen Kompensator, der ein automatisches Horizontieren der Zielachse ermöglicht, sobald man das Gerät im Toleranzbereich des Kompensators horizontiert hat. Dadurch wird bei den Messungen eine höhere Genauigkeit erreicht.

Der DNA 03 kann auf Knopfdruck die Höhe anhand einer Strichcode-Nivellierlatte messen. Dazu wird ein Foto vom Ausschnitt der Strichcodelatte gemacht und mit intern gespeicherten Bildern verglichen, also der Strichcode „übersetzt“.



Abbildung 3: Digitalnivellier DNA 03 (Leica)



Abbildung 4: Analoges Nivelliergerät Ni 040 A (Carl Zeiss Jena)



Abbildung 5: Tachymeter TS 06 (Leica)

2.2 Nivellierprobe

Zur Überprüfung der Hauptanforderung unserer Nivellierinstrumente DNA 03 und Ni 040 A führten wir eine Nivellierprobe durch. Wir entschieden uns für die Nivellierprobe nach Förstner: Zunächst wurden zwei Nivellierlatten 45 Meter voneinander entfernt aufgestellt. Durch Nivellierstative wurde sichergestellt, dass diese unverändert abgelesen werden können. Wir stellten das Nivellierinstrument dann 15 Meter von der einen Nivellierlatte (A) auf, lasen dann die Höhenwerte beider Latten ab und stellten uns dann 15 Meter entfernt von der anderen Nivellierlatte (B) auf und lasen erneut ab. Die Instrumentenstandorte lagen dabei zwischen den beiden Nivellierlatten. Die Bestimmung der Weiten erfolgte mit Hilfe eines Messbandes.

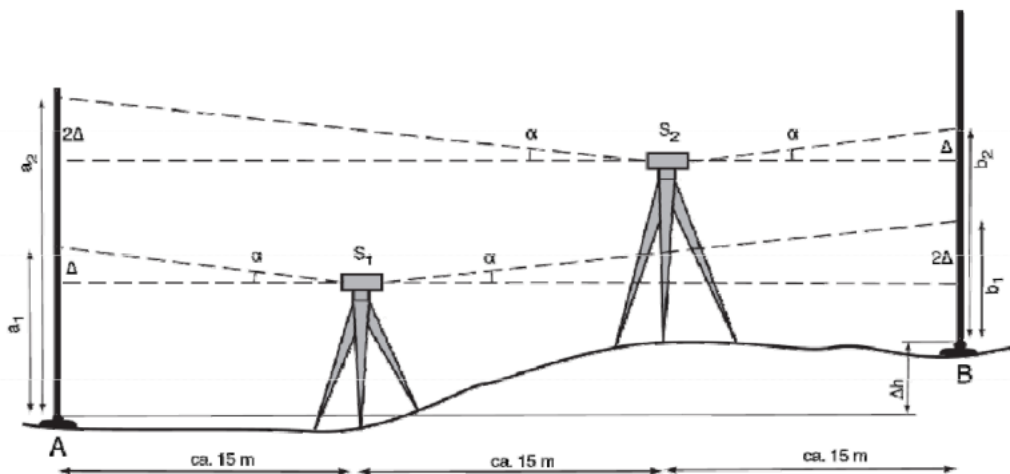


Abbildung 6: Nivellierprobe nach Förstner

Der Digitalnivellier DNA 03 hatte für dieses Verfahren ein Programm integriert, welches uns das Vorgehen vorgab. Am Ende der Messung wurde der Ziellinienfehler vom Gerät berechnet und ein Korrekturwert gesetzt.

Für das analoge Nivelliergerät Ni 030 A haben wir die Ziellinienabweichung per Hand berechnet:

$$\Delta h_1 = A_1 - B_1$$

$$\Delta h_2 = A_2 - B_2$$

$$2\Delta = \Delta h_2 - \Delta h_1$$

$$\Delta = \frac{\Delta h_2 - \Delta h_1}{2}$$

Die zweifache Differenz zwischen Soll- und Istablesung ergibt sich also durch die Differenz beider berechneter Höhen. Die Ziellinienabweichung α kann mit dem Tangens berechnet werden:

$$\alpha = \arctan \frac{\Delta}{15}$$

Unsere Messungen für das analoge Nivelliergerät lauten wie folgt:

Standpunkt	A [m]	B [m]	Δh [m]
A x . B	1,564	1,432	0,132
A . x B	1,563	1,426	0,137

Die Differenz betrug bei uns 0,0025 m, was einem Ziellinienfehler von ca. 10,6 mgon entspricht. Dies ist ein Wert, bei dem eine manuelle Neujustierung der Ziellinie empfohlen wäre.

Am Ni 040 A stellten wir zudem eine Veränderung des Instrumentenhorizonts fest, sobald man leicht mit dem Finger oben auf das Gehäuse drückte. Dies könnte auf eine lockere Grundplatte hindeuten.

Der DNA 03 hatte vor der Nivellierprobe einen Ziellinienfehler von 0,8 Neusekunden. Nach Durchführung der Nivellierprobe mit dem Programm erhielten wir einen Ziellinienfehler von 6,8 Neusekunden (0,0005 gon). Da dies eine Verschlechterung bedeutete, wiederholten wir die Nivellierprobe: Wir erhielten einen Ziellinienfehler von 6,4 Neusekunden. Da der Fehler nahezu gleich blieb, beließen wir es dabei und ließen die Korrekturwerte im Gerät setzen.



Abbildung 7: Nivellierprobe DNA 03

Die Nivellierprobe wurde auch nochmal im Nachhinein mit dem Programm Nigra ausgewertet (siehe [10], Version 5.1). Mit dem Ziellinienfehler von 6,8 Neusekunden können wir auf eine Streckendifferenz von 6,5 Meter (R-V) nivellieren ohne einen Fehler von 0,05 mm zu überschreiten. Die komplette Auswertung der Nivellierprobe für den DNA 03 mit dem Programm Nigra ist im Anhang zu finden (S. 38).

2.3 Liniennivellement

Das Streckennivellement (auch als Liniennivellement bezeichnet) dient der Höhenübertragung über größere Entfernungen, wobei Anfangs- und Endpunkt als An- und Abschlusspunkt gegeben sind. Ziel der Messung ist es, Neupunkte höhenmäßig zu bestimmen, die entlang der Messstrecke vermarktet sind. Diese Neupunkte dienen in der Folge selbst als Bezugspunkte für weitere Messungen (z.B. als Höhenpunkt eines Bauvorhabens). Deshalb muss die gesamte Messung so angelegt sein, dass die Ergebnisse kontrolliert sind (vgl. [4, S. 254]).

Zu Beginn eines Liniennivellements wird auf einem Anschlusspunkt A eine Nivellierlatte lotrecht aufgehalten und das Nivelliergerät im Abstand der vorgesehenen Zielweite z_1 über dem Standpunkt S1 aufgestellt. Durch Anzielung der Latte auf Punkt A (Rückblick) erhält man die Ablesung r_1 . Anschließend wird das Nivellier auf den nächsten, gleich weit entfernten Lattenstandpunkt (Wechselpunkt W1) gerichtet und die Ablesung v_1 vorgenommen (Vorblick).

Ist die Entfernung vom Anschlusspunkt zu groß, die Geländeneigung zu steil oder sind mehrere Neupunkte (z.B. B und C) höhenmäßig zu bestimmen, so reicht ein Instrumentenstandpunkt im Allgemeinen nicht aus. In diesem Fall ist der Vorgang zu wiederholen, wobei die Latte zunächst auf dem letzten Wechselpunkt W_i verweilt, während das Instrument über dem nächsten Standpunkt S_{i+1} aufgestellt wird. Instrumenten- und Lattenstandpunkte wechseln einander so lange ab, bis der Endpunkt (B) des Nivellementzuges erreicht ist und die dort aufgehaltene Latte als Vorblick abgelesen werden kann (siehe Abbildung 8). Seitwärts der Messrichtung gelegene Punkte können im Verlauf des Nivellements durch Zwischenblicke mitbestimmt werden.

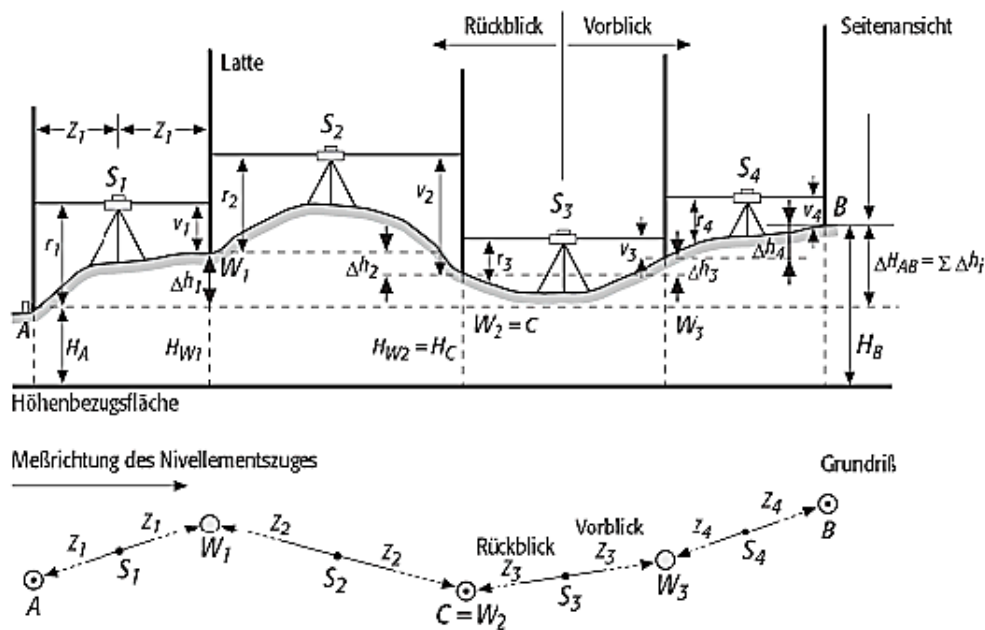


Abbildung 8: Prinzip des Liniennivellements

Kontrolle sollte ein Liniennivellement stets im Hin- und Rückgang, d.h. vom Anschlusspunkt

zum Endpunkt und wieder über alle Neupunkte zurück zum Anschlusspunkt ausgeführt werden. Dieser Vorgang wird auch als Doppelnivellement bezeichnet (siehe Abbildung 9).

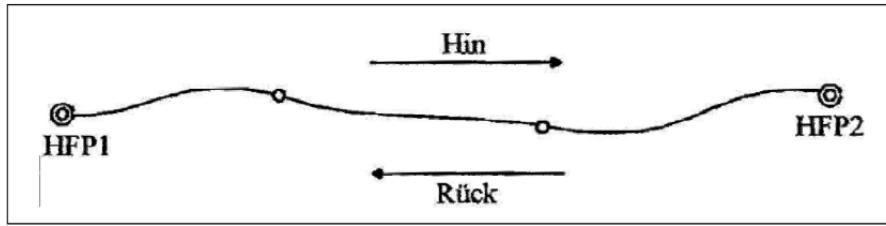


Abbildung 9: Prinzip des Doppelnivellements

Die Ablesungen r_i und v_i an der Nivellierlatte werden entweder elektronisch registriert (elektronisches Feldbuch) oder manuell protokolliert und in Tabellenform ausgewertet. Aus der Differenz zwischen Rück- und Vorblick jedes Instrumentenstandpunktes S_i folgt der Höhenunterschied Δh_i der zugehörigen Lattenaufsetzpunkte. Die Summe der Höhenunterschiede Δh_i ergibt den Gesamthöhenunterschied ΔH_{AB} zwischen Anschlusspunkt A und Neupunkt B. Für die Höhe H_B des Neupunktes gilt:

$$H_B = H_A + \sum \Delta h_i$$

Für das Doppelnivellement gilt außerdem, dass die Summe der Höhenunterschiede Δh_i über die Wechsellpunkte W_i und die wie Wechsellpunkte bestimmten Neupunkte gleich der Höhendifferenz der Anschlusspunkte sein muss (vgl. [5]):

$$\sum \Delta h_i = \sum (r_i - v_i) = 0$$

Für das Geodatenpraktikum wurde unserer Gruppe folgender Nivellementsweg zugeteilt (Gruppe 03 - grüne Linie):

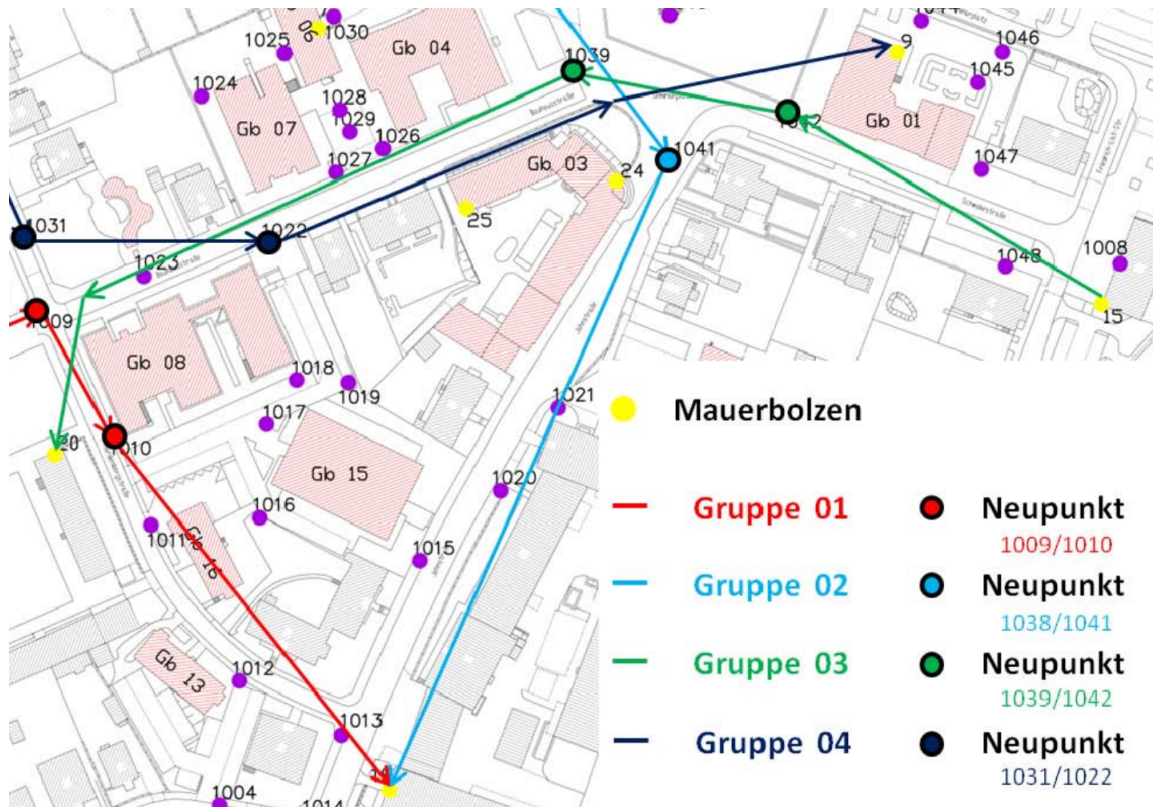


Abbildung 10: Weg des Nivellements der Gruppe 03

In den folgenden Übungen waren die Neupunkte 1039 und 1042 höhenmäßig über verschiedene Arten des Nivellements zu bestimmen.

Unglücklicherweise fanden wir an entsprechender Stelle, wo der Punkt 1042 in der Karte eingezeichnet ist, einen falschen Festpunktnagel. Erst im Nachhinein bekamen wir ein Foto vom Standort des „richtigen“ Punktes 1042 und dessen Einmessungsskizze (siehe Anhang S. 39).



Abbildung 11: Foto der Position des Punktes 1042

In den folgenden Übungen nahmen wir also stets den „falschen“ Punkt 1042, der ca. 2 Meter von dem eigentlichen Punkt 1042 entfernt ist.

2.3.1 Überprüfung der Mauerbolzen

Nachdem wir das Nivellement mit doppelten Standpunkten abgeschlossen hatten, ging hervor, dass einer der von uns benutzten Höhen für die Mauerbolzen (MB) 15 oder 20 nicht stimmen konnte. Beim Abschluss des Nivellements kam es zu einer Differenz von 3 cm.

Zur Überprüfung der Höhen der Mauerbolzen haben wir das Nivellement wiederholt und einen weiteren Mauerbolzen im Nivellementsweg mit aufgenommen (MB 24).

Die Differenz der Höhen zwischen MB 20 und 24 stimmten, demzufolge konnte nur der MB 15 eine falsche Höhe besitzen.

Wir führten des Weiteren eine Nivellementsschleife mit dem Digitalnivellier DNA 03 vom MB 24 über MB 15 aus, um die richtige Höhe des MB 15 zu messen.

Es war erkennbar, dass der MB 15 eine um 3 cm falsche Höhe besaß. Die korrigierte Höhe für den Mauerbolzen konnten wir nun aus dem Nivellementsweg berechnen: Ausgehend vom MB 24 summiert man die Höhen (R-V) auf, bis man den MB 15 „erreicht“.

Der MB 15 besitzt somit die Höhe 60,9577 m über DHHN statt der vorher angenommenen 60,9277 m über DHHN.

Die Protokolle dazu befinden sich im Anhang (S. 40, 41 und 42).

2.3.2 Mit doppelten Standpunkten

Zur Bestimmung der Höhen zweier Neupunkte 1042 und 1039 führten wir ein Nivellement mit doppelten Standpunkten und dem analogen Nivelliergerät Ni 040 A aus.

Unsere Nivellementssrecke bestand nur aus dem Hinweg (von MB zu MB), jedoch wurde bei jedem Standpunkt das Stativ an zwei verschiedenen Standpunkten aufgestellt. Dies bedeutet also, dass nach einer Ablesung (Distanz, Rück- und Vorblick) das Stativ um ca. 1-2 Meter versetzt erneut aufgebaut und erneut abgelesen wurde.

Die Messung der Distanzen, also die Entfernung vom Standpunkt zu den Rück- und Vorblick, erfolgte über die Reichenbach'schen Distanzfäden. Die Entfernungen sind zur Genauigkeitsabschätzung erforderlich gewesen:

Laut der Bedienungsanleitung des Nivelliergerätes (siehe Anhang S. 43) beträgt der mittlere Fehler für Höhen $s_I = \pm 4\text{mm}$ pro Kilometer Doppelnivellement. Die Standardabweichung für den Höhenunterschied berechnet sich dann nach dem Varianzfortpflanzungsgesetz wie folgt ($L \hat{=}$ Länge des Nivellementweges):

$$s_H = s_I \cdot \sqrt{L[\text{km}]}$$

Der Höhenabschlusswiderspruch erhält man nach:

$$w = \sum R_i - V_i$$

Die Standardabweichung für den Widerspruch ergibt sich zu:

$$s_W = \sqrt{2} \cdot s_I \cdot \sqrt{L[\text{km}]}$$

Da die Höhen der Anschlusspunkte ebenfalls mit einer Standardabweichung definiert sind, müssen diese auch noch berücksichtigt werden. Die Standardabweichung der Höhenfestpunkte lässt sich aus empirisch ermittelten Werten zu $s_A = 1,2\text{ mm}$ angeben.

Die Formel für s_W lautet dann:

$$s_W = \sqrt{s_A^2 + 2 \cdot s_I^2 \cdot L[\text{km}]}$$

Übersteigt der Betrag des Höhenabschlusswiderspruches $|w|$ die Standardabweichung s_W um das Dreifache, so besteht der Verdacht auf Fehler oder große systematische Abweichungen. In diesem Fall müsste das Nivellement wiederholt werden (vgl. [6]).

Für unser Nivellement ergeben sich folgende Werte:

$$\begin{aligned}
L &= 0,4432 \text{ km} \\
s_I &= 4 \text{ mm} \\
s_H &\approx 2,66 \text{ mm} \\
w &= 1 \text{ mm} \\
s_W &\approx 3,95 \text{ mm} \\
3 \cdot s_W &\approx 11,86 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Für unsere ermittelten Werte ergibt sich kein Widerspruch, da $|w| < 3 \cdot s_W$.

Der Höhenabschlusswiderspruch beträgt bei uns 1 mm, da die gemittelte Summe der Differenzen unserer Rück- und Vorblicke $(23,922 - 23,420) / 2 = 0,251 \text{ m}$ und die Solldifferenz $61,208 - 60,958 = 0,250 \text{ m}$ beträgt. Deren Differenz ist wiederum 1 mm.

Die gemessenen Daten und deren Auswertung sind im Anhang zu finden (S. 41).

Für die Neupunkte ergeben sich aus den Nivellement mit doppelten Standorten folgende Höhen:

Punkt-Nr.	Höhe über DHHN92 [m]
1042	60,801
1039	60,828

2.3.3 Doppelnivellement

Zur Erhöhung der Genauigkeit und als Kontrollmöglichkeit werden beim Doppelnivellement sowohl Hinweg als auch Rückweg gemessen. In jedem der Wege wird über alle Neupunkte nivelliert. Der Anfangs- bzw. Endpunkt ist dabei immer ein höhenbekannter Höhenfestpunkt bzw. Mauerbolzen.

Der Rückweg ist dabei ein eigenständiges Nivellement, weshalb der letzte Standpunkt des Hinwegs nicht der erste Standpunkt im Rückweg gleich sein darf.

Das Doppelnivellement führten wir mit dem Digitalnivellier DNA 03 und erreichten dabei eine Genauigkeit von 0,8 mm im Hin- und 0,2 mm im Rückweg.

Es sollte abgeschätzt werden, ob die Gesamtverbesserung innerhalb der zulässigen Verbesserung liegt.

Die zulässige Verbesserung errechnet sich nach $s_W = 3\sqrt{s_A^2 + 2 \cdot s_I^2 \cdot L[km]}$ wobei s_A die Standardabweichung der Höhenanschlusspunkte, s_I die Standardabweichung des Nivelliergerätes und L die Summe aller Strecken des Nivellements meint. Für genaue Erläuterungen zur Formel siehe "Nivellement mit doppelten Standpunkten".

Bei uns ergibt sich $s_A = 1,2$ mm, $s_I = 1,0$ mm, $L = 0,83292$ km und somit $s_W \approx 5,287$ mm.

Unsere Abschlussfehler vom Hin- (0,8 mm) und Rückweg (0,2 mm) sind also zulässig.

Für unsere Neupunkte erhielten wir folgende Höhen:

Punkt-Nr.	Höhe ü. DHHN92 [m]		
	Hinweg	Rückweg	gemittelt
1042	60,8012	60,8011	60,8012
1039	60,8285	60,8283	60,8284

2.3.4 Feinnivellement

Das Feinnivellement wurde mit dem DNA 03 durchgeführt. Für das Feinnivellement beträgt die Standardabweichung des DNA 03: 0,3 mm (siehe Anhang S. 44).

Statt den standardmäßigen Strichcode-Latten benutzten wir Invarlatten, mit denen man eine höhere Genauigkeit erzielt. Invarlatten sind unempfindlicher bei Temperaturänderungen und dehnen sich nur sehr minimal aus. Ihr Strichcode wurde mit einer höheren Präzision aufgedruckt bzw. mit einem Laser eingraviert. Das Strichcodeband wird mit einer Feder im Lattenkörper „aufgehängt“, damit auch geringste Ausdehnungen des Lattenkörpers kompensiert werden. Die Invarlatten besitzen eine justierbare Dosenlibelle (vgl. [7]). Ein sogenannter Lattenschuh ist am unteren Ende der Latte angebracht und dient zum besseren Aufsetzen der Latte auf einen Lattenuntersatz. Der Lattenschuh ist abnehmbar, um die Invarlatte beispielsweise auch auf einen Mauerbolzen aufstellen zu können.



Abbildung 12: Invarlatte

Beim Feinnivellement möchte man unter anderem das Einsinken des Statives/Gerätes während des Ablesens kompensieren und eine hohe Genauigkeit erreichen. Dies erreicht man, indem zuerst der Rück- und Vorblick und danach nochmal der Vor- und Rückblick (in dieser Reihenfolge) gemessen wird (RVVR). Die so gemessenen Werte für Vor- und Rückblick können im Anschluss gemittelt werden.

Messungen mittels Feinnivellement ergeben Genauigkeiten im Submillimeterbereich.

Die Messung erfolgte mit einem integrierten Programm vom DNA 03. Zu Beginn setzten wir Genauigkeitsparameter, damit uns das Gerät bereits während des Messens auf Genauigkeitsüberschreitungen aufmerksam machen konnte:

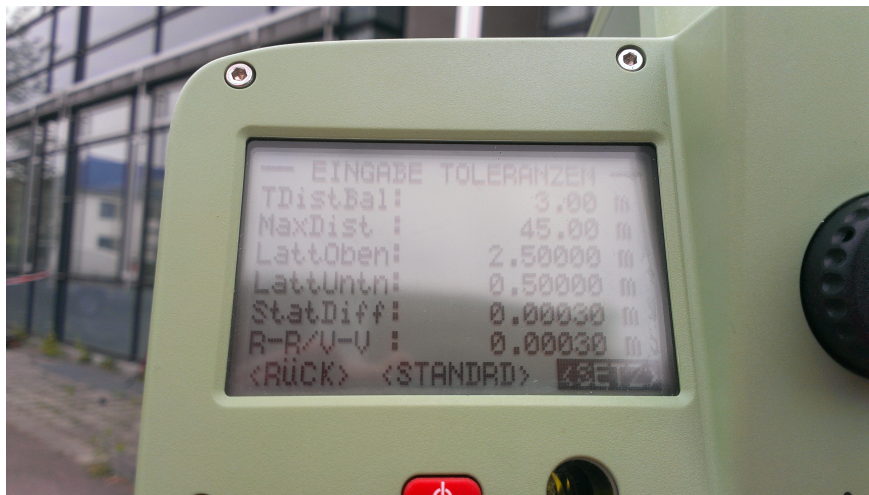


Abbildung 13: Genauigkeitsparameter für das Feinnivellement

So wurde man beispielsweise vom Gerät darauf hingewiesen falls man eine zu große Distanz zwischen Rück-/Vorblick und Standpunkt gewählt hatte.

Auch bei zu großen Abweichungen gab das Gerät eine Meldung aus. Während unseres Nivellementsweges ist es uns z.B. passiert, dass ein Auto im Moment der Messung an uns vorbeifuhr. Dies führte anscheinend zu Vibrationen und dazu, dass die Abweichung zwischen voriger Messung (RV) und aktueller Messung (VR) zu groß war. Die Messung für diesen Standpunkt musste wiederholt werden (RVVR).

Die Auswertung des Feinnivellements erfolgte durch das Programm „Nigra“. Das ausgewertete Protokoll ist im Anhang zu finden (S. 47).

Bei der Abschätzung des zulässigen Abschlussfehlers erhalten wir für das Feinnivellement $s_W = 3,692$ mm (Formel siehe Nivellement mit doppelten Standpunkten). Der Abschlussfehler von 0,8 mm unseres Nivellement ist somit zulässig.

Über das Feinnivellement ergaben sich folgende Höhen für unsere Neupunkte:

Punkt-Nr.	Höhe über DHHN92 [m]
1042	60,8010
1039	60,8282

2.3.5 Trigonometrisch

Beim trigonometrischen Nivellement benutzt man statt eines Nivelliergerätes ein Tachymeter und statt der Nivellierlatten Prismen auf einem Lotstock.

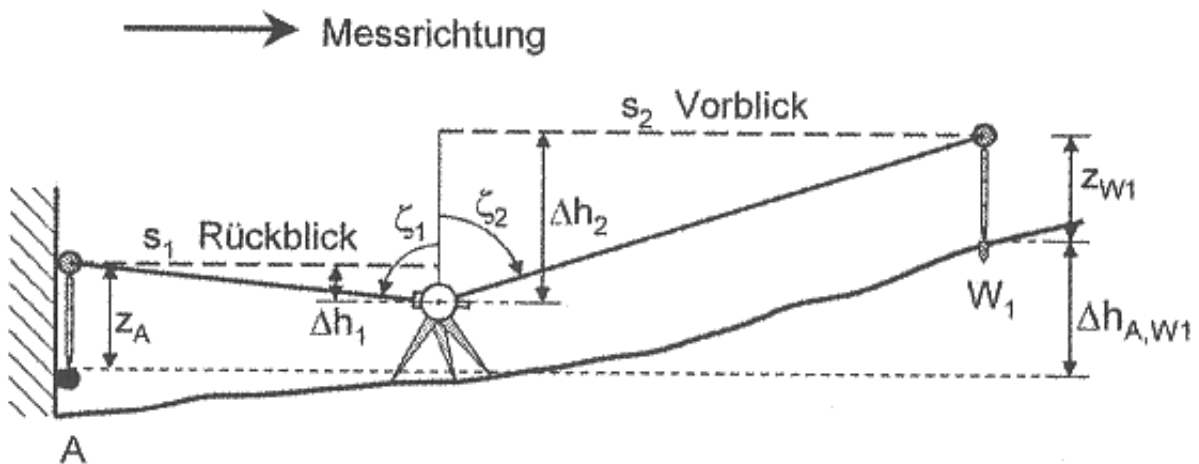


Abbildung 14: Prinzip des trigonometrischen Nivellements

Die Höhen ergeben sich dann durch den gemessenen Zenitwinkel und der Schrägstrecke (s_r, s_v) bzw. Horizontalstrecke (s_1, s_2):

$$\Delta h_{A,W_1} = z_A - \Delta h_1 + \Delta h_2 - z_{W_1}$$

$$\Delta h_{A,W_1} = z_A - s_1 \cdot \cot(\zeta_1) + s_2 \cdot \cot(\zeta_2) - z_{W_1}$$

$$\Delta h_{A,W_1} = z_A - s_r \cdot \cos(\zeta_1) + s_v \cdot \cos(\zeta_2) - z_{W_1}$$

Vorteil des trigonometrischen Nivellements sind die größeren Zielweiten und das Messen größerer Höhenunterschiede mit einer geringeren Anzahl von Instrumentenstandpunkten. Für viele Messaufgaben ist deshalb das trigonometrische Nivellement das wirtschaftlichste (vgl. [10, S. 275]). Die trigonometrisch ermittelten Höhen werden dann, ähnlich dem „normalem“ Nivellement, in einem Nivellementsweg aneinandergelassen:

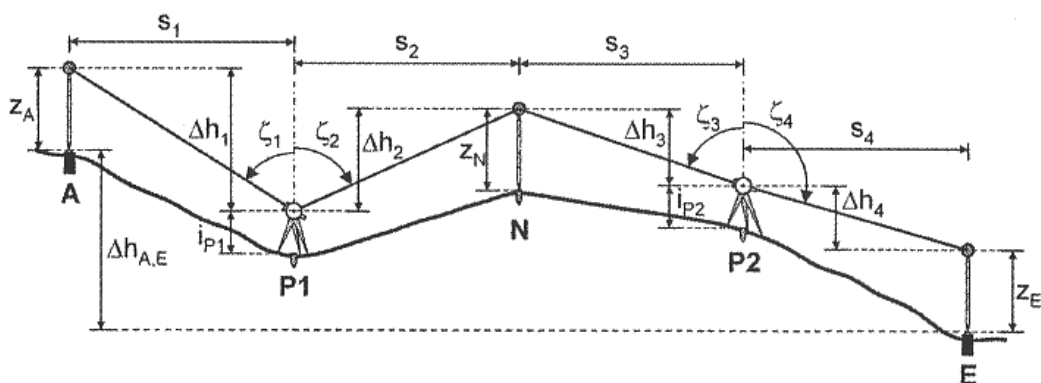


Abbildung 15: Nivellementsweg mit trigonometrischen Messgrößen

Zum Eliminieren von Zielachsfehlern visiert man die Prismen in zwei Fernrohrlagen an: Rückblick I. Lage, Vorblick I. Lage, Vorblick II. Lage, Rückblick II. Lage.

Möglichst gleiche Zielweiten sind auch hier notwendig, damit sich die Ablenkung des Laserstrahls durch die Luftdichte (Refraktion) und der Ziellinienfehler eliminiert.

Man unterscheidet zwischen dem Nivellement mit langen Zielweiten (über 200 m) und kurzen Zielweiten (maximal 200 m), wie es bei uns der Fall war.

Beim Nivellement mit kurzen Zielweiten kann man eine Standardabweichung von $\sigma_{\Delta h} \leq 5$ mm (pro 1 km Zuglänge) erreichen. Konkrete Formeln zur Genauigkeitsabschätzung des trigonometrischen Nivellements sind jedoch nicht formuliert (vgl. [10, S. 279]).

Wir führten das trigonometrische Nivellement in Hin- und Rückweg aus und achteten darauf, eine Zielweite von 50 m nicht zu überschreiten.

Für unsere Neupunkte ergaben sich folgende Höhen:

Punkt-Nr.	Höhe ü. DHHN92 [m]		
	Hinweg	Rückweg	gemittelt
1042	60,79755	60,79877	60,79816
1039	60,82708	60,82601	60,82654

Man erkennt Abweichungen von 1,1 bzw. 1,2 mm im Vergleich der Höhen von Hin- und Rückweg. Diese entstehen durch schon geringe Abweichungen im Anvisieren der Prismen. Unsere gemessenen Zenitwinkel hielten sich im Intervall von 98,7484 bis 101,0966 gon auf.

Zum Vergleich: Schon eine „falsche“ Anvisierung von 1 mgon führt auf 50 Metern zu einer Abweichung von 0,8 mm in der Höhe.

Wir hatten einen Abschlussfehler (Sollhöhe - Isthöhe) im Hinweg von 0,67 mm und im Rückweg von 1,01 mm. Diese befinden sich noch im zulässigen Toleranzbereich von 11,5 cm bei einem Nivellementsweg von ca. 420 m.

Das ausführliche Protokoll zur Auswertung unseres trigonometrischen Nivellements ist im Anhang zu finden (S. 48, 49) und wurde mit der Software CAPLAN erstellt (siehe [9]).

2.3.6 Vergleich der Nivellements

Zu jedem Nivellement kennen wir die Genauigkeit der Messung. Die Ergebnisse aller Nivellements können nun verglichen werden:

Punkt-Nr.	Höhe ü. DHHN92 [m]			
	doppelte Standpunkte	Doppelnivellement	Feinnivellement	trigonometrisch
1042	60,801	60,8012	60,8010	60,79816
1039	60,828	60,8284	60,8282	60,82654

Man erkennt, dass die Höhen der ersten drei Messverfahren bis auf 3 Nachkommastellen genau übereinstimmen.

Für das trigonometrische Nivellement scheinen sehr abweichende Höhen gemessen worden zu sein. Dies könnte durchaus daran liegen, dass die Spitze des Lotstockes innerhalb der Vertiefung des Festpunktnagels gehalten wurde. Würde man auf die Höhen des trigonometrischen Nivellements ca. 2 mm addieren (Höhe der Vertiefung des Festpunktnagels), würden nahezu die selben Höhen entstehen.

Dennoch sollte man bedenken, dass das trigonometrische Nivellement von allen durchgeführten Nivellements auch das ungenaueste ist.

Mit dem analogen Nivelliergerät erreicht man nur eine maximale Genauigkeit von 3 Nachkommastellen, bedingt durch die „manuellen“ Ablesungen.

Die Höhen des Feinnivellements und des Doppelnivellements scheinen nahezu identisch zu sein. Vorteil des Feinnivellements könnte also durchaus sein, dass man den Nivellementsweg nur einmal ablaufen muss. Gerade bei längeren Wegen ist es durchaus ein Vorteil den Weg nur einmal ablaufen zu müssen und dennoch eine gute Genauigkeit zu erhalten.

3 Deponie Kochstedter Kreisstraße

Die Abfallentsorgungsanlage „Kochstedter Kreisstraße“ befindet sich im Südwesten der Stadt Dessau-Roßlau. Hier betreibt die Stadt seit 1935 die zentrale Hausmüldeponie. Angelegt wurde die Deponie auf einer Fläche von ca. 9 ha als Haldendeponie. In den Jahren 1969 bis 1972, 1974 und 1983 erfolgten jeweils Erweiterungen bis zur heutigen Grundfläche von ca. 24 ha. Die Deponie, umgangssprachlich „Scherbelberg“ genannt, ragt als Berg etwa 43 m über das umgebende Umland und bildet damit den höchsten Punkt im Stadtgebiet (vgl. [8]).

3.1 Auftrag

Im Rahmen des Geodatenpraktikums ging es um die Bestimmung von fünf Höhenfestpunkten auf der Deponie um Langzeitstudien über die Vergrößerung oder Abnahme der Gesamthöhe und Ausdehnung der Deponie machen zu können.

Eine Sicherheitseinweisung und Erkundung der Höhenfestpunkte erfolgte 3 Wochen vor der eigentlichen Messung.

In der unmittelbaren Umgebung waren drei Höhenanschlusspunkte gegeben, von denen wir zwei wählten (siehe Abbildung 16).

Die Höhen der Mauerbolzen erhielten wir vom Landesamt für Landesvermessung und Datenverarbeitung des Landes Sachsen-Anhalt.

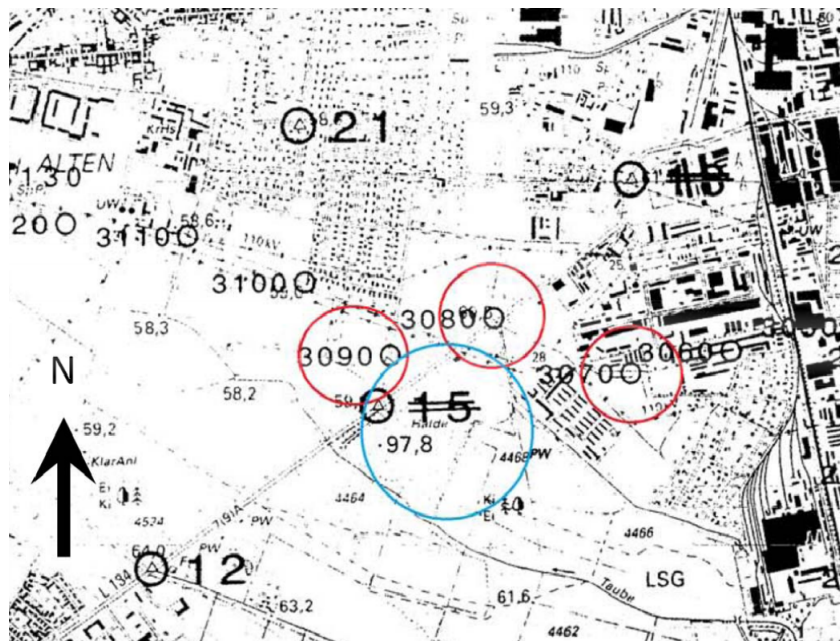


Abbildung 16: Höhenanschlusspunkte für die Deponie

Beginnend beim Punkt 3090 führten wir das Liniennivellement über alle zu bestimmenden Punkte auf der Deponie durch und schlossen das Nivellement beim Punkt 3080 ab. Die Messung erfolgte nach Rück- und Vorblick, dann Standortwechsel, wieder Rück- und Vorblick, usw.. Drei der zu bestimmenden Höhenpunkte sind in Abbildung 17 zu sehen:

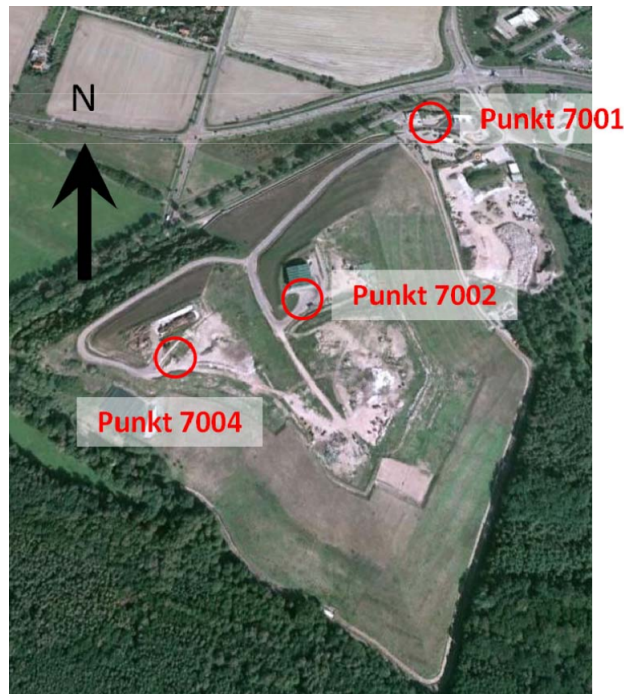


Abbildung 17: Zu bestimmende Höhenpunkte auf der Deponie

Desweiteren gab es noch zwei weitere Punkte in der Nähe des Punktes 7004, deren Höhen wir gemessen haben. Zwei Hilfspunkte gab es an der Einfahrt zur Deponie. Und ein weiterer Hilfspunkt an der Gabelung der Straße, wo es links zum Punkt 7002 und rechts zum Punkt 7004 ging. Diese Punkte wurden jeweils als Wechsellpunkte aufgemessen.

Die Hilfspunkte, aber auch die Festpunkte, sind hilfreich falls man einen Fehler in einem Teilabschnitt des Nivellements macht. So kann man an einem der Punkte erneut anfangen, ohne gleich vom Mauerbolzen wieder starten zu müssen.

Wir benutzten den DNA 03 für das Liniennivellement. Mit dem Gerät konnten wir Zielweiten von bis zu 50 m und mehr wählen, ohne ungenau zu werden.

Bei der Durchführung hatten wir jedoch nicht sehr große Zielweiten, da entweder ein Objekt die Sicht versperrte oder es um eine Ecke ging. Gerade bei Streckenabschnitten mit großen Steigungen konnten wir meist nur Zielweiten von 15 m wählen, sodass die Lattenwerte noch ablesbar waren.

Wir achteten stets darauf die Zielweiten zu Rück- und Vorblick gleich zu halten.

Die benutzten Nivellierlatten waren Standard-Strichcodelatten. Die Codelatten konnten bis auf 3 m „erweitert“ werden. Dies versuchten wir jedoch soweit es ging zu vermeiden, da sie dadurch

sehr windanfällig wurden und dies die Messung beeinflusst.

Zu Beginn gaben wir die gegebenen Höhen der Mauerbolzen in das Gerät ein und wählten das integrierte Programm „Liniennivellement“. Beim Mauerbolzen am Ende angekommen, konnten wir auf diese Weise gleich unser Nivellement vom Gerät auswerten lassen.

Während unserer Messung gab es zwei weitere Gruppen, die das Nivellement durchführten, weshalb darauf zu achten war, dass immer die richtige Nivellierlatte angezielt wird.

An einem Wechsellpunkt nutzten wir die Latte einer anderen Gruppe, die auch gerade über diesen Punkt wechselte. Wenn man genau sein will, ist dies nicht gerade gut gewesen, da sich Latten *desselben* Typs trotzdem minimal unterscheiden können.

Während des Nivellements mussten wir vier Mal über eine Straße hinüber nivellieren (Kreuzungsbereiche). Meist mussten wir auf Rotphasen der Ampel warten, damit die Digitallatten vom Gerät sichtbar sind. Bei Straßen sollte man auch an die erhöhten Vibrationen des Untergrundes denken, welche die Messgenauigkeit mindern.

Beim Nivellementabschluss achteten wir darauf, dass die gleiche Messlatte auf den Mauerbolzen gestellt wurde, mit der auch begonnen wurde.

3.2 Auswertung

Die Auswertung der Messdaten erfolgte sowohl über das integrierte Messprogramm des DNA 03 als auch über das Nivellementprogramm Nigra.

Über einen Gesamtweg des Nivellements von 3073,98 m betrug unser maximaler Abschlussfehler 2,0 mm. Der maximal erlaubte Fehler betrug 9,0 mm.

Für die zu bestimmenden Punkte auf der Deponie ergeben sich folgende Höhen:

Punkt-Nr.	Hinweg Höhe [m]	Rückweg 1 Höhe [m]	Rückweg 2 Höhe [m]	Mittel Höhe [m]
7001	60,5601	-	60,5560	60,5580
7002	88,8306	-	-	88,8306
7004	106,3560	-	-	106,3560
10001	60,3980	-	60,3948	60,3964
10002	60,0517	-	-	60,0517
10003	82,5421	82,5392	82,5409	82,5407
10004	103,9390	-	-	103,9390
10005	104,1836	-	-	104,1836

Alle Höhenangaben sind in Meter über DHHN92.

Höhenmäßig doppelt bzw. dreifach bestimmte Punkte wurden hierbei gemittelt.

Die Punkte 7001, 7002 und 7004 sind die Festpunkte von den Vorjahren, Punkt 7003 ist nicht mehr vorhanden. Die Punkte 10001 bis 10003 waren „Hilfsfestpunkte“ auf dem Nivellementsweg, dabei befanden sich die beiden Punkte 10001 und 10002 in der Nähe der Einfahrt der Deponie. Der Punkt 10003 befindet sich an der Straßengabelung, wo die beiden Wege von den Punkten 7002 und 7004 zusammenkommen. Die von uns mit 10004 und 10005 bezeichneten Festpunkte sind in diesem Jahr neu hinzugekommene Höhenfestpunkte.

Rückweg 1 bezeichnet den Rückweg von der 7002 zur 10003. Rückweg 2 bezeichnet den Rückweg vom letzten Höhenfestpunkt 10005 zum Mauerbolzen 3080.

Das komplette ausgewertete Protokoll von Nigra ist im Anhang zu finden (Seiten 50 bis 52).

Die Höhen der Punkte 7001, 7002 und 7004 kann man nun den Messungen der letzten Jahre gegenüberstellen:

Punkt-Nr.	Datum	26.01.2012	03.05.2013		12.05.2014		
		Höhe [m]	Höhe [m]	D 2-1 [mm]	Höhe[m]	D 3-2 [mm]	D 3-1 [mm]
7001		60,561	60,558	-3	60,558	0	-3
7002		88,909	88,844	-65	88,831	-13	-78
7003		106,911	-	-	-	-	-
7004		106,429	106,369	-57	106,356	-13	-73
10004		-	-	-	103,939	-	-
10005		-	-	-	104,184	-	-

Alle Höhenangaben sind in Meter über DHHN92. Die Differenzen sind jeweils mit „D letzte - vorletzte Messung“ bzw. „D letzte - Nullmessung“ angegeben.

Die Höhe des Festpunktes vor dem Bürocontainer der Deponie (7001) hat sich im Bezug zum letzten Jahr nicht verändert.

Es scheint, dass sich das Gelände auf der Deponie weiterhin absenkt, jedoch nicht so stark wie in dem Jahr zuvor. Die Absackung scheint an den Punkten 7002 und 7003 nahezu gleichmäßig zu wirken (-78 mm im Vergleich zu -73 mm).

4 Setzungsmessung

In vielen praktischen Anwendungen ist es von Interesse wie stark sich ein Bauwerk bzw. ein ganzes Gebiet absenkt oder hebt.

Im Rahmen des Geodatenpraktikums übten wir das Messen von Setzungen an zwei Betonplatten hinter dem Gebäude 5.

An den jeweiligen Ecken der Betonplatten sind Schrauben angebracht, deren Höhen verstellbar sind. Vom Übungsleiter wurden die Schrauben am jeweiligen Messtag verändert, um so eine Setzung der Betonplatten zu simulieren.

Die Nullmessung erfolgte am 28.04.2014 und diente als Referenz für jede weitere Wiederholungsmessung.

Wir verwendeten den Digitalnivellier DNA 03 und Invarlatten. Die Höhen der Betonplatten wurden als kontrollierte Zwischenblicke aufgemessen.

4.1 Überprüfung der Mauerbolzen

Als Anschlusshöhen dienten uns die Mauerbolzen 26 und 28, welche am Gebäude 5 befestigt sind.

Zur Überprüfung der Höhen der Mauerbolzen nahmen wir im Zuge der Nullmessung einen weiteren Mauerbolzen (MB 27) in unseren Messweg auf.

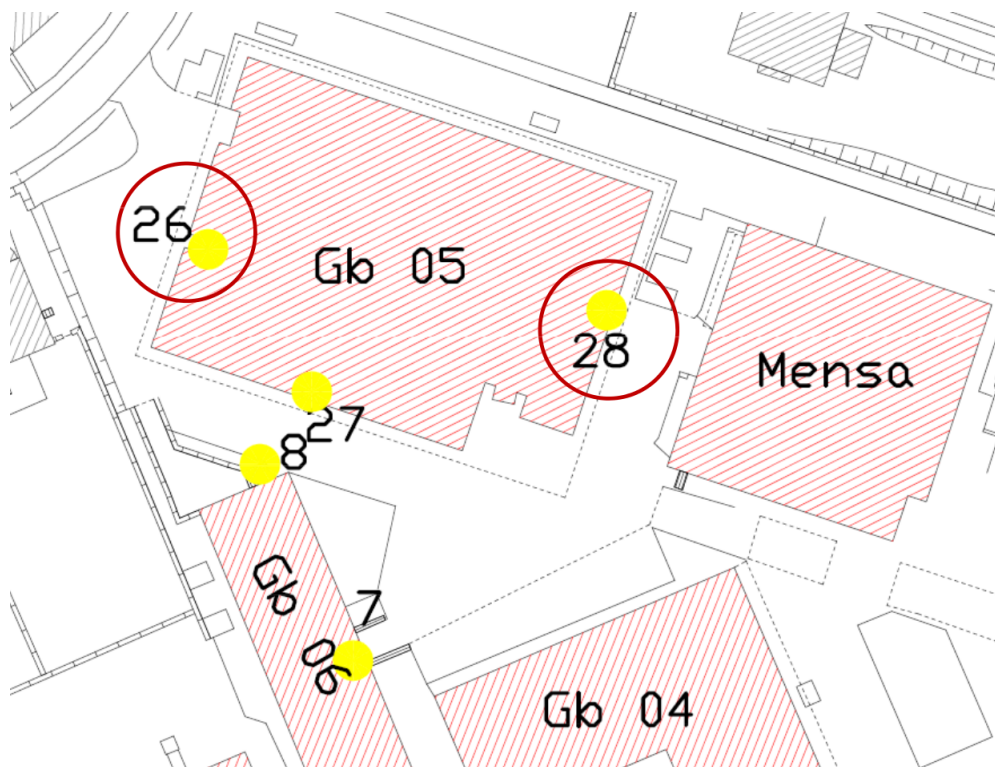


Abbildung 18: Benutzte Mauerbolzen für die Setzungsmessung

Wir begannen unsere Nullmessung am Mauerbolzen 26, nahmen den Mauerbolzen 27 als Zwischenblick auf und gingen dann um das Gebäude 5 herum und nahmen dabei die Höhen der Betonplatten auf. Wir endeten unsere Messung erneut am Mauerbolzen 26 und nahmen dabei den Mauerbolzen 28 und auch erneut den Mauerbolzen 27 als Zwischenblick auf. Dadurch haben wir eine in sich geschlossene Nivellementsleife über den Mauerbolzen 26 aufgemessen. Die Höhen der Mauerbolzen 26 und 28 ließen sich dann über die Höhe des Mauerbolzen 27 kontrollieren. Stimmen die berechneten Höhen mit den uns gegebenen Werten überein, so sind die Höhen der Mauerbolzen überprüft und können in den weiteren Wiederholungsmessungen verwendet werden. Auch der Fall, dass die Höhen aller drei Mauerbolzen falsch sind, ist nun sehr unwahrscheinlich.

Bei der Nivellementsleife ergeben sich folgende Höhen für die Mauerbolzen 27 und 28:

Mauerbolzen	berechneter Wert Höhe ü. DHHN92 [m]	bekannter Wert Höhe ü. DHHN92 [m]
26	-	60,75102
27	60,7685	60,76870
28	60,6521	60,65195

Man erkennt, dass die Höhen bis auf 0,2 mm bzw. 0,15 mm übereinstimmen. Unsere gegebenen Höhen für die Mauerbolzen 26 und 28 sind also korrekt.

Das Protokoll für die Überprüfung der Mauerbolzen ist im Anhang zu finden (S. 53).

4.2 Setzung

Alle Protokolle für die Nullmessung und die Wiederholungsmessungen sind im Anhang auf Seite 53 bis 56 zu finden.

Die Übersicht zum Setzungsverlauf ist im Anhang auf Seite 57 zu sehen.

Über Nigra erstellte Setzungsdiagramme für die einzelnen Punkte sind auf Seite 58 bis 61 dargestellt.

Die Punktnummern für die Ecken der Betonplatten wurden wie folgt festgelegt:

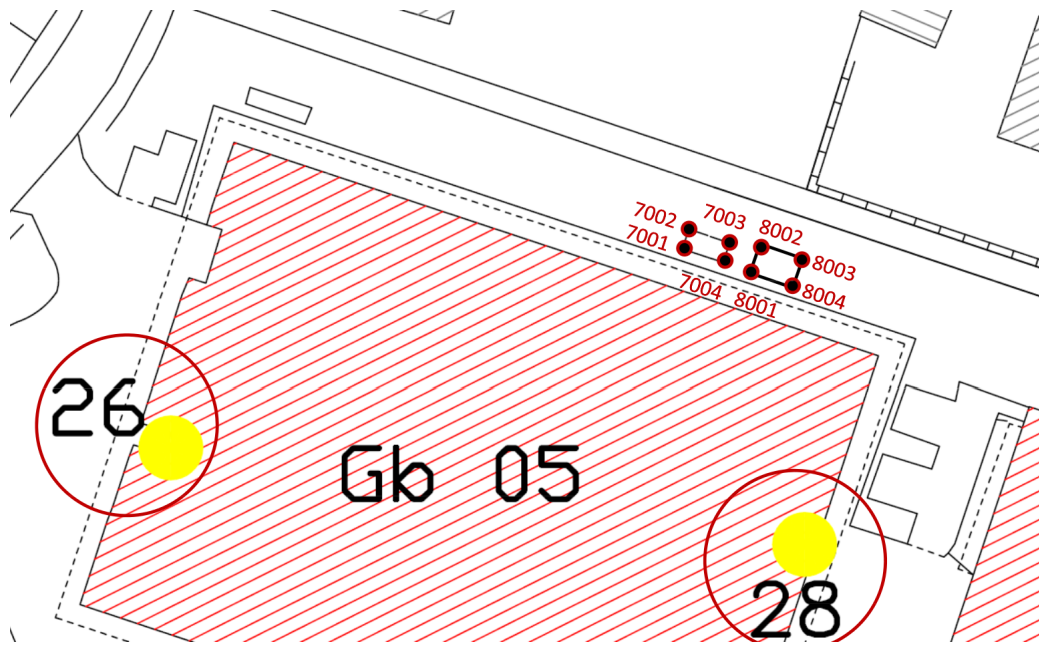


Abbildung 19: Punktnummern für die Höhenpunkte auf den Betonplatten

Aus den Messdaten erkennt man folgenden Verlauf:

Bei der ersten Betonplatte (7001 bis 7004) sinkt zunächst der Punkt 7001 und 7002, wobei 7001 stärker sinkt (2,1 mm). Die Punkte 7003 und 7004 heben sich im Gegenzug um 1 mm an. Danach sinkt der Punkt 7001 stärker ein (2,1 mm), die anderen Punkte sinken nur sehr gering (ca. 0,2 mm). Am Ende heben sich alle Punkte nochmal, wobei dies 7002 und 7003 stärker tun (ca. 0,2 mm).

Bei der zweiten Betonplatte (8001 bis 8004) sinken alle Punkte gleich stark ab (ca. 1,5 mm), bei der zweiten Wiederholungsmessung sinken alle Punkte geringer (ca. 0,1 mm) und der Punkt 8004 bleibt unverändert. Bei der letzten Wiederholungsmessung steigen alle Punkte nochmal um ca. 0,4 mm an.

Bei den Messungen erreichten wir Genauigkeiten um die 0,2 mm bis 0,4 mm. Geringe Änderungen der Höhen bis $\pm 0,4$ mm könnte man im Setzungsverhalten demzufolge als „normale“ Abweichungen innerhalb der Messung ansehen.

In der Realität würde die erste Betonplatte ein Bauwerk darstellen, welches sich an einem Punkt (7001) bzw. Kante (mit 7002) setzt und demzufolge die Kante auf der gegenüberliegenden Seite hebt.

Die zweite Betonplatte könnte ein Bauwerk simulieren, das sich zunächst senkt und dann wieder ein wenig hebt.

Man sollte bedenken, dass sich solche Setzungsverhalten in der Regel erst über einen längeren Zeitraum sichtbar machen. Für unsere Übung spielte sich alles innerhalb eines Monats ab, was in der Realität eventuell mehrere Jahr dauern könnte.

Eine Veranschaulichung des Setzungsverhaltens beider Betonplatten könnte wie folgt aussehen:

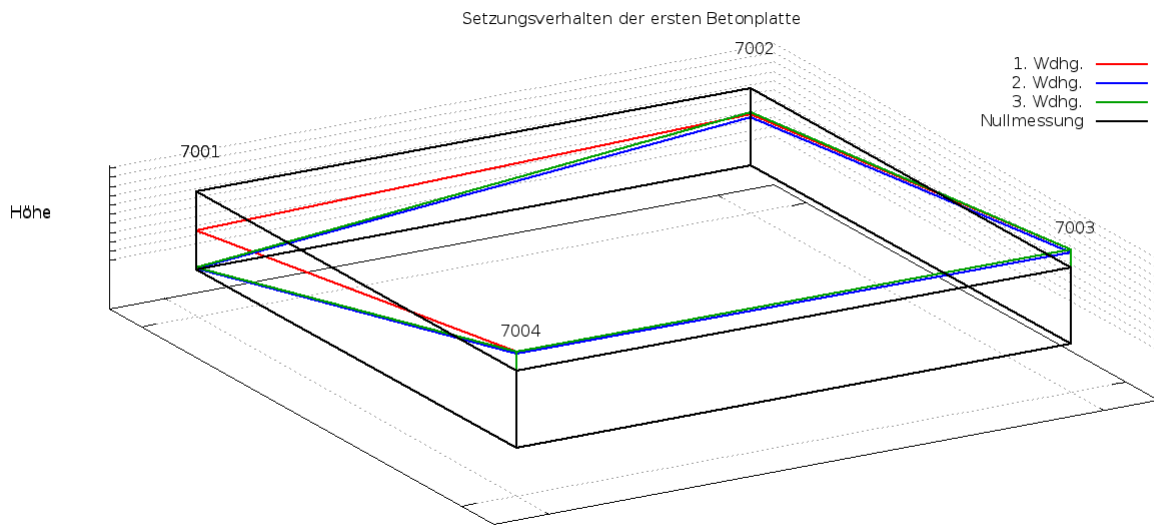


Abbildung 20: Setzungsverhalten der ersten Betonplatte

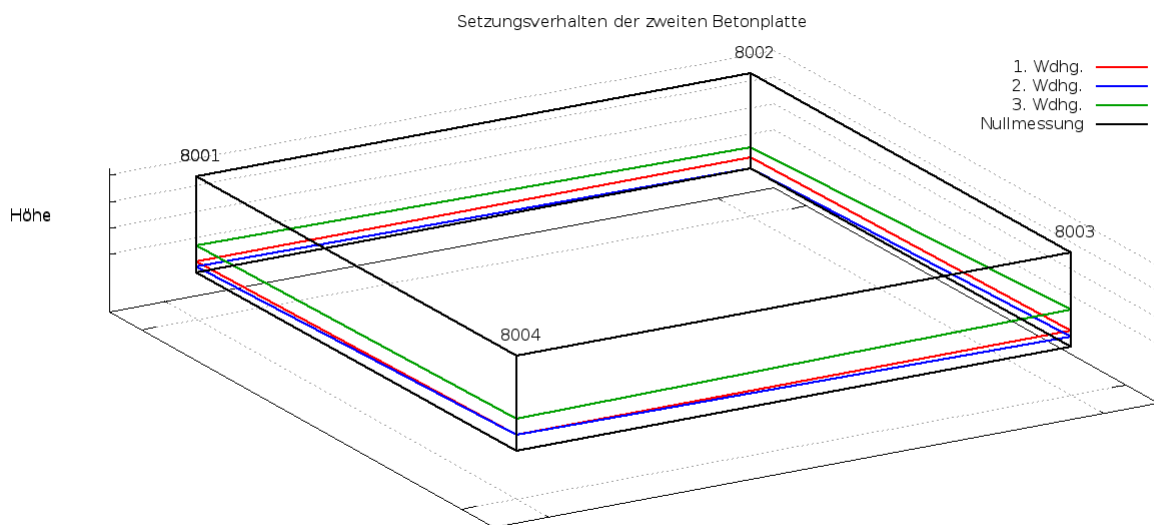


Abbildung 21: Setzungsverhalten der zweiten Betonplatte

Dabei wurden die Veränderungen der Höhen übertrieben dargestellt: 1 Millimeter Veränderung bedeutet eine Veränderung der Höhe um 100 Meter. Andernfalls wären die Änderungen nicht sichtbar gewesen.

5 Festpunktfeld

Für die Urgeländeaufnahme mussten zusätzliche Messpunkte angelegt werden, denn für spätere freie Stationierungen im Urgelände sollten möglichst drei Anschlusspunkte von den Messstandorten sichtbar sein.

Unserer Gruppe wurde der Seminarplatz der Hochschule zugeteilt, welcher an der Ecke Bauhausstraße und Kleiststraße, sowie an der Straße „Seminarplatz“ gelegen ist.

Wir untersuchten das Urgelände auf Existenz und Richtigkeit der schon vorhandenen Anschlusspunkte und entschieden uns dann lediglich einen weiteren Festpunkt zu schlagen.

Wir wählten 4 Anschlusspunkte, deren Koordinaten und Höhen bereits bekannt waren. Zwischen diesen Anschlusspunkten lagen drei zu bestimmende Neupunkte.

Durch die Neupunkte wurde ein Polygonzug gelegt, um die Lage der Neupunkte zu bestimmen. Zur Bestimmung der Höhen der Neupunkte wurde anschließend ein Nivellement über diese Punkte durchgeführt.

5.1 Polygonzug

Wir führten einen beidseitig angeschlossenen Polygonzug durch. Die ist die fehlertheoretisch günstigste und kontrollierteste Form des Polygonzuges.

Bei dieser Art des Polygonzugs nutzt man je zwei koordinatenmäßig bekannte Punkte am Anfang und Ende des Zuges. Durch diese wird ein Anschluss- und Abschlussrichtungswinkel berechnet. Mittels der Berechnung des Abrisses können dafür Korrekturwerte ermittelt werden. Das Ergebnis ist eine Orientierungsunbekannte zur ersten und letzten Polygonseite (vgl. [11]).

Den Polygonzug führten wir mit dem Tachymeter TS 06 durch.

Für unseren Polygonzug galt die Zwangszentrierung, also das zentrierte Aufstellen der Stativ über die Fest- und Neupunkte und deren Nutzung sowohl als Geräte- sowie Anzielpunkte. Dadurch wird die Genauigkeit der Messung stark erhöht, da sichergestellt ist, dass Instrument und Zieltafeln genau über Punkt aufgestellt sind und auch beim Wechsel des Standorts unverändert bleiben.

Die Zieltafeln im Rück- und Vorblick im Polygonzug sind also stets auf Stativen aufgebaut.

Man misst den Rückblick (entsprechend der Polygonzugsrichtung) in der ersten Fernrohrlage an, schwenkt dann auf den Vorblick, misst dort in erster und zweiter Fernrohrlage und schwenkt dann zurück zum Rückblick und misst in zweiter Fernrohrlage. Anschließend wechselt das Instrument auf das Stativ des Vorblicks und das Stativ des Rückblicks wird auf den neuen Vorblick aufgebaut. Der ehemalige Instrumentenstandort ist dann der neue Rückblick mit Zieltafel. Dies wird solange wiederholt bis der Vorblick der Abschlussrichtung entspricht.

Gemessen wurde in zwei Fernrohrlagen (Vollsatz), um den Zielachsfehler zu kompensieren.
Für den Polygonzug standen uns folgende Anschlusspunkte zur Verfügung:

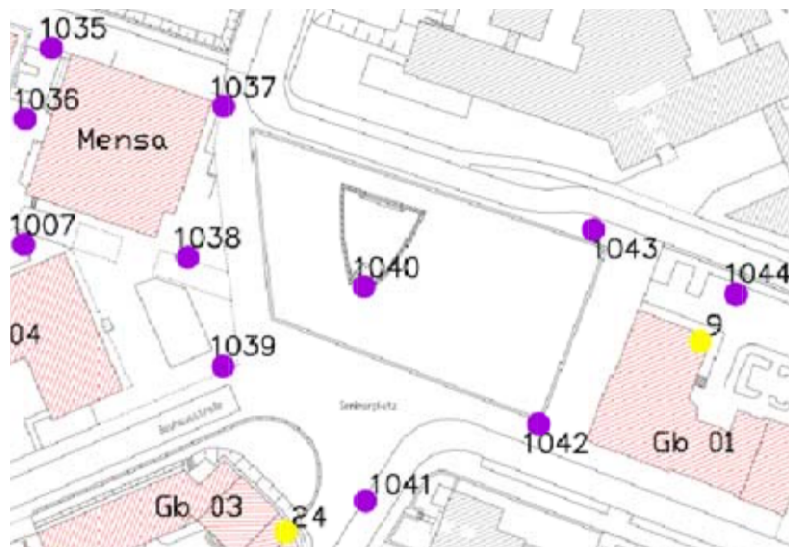


Abbildung 22: Festpunkte in der Nähe des Seminarplatzes

Wir wählten die Punkte 1042 und 1043 für den ersten Anschluss und die Punkte 1034 und 1035 als Abschluss. Der Punkt 1034 liegt in der Mitte zwischen Punkt 1035 und 1037 und ist nicht auf dieser Karte verzeichnet.

Für die Übung seien uns also die Koordinaten der Punkte 1034, 1035, 1042 und 1043 bekannt. Alle anderen Festpunkte sollen als unbekannte Neupunkte angesehen werden.

Desweiteren schlugen wir einen neuen Festpunkt in der Mitte zwischen Punkt 1039 und 1042. Dieser bekam von uns die Punktnummer 10000.

Als Polygonzugfolge legten wir fest: 1042 mit Anschlussrichtung zu 1043, 10000, 1039, 1037, 1034 mit Anschlussrichtung zu 1035.

Mit diesen drei Neupunkten (10000, 1039, 1037) und den bekannten Punkten in der Nähe des Seminarplatzes (1042, 1043) hatten wir genug Festpunkte um uns in der Urgeländeaufnahme sehr gut Stationieren zu können.

Folgende Koordinaten ermittelten wir für unsere Festpunkte:

Punkt-Nr.	Rechtswert [m]	Hochwert [m]
10000	4516065,767	5745770,670
1037	4516029,956	5745828,390
1039	4516029,836	5745772,774

Die Koordinaten sind im Gauß-Krüger-Koordinatensystem (4. Streifen) angegeben.

Wir erreichten bei unserer Messung eine Genauigkeit von 3 mm im Rechtswert und 2 mm im Hochwert.

Das komplett ausgewertete Protokoll zum Polygonzug ist im Anhang zu finden (S. 62 bis 67).

5.2 Nivellement

Das Nivellement über die Festpunkte führten wir mit dem Digitalnivellier DNA 03 und Standardnivellierlatten aus. Wir nutzten zwei höhenmäßig bekannte Mauerbolzen und bestimmten die Höhen für die Punkte 1042, 10000, 1037 und 1039.

Es wurde nur der Hinweg ausgeführt und lediglich der Rück- und Vorblick gemessen (kein Fein-nivellement).

Wir starteten das Nivellement beim Mauerbolzen 24 und wechselten anschließend über die Punkte 1042, 10000, 1037 und 1039 und endeten am Mauerbolzen 28.

Wir erhielten folgende Höhen für unsere Festpunkte:

Punkt-Nr.	Höhe über DHHN92 [m]
1042	60,8540
10000	60,8831
1037	60,9907
1039	60,8283

Wir erreichten eine Genauigkeit von 0,2 mm.

Das Protokoll zum Nivellement ist im Anhang auf Seite 68 zu sehen.

6 Urgeländeaufnahme

Für unsere Gruppe war der Seminarplatz aufzunehmen:

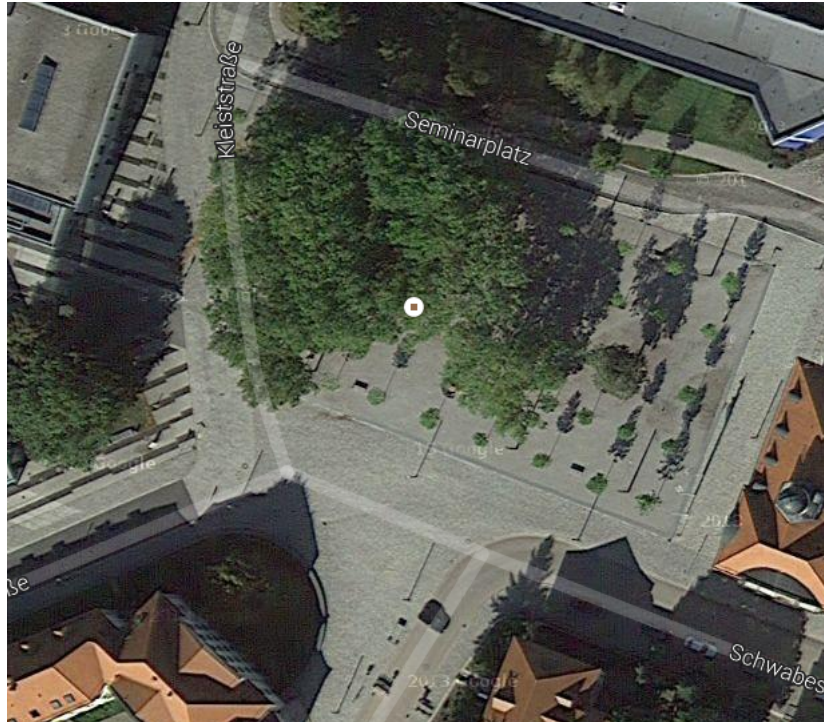


Abbildung 23: Unser zugeteiltes Urgelände

Wir verwendeten dafür sowohl den Tachymeter TS 06 als auch einen Tachymeter aus der TPS 1200+ Serie von Leica. Es wird sowohl in Lage als auch in Höhe gemessen.



Abbildung 24: Tachymeter aus der TPS 1200+ Serie

Im Vorfeld wurde das Messgebiet zusammen mit dem Übungsleiter erkundet um die Details der Aufnahme abzuklären. Auch die Abgrenzungen der „Überschneidungsgebiete“ wurden mit den anderen Gruppen geklärt. Als Grenzen des Gebietes wurden oft Einfriedungen, Straßenkanten oder Gebäude gewählt.

Die Straßenprofile sollten mit mindestens drei Punkten gemessen werden und im Abstand von ca. 10 Meter, ebenso wie Höhenprofile über das gesamte Messgebiet im Abstand von 15 bis 20 Meter.

Wechsel im Bodenbelag sollten auch im Plan gekennzeichnet und mit aufgemessen werden.

Die Aufbereitung der Daten erfolgte im Nachhinein mit Hilfe des Programms „GEOgraf“ (siehe [12]).

Als Ergebnis ist ein Lage- und Höhenplan im Maßstab 1:250 zu erstellen gewesen.

Während der Messung mussten Bäume in Jung-, Laub- und Nadelbäume eingeteilt werden. Für unser Messgebiet traten nur Jung- und Laubbäume auf. Von den größeren Bäumen wurde Art, Stamm- und Kronendurchmesser ermittelt.

Bei Straßen wurden sowohl die Höhen der Bordoberkante als auch der Bordunterkante aufgemessen.

Als Liniencodierung wählten wir die von der Hochschule entwickelten und für Geograf optimierten Liniencodes.

Wir stationierten den Tachymeter nach der freien Stationierung mit 3 Anschlusspunkten. Die Protokolle zur Auswertung der Stationierungen sind im Anhang zu finden (S. 69 bis 71). Wir erreichten bei den Stationierungen Genauigkeiten *unter* 5 mm. Demzufolge werden auch alle aufgemessenen Punkte eine sehr gute Genauigkeit haben.

Als Anschlusspunkte konnten wir die Punkte 1037, 1039, 1000, 1042 und 1043 verwenden.

Die Einmessungsskizzen, sowie der Lage- und Höhenplan sind im Anhang zu finden.

Aufgrund der Kürze der Zeit entfielen die Auswertungen und Diagramme der Gelände- und Straßenprofile.

7 Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen Hilfsmittel als angegeben verwendet habe. Insbesondere versichere ich, dass ich alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken als solche kenntlich gemacht habe.

Dessau-Roßlau, den 3.07.2014

Matthias Rüster

8 Quellenverzeichnis

- [1] Geoinformatik Lexikon,
<http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/einzel.asp?ID=-470988746>, Universität Rostock, 3. Juli 2014
- [2] Geoinformatik Lexikon,
<http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/einzel.asp?ID=-1089063553>, Universität Rostock, 3. Juli 2014
- [3] GeoLexikon, http://www.geodz.com/deu/d/geometrisches_Nivellement, 3. Juli 2014
- [4] Schütze/Engler/Weber: Lehrbuch Vermessung Grundwissen, Weber Verlags GbR Dresden, Dresden 2001, ISBN: 3-936203-00-8
- [5] Geolexikon, <http://www.geodz.com/deu/d/Liniennivellement>, 3. Juli 2014
- [6] Vorlesungsskript „Höhenbestimmung Auswertung“, Dipl.-Ing. Christian Minning, Modul: Geodatenerfassung, VGI 13, HS Anhalt, Wintersemester 2013/14
- [7] Leica Invarlatten, <http://goecke.de/Produkte/Vermessungsgeraete/Nivellierlatten-und-Zubehoer/Invarlatten-Zubehoer-fuer-Invarlatten/-491.html>, 3. Juli 2014
- [8] Stadtpflege Dessau,
http://www.stadtpflege.dessau.de/v2/index.php?article_id=37, 3. Juli 2014
- [9] Cremer Programmentwicklung / Programm CAPLAN:
<http://www.cpentw.de/products.htm>, 3. Juli 2014
- [10] Trukk Soft, Spezialsoftware für Nivellements, Nigra: <http://www.nivellement.de>
- [11] Beidseitig angeschlossener Polygonzug, Vorlesungsskript „Geodätisches Rechnen - Polygonzugberechnung“, Dipl.-Ing. Christian Minning, Modul: Geodätisches Rechnen, VGI 13, HS Anhalt, Wintersemester 2013/2014
- [12] HHK Software: GEOgraf, <http://www.hhk.de/de/produkte/geograf>, 3. Juli 2014
- [13] Dieses Dokument wurde mit L^AT_EX erstellt: <http://www.latex-project.org>, 3. Juli 2014

9 Abbildungsverzeichnis

- [1] Rück- und Vorblick,
http://www.kern-aarau.ch/fileadmin/user_upload/Aldo/Glossar/Prinzip_Nivellement.jpg,
3. Juli 2014
- [2] Wechsellpunkte Nivellement,
<http://www.vermessung-neustadt.de/uploads/pics/nivellement.jpg>, 3. Juli 2014
- [3] DNA 03,
http://geonav.ru/media/catalog/-/image/de/38/de3870e5cae5c1fa11e39b85998daf8c_110.jpg,
3. Juli 2014
- [4] Ni 040 A,
http://www.vermessungstechnik-wenger.de/images/product_images/popup_images/228_0.jpg,
3. Juli 2014
- [5] TS 06,
<http://www.surveyequipment.com/images/leica-flexline-ts06-plus-comms.jpg>,
3. Juli 2014
- [6] Verfahren nach Förstner, Vorlesungsskript „Höhenbestimmung“, Dipl.-Ing. Christian Minning, Modul: Geodatenerfassung, VGI 13, HS Anhalt, Wintersemester 2013/14
- [7] Foto vom DNA 03 bei der Nivellierprobe
- [8] Prinzip des Liniennivellements,
<http://www.geodz.com/deu/d/images/2014 liniennivellement.png>, 3. Juli 2014
- [9] Prinzip des Doppelnivellements, Vorlesungsskript „Höhenbestimmung“, Dipl.-Ing. Christian Minning, Modul: Geodatenerfassung, VGI 13, HS Anhalt, Wintersemester 2013/14
- [10] Skript „Geodatenpraktikum - Aufgaben“, Dipl.-Ing. Christian Minning, Modul: Geodatenpraktikum, VGI 13, HS Anhalt, Sommersemester 2014
- [11] Foto der Position des Punktes 1042, aus einem PDF der Hochschule Anhalt, Autor unbekannt, 2014
- [12] Invarlatten, <http://goecke.de/Produkte/Vermessungsgeraete/Nivellierlatten-und-Zubehoer/Invarlatten-Zubehoer-fuer-Invarlatten/-491.html>, 3. Juli 2014
- [13] Foto der Genauigkeitsparameter für das Feinnivellement
- [14] Prinzip des trigonometrischen Nivellements, Quelle: [4, S. 275]
- [15] Prinzip des trigonometrischen Nivellements, Quelle: [4, S. 275]
- [16] Skript „Geodatenpraktikum - Aufgaben“, Dipl.-Ing. Christian Minning, Modul: Geodatenpraktikum, VGI 13, HS Anhalt, Sommersemester 2014
- [17] Skript „Geodatenpraktikum - Aufgaben“, Dipl.-Ing. Christian Minning, Modul: Geodatenpraktikum, VGI 13, HS Anhalt, Sommersemester 2014

- [18] Setzungsmessung, Skript „Geodatenpraktikum - GDÜ 07“, Dipl.-Ing. Christian Minning, Modul: Geodatenpraktikum, VGI 13, HS Anhalt, Sommersemester 2014
- [19] Setzungsmessung, Skript „Geodatenpraktikum - GDÜ 07“, Dipl.-Ing. Christian Minning, Modul: Geodatenpraktikum, VGI 13, HS Anhalt, Sommersemester 2014
- [20] Setzungsverhalten der ersten Betonplatten, erstellt mit Gnuplot:
<http://www.gnuplot.info>, 3. Juli 2014
- [21] Setzungsverhalten der zweiten Betonplatten, erstellt mit Gnuplot:
<http://www.gnuplot.info>, 3. Juli 2014
- [22] Festpunkte auf dem Seminarplatz, aus PDF zum Lageplan der Hochschule Anhalt, 2014
- [23] Satellitenbild des Seminarplatzes, Google Maps, 3. Juli 2014
- [24] Tachymeter der TPS 1200+ Serie,
http://www.geographica.hr/site/public/images/content/leica_tps1200.jpg, 3. Juli 2014
- [26] Einmessungsskizze des Punktes 1042, Hochschule Anhalt, 2014
- [30] Technische Daten des Ni 040 A, <http://www.michael-popp.de/Bilder/Ni%20040A-WEB.pdf>, 3. Juli 2014
- [31] Technische Daten DNA 03:
http://www.groeger-web.de/media/docs/dna_user_manual_de.pdf, 3. Juli 2014

Alle hier nicht aufgezählten Abbildungen sind Protokolle oder Zeichnungen, die entweder von den Programmen CAPLAN bzw. Nigra oder uns selbst erstellt wurden.

10 Anhänge

HS Anhalt - Dessau-Roßlau

Nigra - Nivellement, Version 5.1

25.04.2014 Seite: 1

Projekt: Nivellierprobe

Nivellierprobe für DNA 03

Berechnungs-Nr.: 1

Ort Campus HS Anhalt

Auftrag Prüfung DNA 03 (158)

Linie/Zug Datum 25.04.2014

Wetter sonnig Beobachter M. Ruster

Nivellier DNA 03 Latte Standard

Lattenteilung 1 cm Beobacht.folge RV RV

Bemerkung Prüfung

Instrumentenprüfung, Verfahren 'Näbauer/Förstner'

Punkt-Nr.	Strecke	Rückblick	Vorblick	Punkt-Nr.
A1	14.92	1.4026		A1
B1	29.91		1.5378	B1
B2	14.87	1.5417		B2
A2	29.95		1.4067	A2

Sollablesung bei 4 = 1.4065

Ziellinienfehler in Bogenmaß/Grad = 0.000008/0.0005 gon

Fehler bei S = 20 m = 0.15 mm

Fehler bei S = 30 m = 0.23 mm

Max. zulässige Streckendifferenz r-v für Fehler ≤ 0.05 mm = 6.5 m

Abbildung 25: Protokoll der Nivellierprobe mit dem DNA 03

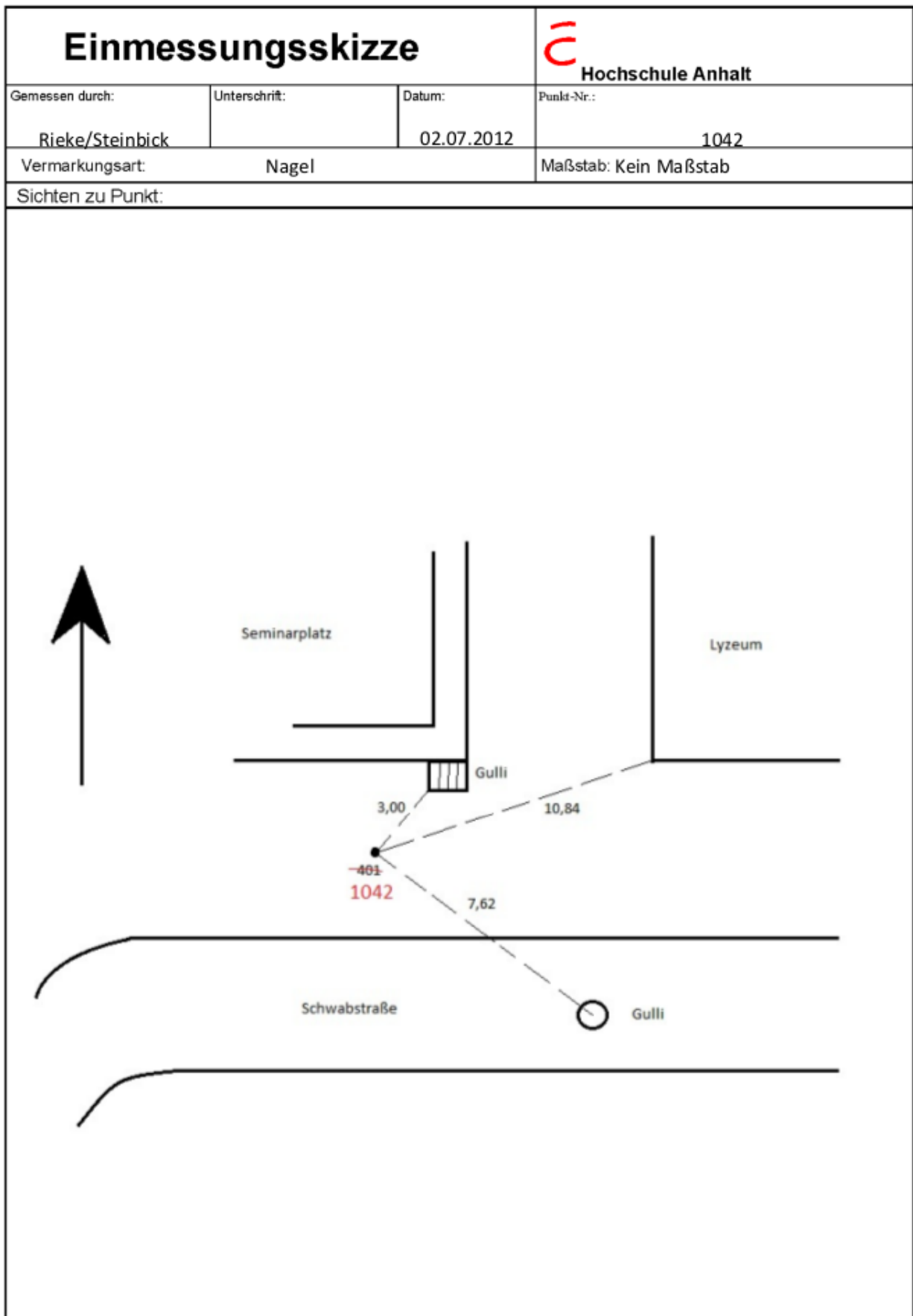


Abbildung 26: Einmessungsskizze des Punktes 1042

Pkt.Nr.	Oben	Unten	Entfernung [m]	Rückblick	Vorblick	Verb.	delta h	Mittel h	Höhe ü. DHHN92	Bemerkung
MB 15	1,461	1,113	34,8	1,288					60,928	Linienanfang
	1,362	1,014	34,8	1,189						
WP 1	1,461	1,117	34,4		1,289	0,00363	0,003	0,002125	60,930	
	1,367	1,016	35,1		1,191	0,00363	0,002			
WP 1	1,671	1,418	25,3	1,543						
	1,732	1,477	25,5	1,604						
1042	1,829	1,569	26,0		1,699	0,00363	-0,152	-0,151375	60,779	Neupunkt
	1,888	1,630	25,8		1,758	0,00363	-0,150			
1042	1,816	1,538	27,8	1,678						
	1,882	1,609	27,3	1,745						
MB 24	1,569	1,270	29,9		1,419	0,00363	0,263	0,262125	61,041	Kontrollpunkt 61,060 m ü. DHHN92
	1,638	1,336	30,2		1,487	0,00363	0,262			
MB 24	1,481	1,263	21,8	1,372						
	1,491	1,263	22,8	1,378						
1039	1,718	1,490	22,8		1,604	0,00363	-0,228	-0,227875	60,813	Neupunkt
	1,722	1,496	22,6		1,609	0,00363	-0,227			
1039	1,678	1,378	30,0	1,528						
	1,670	1,368	30,2	1,519						
WP 2	1,960	1,658	30,2		1,808	0,00363	-0,276	-0,276375	60,537	
	1,950	1,658	29,2		1,799	0,00363	-0,276			
WP 2	1,622	1,339	28,3	1,480						
	1,584	1,301	28,3	1,442						
WP 3	1,779	1,491	28,8		1,635	0,00363	-0,151	-0,151375	60,385	
	1,741	1,452	28,9		1,597	0,00363	-0,151			
WP 3	1,773	1,471	30,2	1,622						
	1,720	1,419	30,1	1,570						
WP 4	1,640	1,323	31,7		1,481	0,00363	0,145	0,144125	60,529	
	1,587	1,271	31,6		1,430	0,00363	0,144			
WP 4	1,598	1,394	20,4	1,496						
	1,566	1,370	19,6	1,468						
MB 20	0,925	0,718	20,7		0,821	0,00363	0,679	0,678625	61,208	Linienende
	0,900	0,687	21,3		0,793	0,00363	0,679			
	51,781	42,917	886,400	23,922	23,420	0,058	0,560	0,28	0,280	
					0,502				0,560	

Abbildung 27: Nivellement mit doppelten Standpunkten und falscher Höhe für MB 15

Pkt.Nr.	Oben	Unten	Entfernung [m]	Rückblick	Vorblick	Verb.	delta h	Mittel h	Höhe ü. DHHN92	Bemerkung
MB 15	1,461	1,113	34,8	1,288					60,958	Linienanfang
	1,362	1,014	34,8	1,189						
WP 1	1,461	1,117	34,4		1,289	-0,00012	-0,001	-0,001625	60,956	
	1,367	1,016	35,1		1,191	-0,00012	-0,002			
WP 1	1,671	1,418	25,3	1,543						
	1,732	1,477	25,5	1,604						
1042	1,829	1,569	26,0		1,699	-0,00012	-0,156	-0,155125	60,801	Neupunkt
	1,888	1,630	25,8		1,758	-0,00012	-0,154			
1042	1,816	1,538	27,8	1,678						
	1,882	1,609	27,3	1,745						
MB 24	1,569	1,270	29,9		1,419	-0,00012	0,259	0,258375	61,060	Kontrollpunkt 61,060 m ü. DHHN92
	1,638	1,336	30,2		1,487	-0,00012	0,258			
MB 24	1,481	1,263	21,8	1,372						
	1,491	1,263	22,8	1,378						
1039	1,718	1,490	22,8		1,604	-0,00012	-0,232	-0,231625	60,828	Neupunkt
	1,722	1,496	22,6		1,609	-0,00012	-0,231			
1039	1,678	1,378	30,0	1,528						
	1,670	1,368	30,2	1,519						
WP 2	1,960	1,658	30,2		1,808	-0,00012	-0,280	-0,280125	60,548	
	1,950	1,658	29,2		1,799	-0,00012	-0,280			
WP 2	1,622	1,339	28,3	1,480						
	1,584	1,301	28,3	1,442						
WP 3	1,779	1,491	28,8		1,635	-0,00012	-0,155	-0,155125	60,393	
	1,741	1,452	28,9		1,597	-0,00012	-0,155			
WP 3	1,773	1,471	30,2	1,622						
	1,720	1,419	30,1	1,570						
WP 4	1,640	1,323	31,7		1,481	-0,00012	0,141	0,140375	60,533	
	1,587	1,271	31,6		1,430	-0,00012	0,140			
WP 4	1,598	1,394	20,4	1,496						
	1,566	1,370	19,6	1,468						
MB 20	0,925	0,718	20,7		0,821	-0,00012	0,675	0,674875	61,208	Linienende
	0,900	0,687	21,3		0,793	-0,00012	0,675			
	51,781	42,917	886,400	23,922	23,420	-0,002	0,500	0,25	0,250	
					0,502				0,500	

Abbildung 28: Nivellement mit doppelten Standpunkten und korrigierter Höhe für MB 15

Berechnungs-Nr.: 1

Ort Dessau - Campus FH Anhalt
Auftrag Kontrollmessung MB 15
Linie/Zug Schleife Datum 05.05.2014
Wetter bewölkt Beobachter M. Rüster
Nivellier DNA03 (158) Latte Invar
Lattenteilung 1 cm Beobacht.folge RV RV(Z)
Bemerkung DHHN92

Mittelbildung: mitteln - alt und neu werden gemittelt

Abschlussfehler = -0.1 mm Erlaubter Fehler F (3) = 4.3 mm

Strecke	Rück	Zwischen	Vor	Höhe	Punkt-Nr.
27.35	1.3204			61.0604	6024
27.34			1.3249	61.0559	1
27.93	1.4253				
28.15			1.4348	61.0465	2
30.60	1.1240				
31.16			1.2127	60.9577	6015
29.80	1.1964				
29.23			1.0863	61.0678	3
28.19	1.4149				
28.33			1.4294	61.0533	4
28.90	1.3268				
28.09			1.3197	61.0604	6024

Summe S-Gesamt = 345.07 m Delta-h= 0.00007 m
Summe S-Rückblicke = 172.77 m
Summe S-Vorblicke = 172.30 m

Abbildung 29: Protokoll zur Überprüfung des MB 15 (Nivellementsschleife)

NI 040 A

Kompensatornivellier

Das Kompensatornivellier NI 040 A ist für alle Nivellementsarbeiten geeignet, bei denen ein mittlerer Fehler bis zu $\pm 4,0$ mm für 1 km Doppelnivellement zulässig ist.

Hauptanwendungsgebiete

- Höhenaufnahmen, Höhenübertragungen und Absteckungsarbeiten auf Baustellen
- Flächennivellements
- Längs- und Querprofilaufnahmen
- einfache Tachymeteraufnahmen und Absteckungen im ebenen Gelände
- Nivellements Untertage.

Eigenschaften des NI 040 A

- Handgriff mit Visiereinrichtung
- Keilscheibe oder Kugelfuß als Horizontiermittel
- Teilkreis mit 1° (1 gon)-Teilung
- Verstellmöglichkeit des Teilkreises
- Rutschkupplung
- unendlicher, beidseitig bedienbarer Seitenfeintrieb
- robuster und weitestgehend schwingungsempfindlicher Kompensator
- kurze Zielweite

Zubehör

- Digitalisierte Nivellierlatte 4 m/2 m, trennbar
- Schwenkokular
- Neigungsstrichplatte und Zielmarke für Nivellierlatte
- Kollimationsbeleuchtung
- Autokollimationsokular
- Gerätekonsole

Daten

Mittlerer Fehler für 1 km Doppelnivellement ± 4 mm

Bildlage des Fernrohrs aufrecht und seitenrichtig

Fernrohrvergrößerung 20 fach

Freier

Objektivdurchmesser 30 mm

kürzeste Zielweite 0,5 m

Multiplikationskonstante 100

Additionskonstante 0

Arbeitsbereich des Pendels $\pm 30'$

Einspielgenauigkeit

des Pendels $\pm 1,0''$

Einspielzeit ≤ 1 s

Teilungsintervalle der Teilkreise 1° (1 gon)

Schätzbarkeit der Anzeige $10'$ (0,1 gon)

Abmessungen

NI 040 A (19×11×14) cm

Behälter (24×20×14) cm

Stativ 2v 100 bis 160 cm

Masse

NI 040 A 1,6 kg

Behälter 1,4 kg

Stativ 2v 5,0 kg

Nivellierlatte 4 m 4,4 kg

Bestellvarianten

	Kreisteilung	ohne Kreis	360° 1°	400 gon 1 gon
Horizontiermittel				
Keilscheibe	●	●	●	
Kugelfuß	○	○	○	

● Standardvariante

○ auf Anfrage

Ausführliche Informationen siehe Druckschrift 10-116-1

Abbildung 30: Technische Angaben zum Kompensatornivellier Ni 040A

Technische Daten

Höhenmessung		Kürzeste Fokussierweite	0.6m
Standardabweichung pro km Doppelnivellement (ISO 17123-2):		Multiplikationskonstante	100
		Additionskonstante	0
Elektronische Messung	DNA03 DNA10	Libellenempfindlichkeit	
mit Invarlatte	0.3mm 0.9mm	Dosenlibelle	8'2mm
mit Standardlatte	1.0mm 1.5mm	Kompensator	
Optische Messung	2.0mm 2.0mm	Magnetgedämpfter Pendelkompensator mit elektronischer Bereichsüberwachung	
Distanzmessung		Neigungsbereich	~± 10'
Standardabweichung	5mm/10m	Einspielgenauigkeit	DNA03 DNA10
Distanzmessbereich elektronischer Messung		Standardabweichung	0.3" 0.8"
Lattenlänge ≥ 3m	1.8m - 110m	Anzeige	
Empfehlung für Invarlatte 3m	1.8m - 60m	LCD Anzeige	8 Zeilen zu 24 Zeichen, 144 x 64 Pixel
Lattenlänge = 2.7m	1.8m - 100m	Beleuchtung	Sparmodus/ permanent/ nur Dosenlibelle
Lattenlänge = 1.82m/ 2m	1.8m - 60m	Heizung	einschaltbar, setzt erst ein ab -5°C
Messdauer Einzelmessung	typisch 3 Sek.		
Fernrohr			
Vergrößerung	24x		
Freier Objektivdurchmesser	36mm		
Öffnungswinkel	2°		
Sehfelddurchmesser	3.5m bei 100m		

Abbildung 31: Technische Daten zum Digitalnivellier DNA 03

Berechnungs-Nr.: 1

Ort Dessau - Campus FH Anhalt
 Auftrag GDÜ03 - Doppelnivellement
 Linie/Zug Hinweg Datum 28.04.2014
 Wetter sonnig Beobachter M. Kermani
 Nivellier DNA03 (158) Latte Standard
 Lattenteilung 1 cm Beobacht.folge RVVR RVVR(ZZ)
 Lattenkonstante 0 Erlaubte Diff. 2 [0.1 mm]

Bemerkung

Mittelbildung: neu - berechnete Höhe wird eingeführt

Abschlussfehler = 0.8 mm Erlaubter Fehler F (3) = 4.6 mm

Strecke	Rück	d	Zwischen	d	Vor	d	Höhe	Punkt-Nr.
20.27	1.1091						60.9577	6015
	1.1090	0						
19.72					1.2451		60.8217	8
					1.2450	0/0		
21.46	1.5156							
	1.5156	0						
21.41					1.3194		61.0181	9
					1.3194	0/0		
19.81	1.4316							
	1.4318	-2						
23.61					1.6486		60.8012	1042
					1.6487	-2/-1		
34.49	1.7903							
	1.7903	0						
36.37					1.7631		60.8285	1039
					1.7631	0/0		
30.62	1.4356							
	1.4356	0						
31.37					1.7158		60.5484	10
					1.7159	-1/1		
30.04	1.3607							
	1.3606	1						
29.39					1.5195		60.3896	11
					1.5195	-1/1		
28.91	1.5299							
	1.5301	-2						
29.88					1.3823		60.5375	12
					1.3822	1/-3		
19.02	1.4570							
	1.4570	0						
20.81					0.7864		61.2082	6020
					0.7862	2/-2		
Summe S-Gesamt	=		417.21 m		Delta-h=		0.24981 m	
Summe S-Rückblicke	=		204.64 m					
Summe S-Vorblicke	=		212.58 m					

Abbildung 32: Protokoll des Doppelnivellements - Hinweg

Wahlfreier Text für Projektbeschreibung bis Spalte 72

Berechnungs-Nr.: 2

Ort	Dessau - Campus FH Anhalt		
Auftrag	GDÜ03 - Doppelnivellement		
Linie/Zug	Rückweg	Datum	28.04.2014
Wetter	sonnig	Beobachter	F. Plank
Nivellier	DNA03 (158)	Latte	Standard
Lattenteilung	1 cm	Beobacht.folge	RV RV(Z)

Bemerkung

Mittelbildung: neu - berechnete Höhe wird eingeführt

Abschlussfehler = 0.2 mm Erlaubter Fehler F (3) = 4.6 mm

Strecke	Rück	Zwischen	Vor	Höhe	Punkt-Nr.
20.75	0.7650			61.2082	6020
19.03			1.4359	60.5373	1
29.50	1.3690				
30.76			1.5061	60.4003	2
30.06	1.5962				
29.76			1.4574	60.5390	3
29.44	1.7589				
31.01			1.4696	60.8283	1039
34.80	1.7361				
36.26			1.7633	60.8011	1042
31.04	1.7094				
32.03			1.6295	60.8811	4
26.56	1.3582				
34.71			1.2817	60.9577	6015

Summe S-Gesamt = 415.71 m Delta-h= -0.25082 m

Summe S-Rückblicke = 202.15 m

Summe S-Vorblicke = 213.56 m

Gesamtsumme aller Strecken (ohne Zwischenblicke) = 832.92 m

Abbildung 33: Protokoll des Doppelnivellements - Rückweg

Berechnungs-Nr.: 1

Ort Dessau - Campus FH Anhalt
 Auftrag GDÜ 04 - Feinnivellement
 Linie/Zug Hinweg Datum 05.05.2014
 Wetter bewölkt Beobachter M. Rüster
 Nivellier DNA03 (158) Latte Invar
 Lattenteilung 1 cm Beobacht.folge RVVR RVVR(ZZ)
 Lattenkonstante 0 Erlaubte Diff. 2 [0.1 mm]

Bemerkung

Mittelbildung: mitteln - alt und neu werden gemittelt

Abschlussfehler = 0.8 mm Erlaubter Fehler F (3) = 4.6 mm

Strecke	Rück	d	Zwischen	d	Vor	d	Höhe	Punkt-Nr.
34.57	1.2423						60.9577	6015
	1.2424	-1						
35.47					1.2369		60.9634	1
					1.2367	2/-3		
24.48	1.4994							
	1.4994	0						
24.60					1.6618		60.8010	1042
					1.6619	-1/0		
36.14	1.7986							
	1.7985	1						
34.75					1.7716		60.8282	1039
					1.7715	0/0		
33.95	1.4252							
	1.4253	0						
34.99					1.7394		60.5141	3
					1.7394	0/-1		
33.14	1.3767							
	1.3768	-1						
34.09					1.4530		60.4380	4
					1.4531	-1/0		
43.89	1.6620							
	1.6621	-2						
43.09					0.8919		61.2082	6020
					0.8919	0/-2		

Summe S-Gesamt = 413.16 m Delta-h= 0.24980 m
 Summe S-Rückblicke = 206.17 m
 Summe S-Vorblicke = 207.00 m

Gesamtsumme aller Strecken (ohne Zwischenblicke) = 413.16 m
 Max. Abschlussfehler = 0.8 mm (Berechnung Nr. 1)

Abbildung 34: Protokoll zum Feinnivellement

Trigonometrisches Nivellement - Hinweg

===== HÖHENÜBERTRAGUNG =====

Polygonpunktname	Strecke (m)	Höhenunterschied		Höhe (m)
		gemessen	Verb. verbessert	
6015				60.95766 <===
	41.71	1.35033 +7	1.35040	
1000				62.30806
	35.50	-1.34698 +5	-1.34693	
1				60.96114
	19.51	1.57122 +2	1.57124	
1001				62.53238
	25.25	-1.73486 +3	-1.73483	
1042				60.79755
	35.84	1.91098 +5	1.91103	
1002				62.70858
	35.11	-1.88155 +5	-1.88150	
1039				60.82708
	44.32	1.50759 +8	1.50767	
1003				62.33475
	45.03	-1.95740 +9	-1.95732	
2				60.37744
	44.98	1.58342 +9	1.58351	
1004				61.96095
	46.02	-1.51443 +9	-1.51434	
3				60.44661
	25.93	1.64871 +3	1.64874	
1005				62.09535
	23.57	-0.88714 +2	-0.88711	
6020				61.20824 <===

	422.76	0.24991		61.20757 Ist
Abgleich:				0.00067 =fh (Soll-Ist)
Zulässig:				(0.11543 m)

Abbildung 35: Protokoll zum trigonometrischen Nivellement - Hinweg

Trigonometrisches Nivellement - Rückweg

===== HÖHENÜBERTRAGUNG =====

Polygonpunktname	Strecke (m)	Höhenunterschied		Höhe (m)
		gemessen	Verb. verbessert	
6020				61.20824 <===
	23.30	0.84185 +3	0.84188	
2000				62.05012
	25.69	-1.60215 +4	-1.60211	
3				60.44802
	46.86	1.48735 +14	1.48749	
2001				61.93551
	46.96	-1.54636 +14	-1.54622	
2				60.38929
	42.50	1.81871 +12	1.81883	
2002				62.20811
	44.04	-1.38223 +12	-1.38211	
1039				60.82601
	34.75	1.78469 +8	1.78477	
2003				62.61077
	36.35	-1.81209 +8	-1.81201	
1042				60.79877
	27.30	1.71562 +5	1.71567	
2004				62.51444
	22.11	-1.55506 +3	-1.55503	
1				60.95941
	32.50	1.36921 +7	1.36928	
2005				62.32868
	40.68	-1.37113 +11	-1.37102	
6015				60.95766 <===

	423.03	-0.25159		60.95665 Ist
Abgleich:				0.00101 =fh (Soll-Ist)
Zulässig:				(0.11548 m)

Abbildung 36: Protokoll zum trigonometrischen Nivellement - Rückweg

Strecke	Rück	Zwischen	Vor	Höhe	Punkt-Nr.
25.08			0.2214	87.4891	17
27.67	2.5543				
47.66			1.2069	88.8366	7002
47.51	1.2343				
28.72			2.7130	87.3579	18
17.47	0.6548				
20.16			2.6261	85.3867	19
18.29	0.4021				
26.12			3.2497	82.5392	10003
29.32	2.3290				
25.50			0.3967	84.4715	20
30.26	2.6843				
26.67			0.4520	86.7039	21
34.30	3.2300				
26.40			0.1630	89.7709	22
17.15	2.6500				
23.73			0.0531	92.3679	23
28.03	3.1371				
23.76			0.1296	95.3755	24
15.69	2.7924				
22.48			0.0717	98.0963	25
23.42	3.3479				
16.53			0.0456	101.3986	26
26.99	3.8623				
26.21			1.2010	104.0600	27
17.95	3.1513				
16.24			0.8553	106.3560	7004
14.72	0.5955				
24.56			3.0125	103.9390	10004
32.35	1.6520				
42.02			1.4075	104.1836	10005
41.82	1.2932				
32.84			1.3564	104.1204	28
27.69	1.4186				
29.20			1.5262	104.0128	29
23.34	0.1871				
19.76			3.4150	100.7850	30
16.38	0.1286				
21.72			2.9790	97.9347	31
19.38	0.0454				
26.90			3.6535	94.3266	32
16.06	0.3250				
23.82			2.8788	91.7728	33
18.29	0.3138				
22.21			2.7755	89.3112	34
28.44	0.1269				
27.77			2.8823	86.5559	35
31.31	0.3179				
27.69			2.8936	83.9802	36
19.33	0.8509				
27.77			2.2902	82.5409	10003
27.04	0.0938				
32.41			3.5511	79.0837	37

Abbildung 38: Protokoll zum Liniennivellement Deponie - Seite 2

Strecke	Rück	Zwischen	Vor	Höhe	Punkt-Nr.
21.50	0.0548				
30.72			3.9166	75.2219	38
17.44	0.1313				
28.47			3.5430	71.8102	39
17.62	0.2357				
23.45			3.3742	68.6718	40
20.56	0.0335				
23.61			3.4792	65.2261	41
17.25	0.1457				
22.14			3.3848	61.9870	42
20.44	0.2731				
26.46			1.7042	60.5560	7001
37.71	1.5238				
46.35			1.7912	60.2887	43
35.75	1.4737				
32.00			1.3676	60.3948	10001
35.46	1.6536				
35.29			1.6105	60.4380	44
28.46	1.8365				
37.48			0.8180	61.4565	45
30.69	1.1995				
41.06			2.6971	59.9590	3080

Summe S-Gesamt = 3073.98 m Delta-h= -0.10899 m

Summe S-Rückblicke = 1482.81 m

Summe S-Vorblicke = 1591.17 m

Gesamtsumme aller Strecken (ohne Zwischenblicke) = 3073.98 m

Max. Abschlussfehler = 2.0 mm (Berechnung Nr. 1)

Mittelbildungsprotokoll

Punkt-Nr.	Dif.Höhe(mm)	Berechnungsnr.	Mittelbildung
10003	-3.0	1	0 - mitteln
10003	0.3	1	0 - mitteln
7001	-4.2	1	0 - mitteln
10001	-3.1	1	0 - mitteln

Abbildung 39: Protokoll zum Liniennivellement Deponie - Seite 3

Berechnungs-Nr.: 2

Ort Dessau - Campus FH Anhalt Gebäude 08
 Auftrag GDÜ07 - Nullmessung
 Linie/Zug Schleife Datum 28.04.2014
 Wetter sonnig Beobachter M. Rüster
 Nivellier DNA03 (158) Latte Invar
 Lattenteilung 1 cm Beobacht.folge RV RV(Z)

Bemerkung

Mittelbildung: mitteln - alt und neu werden gemittelt

Abschlussfehler = 0.0 mm Erlaubter Fehler F (3) = 4.0 mm

Strecke	Rück	Zwischen	Vor	Höhe	Punkt-Nr.
16.87	0.7675			60.7510	6026
25.91		0.7499		60.7686	6027
15.31			1.2699	60.2486	1
24.80	1.4085				
21.84			1.4062	60.2509	2
9.15	1.4424				
6.09		1.4826		60.2108	17001
6.59		1.5107		60.1826	17002
7.77		1.5132		60.1801	17003
7.33		1.4914		60.2019	17004
7.80		1.5000		60.1933	18001
8.21		1.5235		60.1698	18002
9.44		1.5254		60.1679	18003
9.09		1.4967		60.1966	18004
9.82			1.4215	60.2718	3
9.32	1.4823				
13.50		1.5433		60.2108	17001
13.76		1.5714		60.1827	17002
12.51		1.5740		60.1802	17003
12.23		1.5522		60.2019	17004
11.76		1.5608		60.1933	18001
12.07		1.5842		60.1699	18002
10.79		1.5863		60.1679	18003
10.47		1.5576		60.1965	18004
10.60			1.5966	60.1576	1035
16.78	1.5496				
10.86		1.0551		60.6521	6028
15.09			1.4986	60.2086	5
15.32	1.5385				
16.28			1.5188	60.2283	6
11.09	1.3899				
9.37		0.8498		60.7684	6027
13.51			1.3867	60.2315	7
17.99	1.3850				
16.55			0.8655	60.7510	6026

Summe S-Gesamt = 240.32 m Delta-h= 0.00003 m

Summe S-Rückblicke = 121.32 m

Summe S-Vorblicke = 119.00 m

Gesamtsumme aller Strecken (ohne Zwischenblicke) = 240.32 m

Max. Abschlussfehler = 0.0 mm (Berechnung Nr. 2)

Mittelbildungsprotokoll

Punkt-Nr.	Dif.Höhe(mm)	Berechnungsnr.	Mittelbildung
17001	0.1	2	0 - mitteln
17002	0.1	2	0 - mitteln
17003	0.0	2	0 - mitteln
17004	0.0	2	0 - mitteln
18001	0.0	2	0 - mitteln
18002	0.1	2	0 - mitteln
18003	0.0	2	0 - mitteln
18004	-0.1	2	0 - mitteln
6027	-0.1	2	0 - mitteln

Abbildung 40: Protokoll zur Setzungsmessung - Nullmessung und Nivellementschiene

Berechnungs-Nr.: 3

Ort Dessau - Campus FH Anhalt Gebäude 08
 Auftrag GDÜ07 - erste Wiederholungsmessung
 Linie/Zug Linie Datum 05.05.2014
 Wetter bewölkt Beobachter M. Rüster
 Nivellier DNA03 (158) Latte Invar
 Lattenteilung 1 cm Beobacht.folge RV RV(Z)
 Bemerkung DHHN92
 Mittelbildung: mitteln - alt und neu werden gemittelt

Abschlussfehler = -0.3 mm Erlaubter Fehler F (3) = 3.4 mm

Strecke	Rück	Zwischen	Vor	Höhe	Punkt-Nr.
11.00	0.7546			60.7510	6026
10.60			1.2416	60.2640	1
18.95	1.4085				
19.28			1.4011	60.2713	2
9.12	1.4651				
8.75		1.5277		60.2087	27001
9.13		1.5551		60.1813	27002
10.34		1.5551		60.1812	27003
9.98		1.5334		60.2029	27004
10.46		1.5447		60.1917	28001
10.79		1.5681		60.1683	28002
12.06		1.5699		60.1664	28003
11.74		1.5412		60.1951	28004
10.14			1.4541	60.2822	3
9.58	1.4896				
11.36		1.5631		60.2087	27001
11.67		1.5904		60.1814	27002
10.42		1.5906		60.1812	27003
10.09		1.5690		60.2029	27004
9.64		1.5802		60.1917	28001
9.97		1.6035		60.1683	28002
8.72		1.6055		60.1664	28003
8.35		1.5768		60.1951	28004
12.70			1.6144	60.1574	1035
12.65	1.5106				
11.04			1.0159	60.6521	6028

Summe S-Gesamt = 125.06 m Delta-h= -0.09865 m
 Summe S-Rückblicke = 61.30 m
 Summe S-Vorblicke = 63.76 m

Gesamtsumme aller Strecken (ohne Zwischenblicke) = 125.06 m
 Max. Abschlussfehler = -0.3 mm (Berechnung Nr. 3)

Mittelbildungsprotokoll

Punkt-Nr.	Dif.Höhe(mm)	Berechnungsnr.	Mittelbildung
27001	0.0	3	0 - mitteln
27002	0.1	3	0 - mitteln
27003	-0.1	3	0 - mitteln
27004	0.0	3	0 - mitteln
28001	0.0	3	0 - mitteln
28002	0.0	3	0 - mitteln
28003	-0.1	3	0 - mitteln
28004	-0.1	3	0 - mitteln
1035	-0.1	3	0 - mitteln

Abbildung 41: Protokoll zur Setzungsmessung - erste Wiederholungsmessung

Berechnungs-Nr.: 4

Ort Dessau - Campus FH Anhalt Gebäude 08
 Auftrag GDÜ07 - zweite Wiederholungsmessung
 Linie/Zug Linie Datum 12.05.2014
 Wetter bewölkt Beobachter M. Kermani
 Nivellier DNA03 (158) Latte Invar
 Lattenteilung 1 cm Beobacht.folge RV RV(Z)
 Bemerkung DHHN92
 Mittelbildung: mitteln - alt und neu werden gemittelt

Abschlussfehler = -0.2 mm Erlaubter Fehler F (3) = 3.4 mm

Strecke	Rück	Zwischen	Vor	Höhe	Punkt-Nr.
11.76	0.6643			60.7510	6026
11.69			1.1485	60.2668	1
21.60	1.3727				
18.18			1.3876	60.2518	2
9.26	1.4383				
9.50		1.4813		60.2087	37001
9.86		1.5089		60.1812	37002
11.08		1.5090		60.1810	37003
10.76		1.4872		60.2028	37004
11.23		1.4984		60.1916	38001
11.54		1.5218		60.1682	38002
12.82		1.5237		60.1663	38003
12.54		1.4949		60.1951	38004
8.25			1.4248	60.2652	3
12.27	1.4492				
11.43		1.5058		60.2086	37001
11.77		1.5335		60.1810	37002
10.55		1.5334		60.1811	37003
10.17		1.5117		60.2028	37004
9.72		1.5228		60.1916	38001
10.08		1.5465		60.1680	38002
8.87		1.5482		60.1663	38003
8.44		1.5194		60.1951	38004
12.74			1.5572	60.1573	1035
12.14	2.0016				
12.33			1.5067	60.6521	6028

Summe S-Gesamt = 130.22 m Delta-h= -0.09875 m
 Summe S-Rückblicke = 67.03 m
 Summe S-Vorblicke = 63.19 m

Gesamtsumme aller Strecken (ohne Zwischenblicke) = 130.22 m
 Max. Abschlussfehler = -0.2 mm (Berechnung Nr. 4)

Mittelbildungsprotokoll

Punkt-Nr.	Dif.Höhe(mm)	Berechnungsnr.	Mittelbildung
37001	-0.1	4	0 - mitteln
37002	-0.1	4	0 - mitteln
37003	0.1	4	0 - mitteln
37004	0.0	4	0 - mitteln
38001	0.0	4	0 - mitteln
38002	-0.2	4	0 - mitteln
38003	0.0	4	0 - mitteln
38004	-0.1	4	0 - mitteln
1035	-0.3	4	0 - mitteln

Abbildung 42: Protokoll zur Setzungsmessung - zweite Wiederholungsmessung

Berechnungs-Nr.: 5

Ort Dessau - Campus FH Anhalt Gebäude 08
 Auftrag GDÜ07 - dritte Wiederholungsmessung
 Linie/Zug Linie Datum 26.05.2014
 Wetter bewölkt Beobachter M. Rüster
 Nivellier DNA03 (158) Latte Invar
 Lattenteilung 1 cm Beobacht.folge RV RV(Z)
 Bemerkung DHHN92
 Mittelbildung: mitteln - alt und neu werden gemittelt

Abschlussfehler = -0.4 mm Erlaubter Fehler F (3) = 3.4 mm

Strecke	Rück	Zwischen	Vor	Höhe	Punkt-Nr.
10.77	0.6980			60.7510	6026
9.58			1.1815	60.2675	1
22.96	1.3796				
20.45			1.3982	60.2488	2
8.70	1.4373				
8.20		1.4774		60.2087	47001
8.60		1.5049		60.1812	47002
9.82		1.5049		60.1812	47003
9.43		1.4833		60.2028	47004
9.90		1.4941		60.1919	48001
10.25		1.5176		60.1685	48002
11.51		1.5193		60.1668	48003
11.18		1.4907		60.1954	48004
9.42			1.4288	60.2572	3
10.52	1.4568				
12.16		1.5051		60.2089	47001
12.47		1.5325		60.1815	47002
11.23		1.5327		60.1813	47003
10.88		1.5110		60.2030	47004
10.42		1.5220		60.1920	48001
10.77		1.5455		60.1685	48002
9.54		1.5473		60.1667	48003
9.14		1.5186		60.1953	48004
12.00			1.5564	60.1576	1035
11.63	2.0180				
12.75			1.5234	60.6521	6028

Summe S-Gesamt = 128.78 m Delta-h= -0.09851 m
 Summe S-Rückblicke = 64.58 m
 Summe S-Vorblicke = 64.20 m

Gesamtsumme aller Strecken (ohne Zwischenblicke) = 128.78 m
 Max. Abschlussfehler = -0.4 mm (Berechnung Nr. 5)

Mittelbildungsprotokoll

Punkt-Nr.	Dif.Höhe(mm)	Berechnungsnr.	Mittelbildung
47001	0.2	5	0 - mitteln
47002	0.2	5	0 - mitteln
47003	0.2	5	0 - mitteln
47004	0.2	5	0 - mitteln
48001	0.1	5	0 - mitteln
48002	0.0	5	0 - mitteln
48003	-0.1	5	0 - mitteln
48004	-0.1	5	0 - mitteln
1035	0.1	5	0 - mitteln

Abbildung 43: Protokoll zur Setzungsmessung - dritte Wiederholungsmessung

Nigra - Nivellement, Version 5.1
Projekt: Setzungsmessung

26.05.2014 Seite: 1

Datum:	28.04.2014	05.05.2014		12.05.2014				26.05.2014			
	HS160	DHHN92		DHHN92				DHHN92			
Punktnr.	1. Messung			2. Messung			3. Messung			4. Messung	
	Höhe ü. NHN	Höhe ü. NHN	D 2-1	Höhe ü. NHN	D 3-2	D 3-1	Höhe ü. NHN	D 4-3	D 4-1		
	m	m	mm	m	mm	mm	m	mm	mm		
7001	60.2108	60.2087	-2.1	60.2087	0.0	-2.1	60.2088	0.1	-2.0		
7002	60.1827	60.1813	-1.4	60.1811	-0.2	-1.6	60.1813	0.2	-1.4		
7003	60.1802	60.1812	1.0	60.1810	-0.2	0.8	60.1813	0.3	1.1		
7004	60.2019	60.2029	1.0	60.2028	-0.1	0.9	60.2029	0.1	1.0		
8001	60.1933	60.1917	-1.6	60.1916	-0.1	-1.7	60.1920	0.4	-1.3		
8002	60.1699	60.1683	-1.6	60.1681	-0.2	-1.8	60.1685	0.4	-1.4		
8003	60.1679	60.1664	-1.5	60.1663	-0.1	-1.6	60.1667	0.4	-1.2		
8004	60.1966	60.1951	-1.5	60.1951	0.0	-1.5	60.1954	0.3	-1.2		

Die Differenz zur Messung 1 bezieht sich immer auf die erste Messung des jeweiligen Punktes (D = letzte - Nullmessung), die Differenz zur Messung n-1 bezieht sich immer auf die vorletzte Messung (D = letzte - vorletzte Messung)

Abbildung 44: Protokoll zur Setzungsmessung - Setzungsverlauf

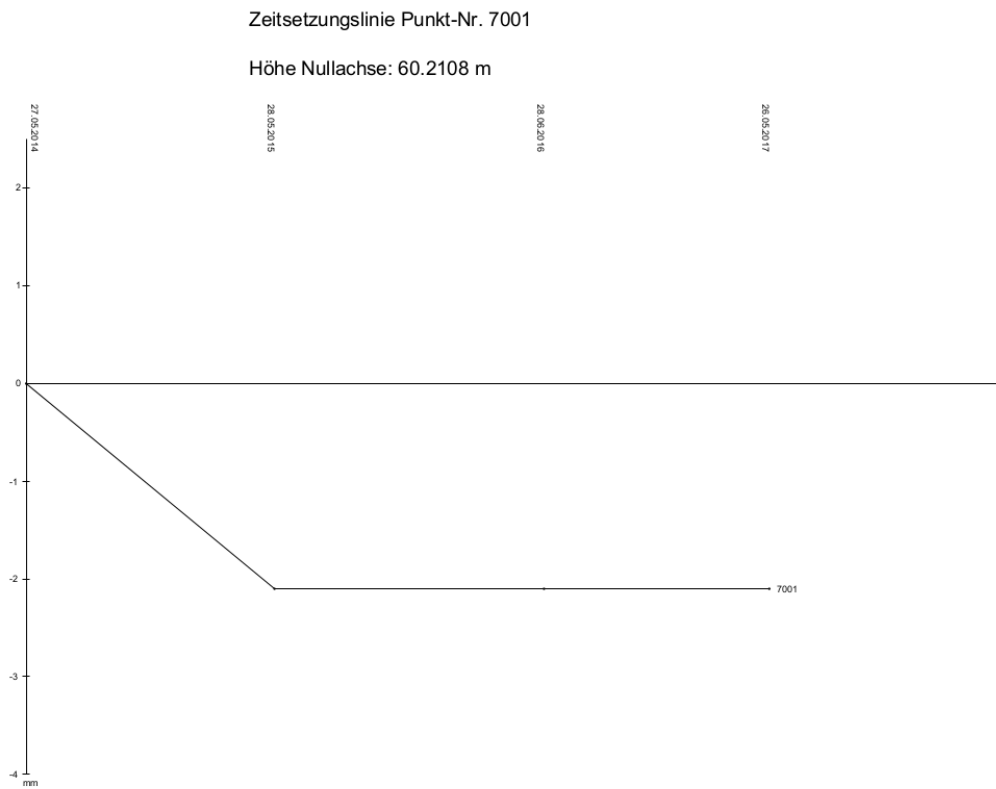


Abbildung 45: Setzungsverlauf für Punkt 7001



Abbildung 46: Setzungsverlauf für Punkt 7002



Abbildung 47: Setzungsverlauf für Punkt 7003

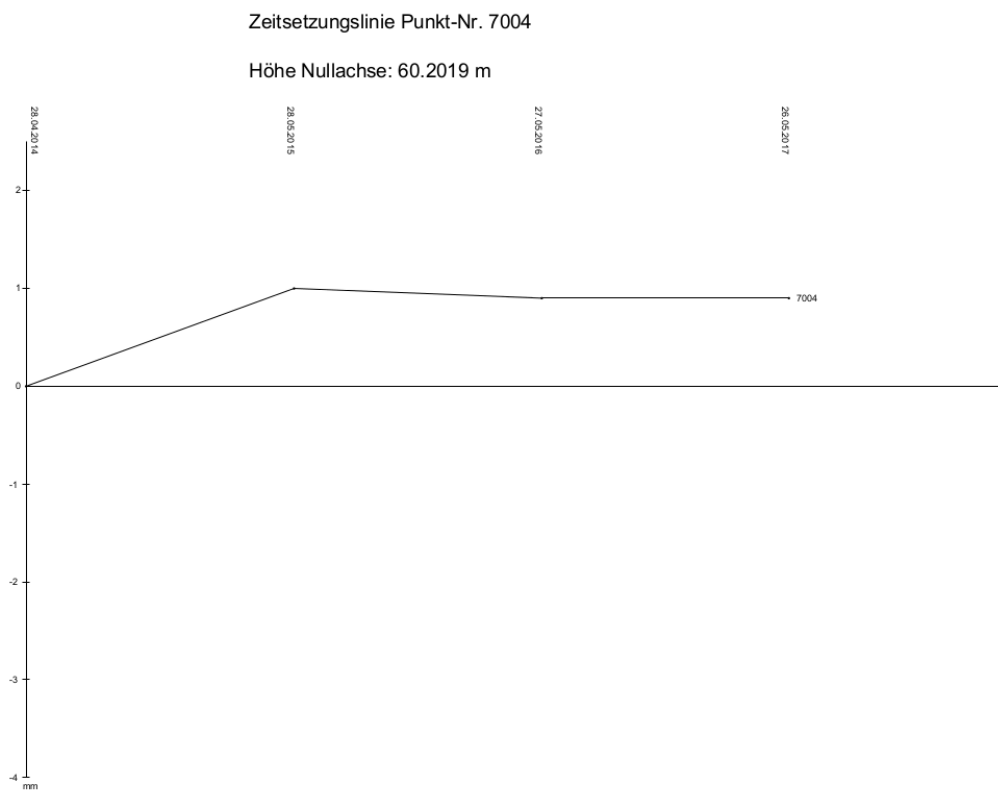


Abbildung 48: Setzungsverlauf für Punkt 7004

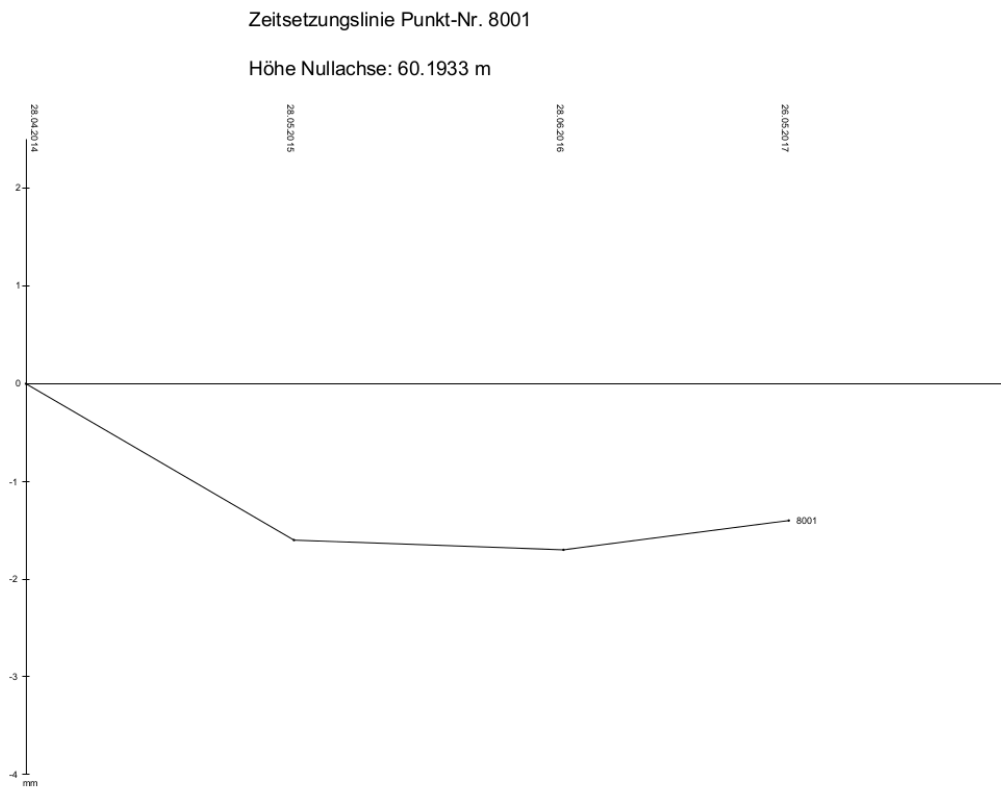


Abbildung 49: Setzungsverlauf für Punkt 8001

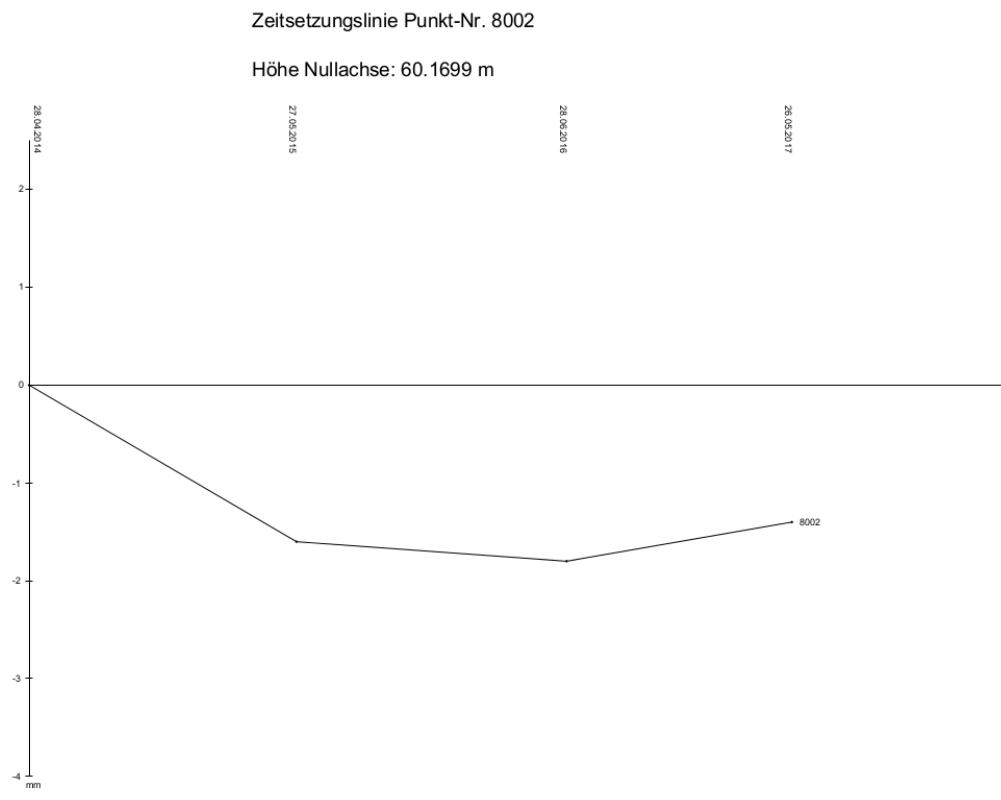


Abbildung 50: Setzungsverlauf für Punkt 8002

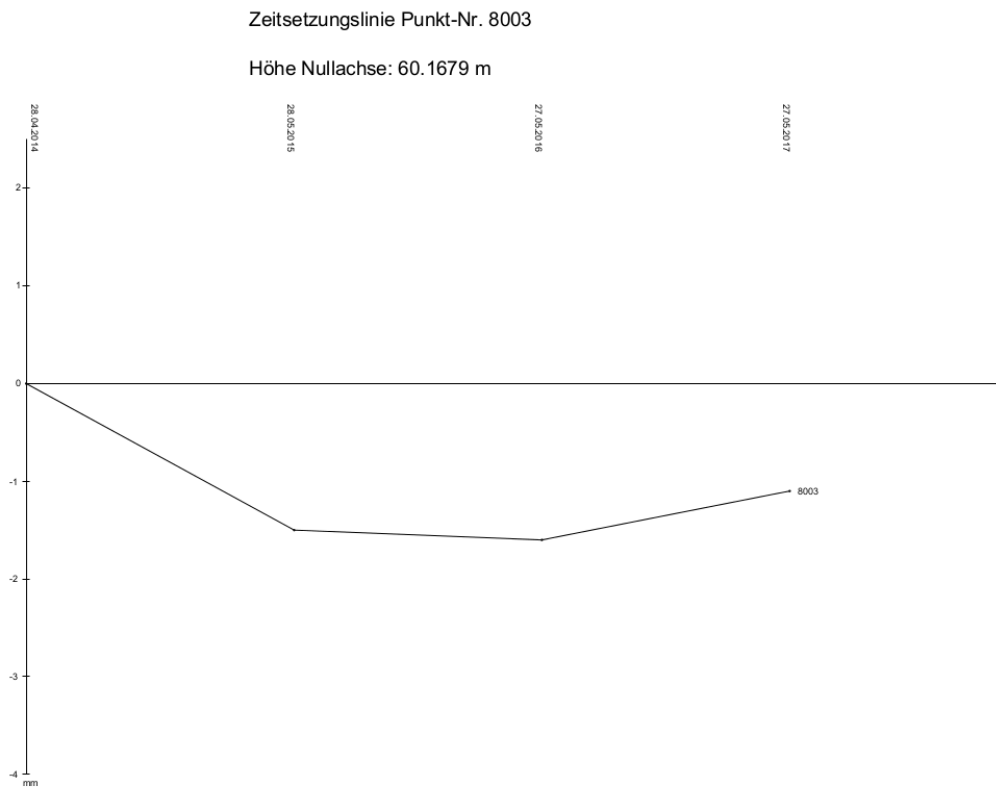


Abbildung 51: Setzungsverlauf für Punkt 8003

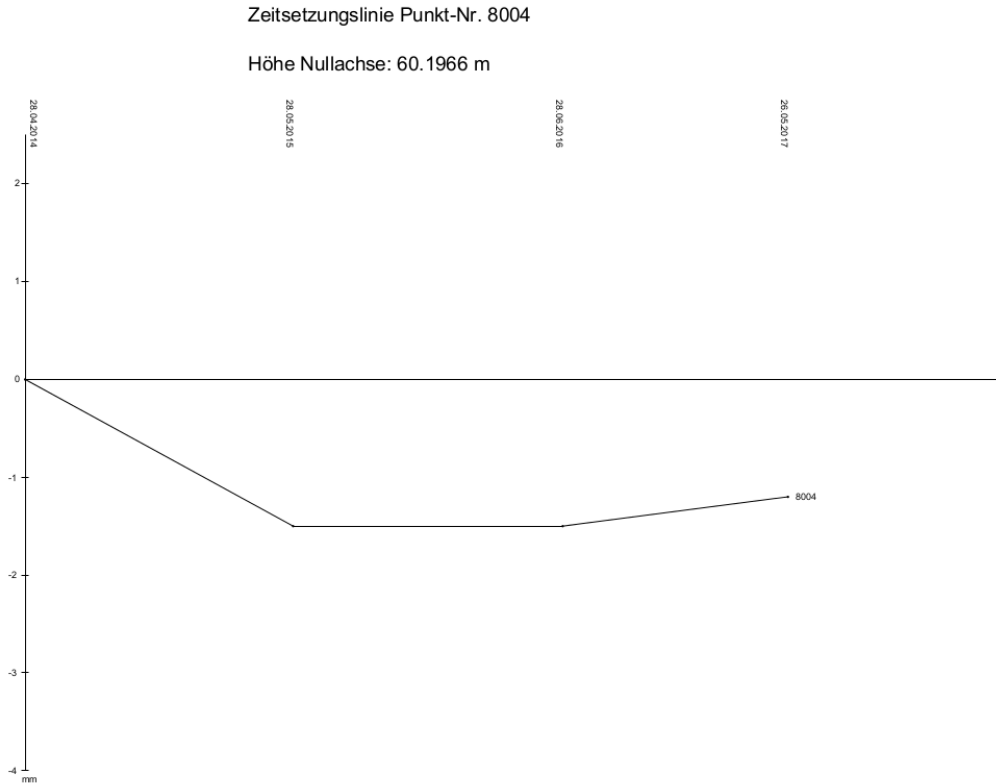


Abbildung 52: Setzungsverlauf für Punkt 8004

* POLYGONZUG IN LAGE *****

Typ des Polygonzuges : Beidseitig angeschlossen
 Reduktion der Messwerte: Keine Reduktion
 Verteilung von fy, fx : Streckenproportional

===== ABRISSE =====

Stand-/Zielpunkt	Rechtswert	Hochwert	RiWi	Richtung	Orientiert	Querabw (mm)
1042	4516097.938	5745755.107	Orientierungswinkel: 343.4505			
1043	4516111.964	5745797.017	20.5605	77.1100	420.5605	0
1035	4515993.198	5745841.119	Orientierungswinkel: 270.9904			
1034	4515935.713	5745859.496	319.6983	48.7080	319.6983	0

===== POLYGONZUG =====

Polygonpunktname	Richt.winkel Brech.winkel	Hz-Entfernung	Delta-Rechts Rechtswert (m)	Delta-Hoch Hochwert (m)
1042	343.4505 <=== 385.2332 +21		4516097.938 <===	5745755.107 <===
10000	328.6858 175.0367 +21	35.737	-32.170 -1 4516065.767	15.564 +0 5745770.670
1039	303.7246 296.4122 +21	35.992	-35.930 -1 4516029.836	2.105 +0 5745772.774
1037	0.1389 121.0825 +21	55.617	0.121 -1 4516029.956	55.617 -1 5745828.390
1035	321.2234 149.7649 +21	38.899	-36.758 -1 4515993.198 <===	12.729 +0 5745841.119 <===
Abgleich:	270.9904 <=== 270.9801 Ist	166.245	4515993.201 Ist	5745841.121 Ist
Zulässig:	0.0103 = fB (0.0907 gon)	0.003 = fs (0.195 m)	-0.003 = fy 0.001 = fL (0.127 m)	-0.002 = fx -0.003 = fQ (0.148 m)

Abbildung 53: CAPLAN-Protokoll zum Polygonzug

* REDUKTION POLARER ROHMESSDATEN *****

Rohmessdaten von Datei M:\...tikum\08_Festpunktfeld\Polygonzug\POLY03 - korrigiert.Z

Verwendete Instrumente -----

Nr	Bezeichnung	Datum	Add.k. (mm)	Maßstab (mm/km)	Zykl. K11	Ampl.(mm) K21	K12	K22	Bauhöhen (mm)			Index (gon)
									H1	H2	H3	
00		01/50	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0.00000

Verwendete Prismen -----

Nr	Typ des Prismas	Add.k. (mm)	Bauhöhen (mm)			Anzahl Prismen	Name
			T1	T2	T3		
00	Prisma / Zielzeichen	0.0	0	0	0	1	

Refraktionskoeffizient k: 0.13

STANDPUNKT 1035

Richtungsreduktion -----

Zielpunktname	Lage I	Lage II **	Drehung	gedreht	endgültig	Stdabw (mgon)
1037	250.23460		0.00000	250.23460	250.23460	
1034	48.70820		0.00000	48.70820	48.70820	
						0.00
1037		50.23560	199.99990	250.23550	250.23505 <==	
1034		248.70780	199.99990	48.70770	48.70795 <==	
						0.67

Reduktion der Entfernungen -----

Zielpunktname	In-Pr	I-Höhe	Z-Höhe	gemessen	I+M-Korr	H-Korr	Entfernung	Stdabw (cm)
1037	00 00	0.000	0.000	38.906	0.0000	-0.0073	38.8987	
1037	00 00	0.000	0.000	38.907	0.0000	-0.0073	38.8997	
							38.8992	0.05
1034	00 00	0.000	0.000	60.355	0.0000	-0.0007	60.3543	
1034	00 00	0.000	0.000	60.354	0.0000	-0.0007	60.3533	
							60.3538	0.05

Zenitwinkel und Delta-H -----

Zielpunktname	In-Pr	I-Höhe	Z-Höhe	Zenitw.	beob/verb.	Ref/Ek	Delta-H	Stdabw (cm)
1037	00 00	0.000	0.000	98.76420	98.76420	0.000	0.755	
1037	00 00	0.000	0.000	301.23030	98.76970	0.000	0.752	
							0.754	0.17
1034	00 00	0.000	0.000	100.31020	100.31020	0.000	-0.294	
1034	00 00	0.000	0.000	299.68380	100.31620	0.000	-0.300	
							-0.297	0.28

Abbildung 54: Protokoll zu den Stationierungen im Polygonzug (Standpunkt 1035)

STANDPUNKT 1037

=====

Richtungsreduktion -----

Zielpunktname	Lage I	Lage II **	Drehung	gedreht	endgültig	Stdabw (mgon)
1039	161.94380		0.00000	161.94380	161.94380	
1035	283.02970		0.00000	283.02970	283.02970	
						0.00
1039		361.94690	199.99953	161.94643	161.94511	<==
1035		83.02590	199.99953	283.02543	283.02756	<==
						3.35

Reduktion der Entfernungen -----

Zielpunktname	In-Pr	I-Höhe	Z-Höhe	gemessen	I+M-Korr	H-Korr	Entfernung	Stdabw (cm)
1039	00 00	0.000	0.000	55.617	0.0000	0.0000	55.6170	
1039	00 00	0.000	0.000	55.617	0.0000	0.0000	55.6170	
							55.6170	0.00
1035	00 00	0.000	0.000	38.906	0.0000	-0.0073	38.8987	
1035	00 00	0.000	0.000	38.907	0.0000	-0.0073	38.8997	
							38.8992	0.05

Zenitwinkel und Delta-H -----

Zielpunktname	In-Pr	I-Höhe	Z-Höhe	Zenitw.	beob/verb.	Ref/Ek	Delta-H	Stdabw (cm)
1039	00 00	0.000	0.000	100.04990	100.04990	0.000	-0.043	
1039	00 00	0.000	0.000	299.94590	100.05410	0.000	-0.047	
							-0.045	0.18
1035	00 00	0.000	0.000	101.23060	101.23060	0.000	-0.752	
1035	00 00	0.000	0.000	298.76080	101.23920	0.000	-0.757	
							-0.755	0.26

Abbildung 55: Protokoll zu den Standpunkten im Polygonzug (Standpunkt 1037)

STANDPUNKT 1039

=====

Richtungsreduktion -----

Zielpunktname	Lage I	Lage II **	Drehung	gedreht	endgültig	Stdabw (mgon)
10000	199.45370		0.00000	199.45370	199.45370	
1037	95.86810		0.00000	95.86810	95.86810	
						0.00
10000		399.45780	199.99868	199.45648	199.45509	<==
1037		295.86790	199.99868	95.86658	95.86734	<==
						2.06

Reduktion der Entfernungen -----

Zielpunktname	In-Pr	I-Höhe	Z-Höhe	gemessen	I+M-Korr	H-Korr	Entfernung	Stdabw (cm)
10000	00 00	0.000	0.000	35.992	0.0000	-0.0003	35.9917	
10000	00 00	0.000	0.000	35.992	0.0000	-0.0003	35.9917	
							35.9917	0.00
1037	00 00	0.000	0.000	55.617	0.0000	0.0000	55.6170	
1037	00 00	0.000	0.000	55.617	0.0000	0.0000	55.6170	
							55.6170	0.00

Zenitwinkel und Delta-H -----

Zielpunktname	In-Pr	I-Höhe	Z-Höhe	Zenitw.	beob/verb.	Ref/Ek	Delta-H	Stdabw (cm)
10000	00 00	0.000	0.000	99.72390	99.72390	0.000	0.156	
10000	00 00	0.000	0.000	300.27190	99.72810	0.000	0.154	
							0.155	0.12
1037	00 00	0.000	0.000	99.94590	99.94590	0.000	0.047	
1037	00 00	0.000	0.000	300.05200	99.94800	0.000	0.046	
							0.047	0.09

Abbildung 56: Protokoll zu den Standpunkten im Polygonzug (Standpunkt 1039)

STANDPUNKT 1042

=====

Richtungsreduktion -----

Zielpunktname	Lage I	Lage II **	Drehung	gedreht	endgültig	Stdabw (mgon)
1043	77.10960		0.00000	77.10960	77.10960	
10000	385.23370		0.00000	385.23370	385.23370	
						0.00
1043		277.11160	199.99872	77.11032	77.10996	<==
10000		185.23400	199.99872	385.23272	385.23321	<==
						0.84

Reduktion der Entfernungen -----

Zielpunktname	In-Pr	I-Höhe	Z-Höhe	gemessen	I+M-Korr	H-Korr	Entfernung	Stdabw (cm)
1043	00 00	0.000	1.400	44.194	0.0000	0.0000	44.1940	
1043	00 00	0.000	1.400	44.194	0.0000	0.0000	44.1940	
							44.1940	0.00
10000	00 00	0.000	0.000	35.738	0.0000	-0.0002	35.7378	
10000	00 00	0.000	0.000	35.738	0.0000	-0.0002	35.7378	
							35.7378	0.00

Zenitwinkel und Delta-H -----

Zielpunktname	In-Pr	I-Höhe	Z-Höhe	Zenitw.	beob/verb.	Ref/Ek	Delta-H	Stdabw (cm)
1043	00 00	0.000	1.400	99.98390	99.98390	0.000	-1.389	
1043	00 00	0.000	1.400	300.01080	99.98920	0.000	-1.392	
							-1.391	0.18
10000	00 00	0.000	0.000	99.77530	99.77530	0.000	0.126	
10000	00 00	0.000	0.000	300.22200	99.77800	0.000	0.125	
							0.125	0.08

Abbildung 57: Protokoll zu den Standpunkten im Polygonzug (Standpunkt 1042)

STANDPUNKT 10000

=====

Richtungsreduktion -----

Zielpunktname	Lage I	Lage II **	Drehung	gedreht	endgültig	Stdabw (mgon)
1042	242.26060		0.00000	242.26060	242.26060	
1039	17.29410		0.00000	17.29410	17.29410	
						0.00
1042		42.25610	200.00128	242.25738	242.25899	<==
1039		217.29600	200.00128	17.29728	17.29569	<==
						3.20

Reduktion der Entfernungen -----

Zielpunktname	In-Pr	I-Höhe	Z-Höhe	gemessen	I+M-Korr	H-Korr	Entfernung	Stdabw (cm)
1042	00 00	0.000	0.000	35.737	0.0000	-0.0002	35.7368	
1042	00 00	0.000	0.000	35.737	0.0000	-0.0002	35.7368	
							35.7368	0.00
1039	00 00	0.000	0.000	35.992	0.0000	-0.0003	35.9917	
1039	00 00	0.000	0.000	35.993	0.0000	-0.0003	35.9927	
							35.9922	0.05

Zenitwinkel und Delta-H -----

Zielpunktname	In-Pr	I-Höhe	Z-Höhe	Zenitw.	beob/verb.	Ref/Ek	Delta-H	Stdabw (cm)
1042	00 00	0.000	0.000	100.22520	100.22520	0.000	-0.126	
1042	00 00	0.000	0.000	299.76790	100.23210	0.000	-0.130	
							-0.128	0.19
1039	00 00	0.000	0.000	100.26910	100.26910	0.000	-0.152	
1039	00 00	0.000	0.000	299.72990	100.27010	0.000	-0.153	
							-0.152	0.03

* VERGLEICH MEHRFACH GEMESSENER STRECKEN UND DELTA-H *****

Mittelwert und Standardabweichung werden fortlaufend berechnet.

H = Hinmessung, R = Rückmessung

Standpunktname	Zielpunktname	H/R	Strecke (m)	Mittel (m)	Std. (mm)	Delta-H (m)	Mittel (m)	Std. (mm)
1035	1037	H	38.899			0.754		
		R	38.899	38.899	0	-0.755	0.754	0
1037	1039	H	55.617			-0.045		
		R	55.617	55.617	0	0.047	-0.046	1
1039	10000	H	35.992			0.155		
		R	35.992	35.992	0	-0.152	0.154	1
1042	10000	H	35.738			0.125		
		R	35.737	35.737	1	-0.128	0.127	1

Abbildung 58: Protokoll zu den Standpunkten im Polygonzug (Standpunkt 10000)

Berechnungs-Nr.: 1

Ort FH Anhalt, Campus Dessau
 Auftrag Nivellement Festpunktfeld
 Linie/Zug Linie Datum 23.05.2014
 Wetter bewölkt Beobachter M. Rüster
 Nivellier DNA03 Latte Standard
 Lattenteilung 1 cm Beobacht.folge RV RV(Z)
 Bemerkung DHHN92

Mittelbildung: mitteln - alt und neu werden gemittelt

Abschlussfehler = 0.2 mm Erlaubter Fehler F (3) = 4.4 mm

Strecke	Rück	Zwischen	Vor	Höhe	Punkt-Nr.
30.31	1.2617			61.0604	6024
30.19			1.4682	60.8540	1042
21.83	1.2547				
22.28			1.0068	61.1019	1043
25.03	1.3265				
28.11			1.5453	60.8831	10000
14.44	1.6162				
13.37			1.3839	61.1154	1
16.55	1.4003				
24.00			1.5251	60.9907	1037
26.61	1.5023				
28.93			1.6647	60.8283	1039
24.47	1.2387				
27.48			1.7046	60.3624	3
13.31	1.2567				
12.99			0.9672	60.6520	6028

Summe S-Gesamt = 359.90 m Delta-h= -0.40864 m
 Summe S-Rückblicke = 172.55 m
 Summe S-Vorblicke = 187.35 m

Gesamtsumme aller Strecken (ohne Zwischenblicke) = 359.90 m
 Max. Abschlussfehler = 0.2 mm (Berechnung Nr. 1)

Abbildung 59: Protokoll zum Nivellement über die Punkte des Polygonzuges

+=====+											
Neupunkt:		1	4516063.104	5745779.972	62.656						
Standardabweichungen sx...sz :			0.002	0.002	0.001						
+-----+											
Anschluss:		1039	4516029.836	5745772.774	60.828						
Anschluss:		1037	4516029.956	5745828.390	60.991						
Anschluss:		1043	4516111.964	5745797.017	61.104						
Anschluss:		1042	4516097.938	5745755.107	60.855						
+-----	Von Punkt	-----	Nach Punkt	--	Element	-	Gemessen	Reduziert	Gerechnet	Diff.	---+
	1		1039		Strecke		34.042		34.037	0.005	
	1		1037		Strecke		58.675		58.678	-0.003	
	1		1043		Strecke		51.746		51.749	-0.003	
	1		1042		Strecke		42.799		42.798	0.001	
	1		1039		Richtung		286.4313		286.4357	-0.0035	
	1		1037		Richtung		361.7862		361.7826	0.0046	
	1		1043		Richtung		78.6270		78.6312	-0.0033	
	1		1042		Richtung		139.4672		139.4661	0.0021	
	1		1039		Delta-H		-1.826		-1.828	0.002	
	1		1037		Delta-H		-1.667		-1.665	-0.002	
	1		1043		Delta-H		-1.552		-1.552	0.000	
	1		1042		Delta-H		-1.801		-1.801	-0.001	
+=====+											
Neupunkt:		2	4516055.445	5745777.194	62.573						
Standardabweichungen sx...sz :			0.001	0.001	0.004						
+-----+											
Anschluss:		1037	4516029.956	5745828.390	60.991						
Anschluss:		1042	4516097.938	5745755.107	60.855						
Anschluss:		1039	4516029.836	5745772.774	60.828						
+-----	Von Punkt	-----	Nach Punkt	--	Element	-	Gemessen	Reduziert	Gerechnet	Diff.	---+
	2		1037		Strecke		57.193		57.190	0.003	
	2		1042		Strecke		47.892		47.890	0.002	
	2		1039		Strecke		25.988		25.988	0.000	
	2		1037		Richtung		370.5856		370.5915	0.0004	
	2		1042		Richtung		130.5114		130.5171	0.0006	
	2		1039		Richtung		289.1118		289.1191	-0.0010	
	2		1037		Delta-H		-1.575		-1.582	0.007	
	2		1042		Delta-H		-1.724		-1.717	-0.007	
	2		1039		Delta-H		-1.744		-1.744	0.000	

Abbildung 60: Protokoll zu den Stationierungen am 26.05.2014 und 02.06.2014

+=====+								
	Neupunkt:	3		4516094.274	5745785.306	62.525		
	Standardabweichungen sx...sz :			0.002	0.002	0.001		
+-----+								
	Anschluss:	10000		4516065.767	5745770.670	60.883		
	Anschluss:	1043		4516111.964	5745797.017	61.104		
	Anschluss:	1042		4516097.938	5745755.107	60.855		
+-----	Von Punkt	-----	Nach Punkt	-- Element	- Gemessen	Reduziert	Gerechnet	Diff. ---+
	3		10000	Strecke	32.045		32.045	0.000
	3		1043	Strecke	21.216		21.216	0.000
	3		1042	Strecke	30.428		30.421	0.007
	3		10000	Richtung	269.8067		269.8040	0.0043
	3		1043	Richtung	62.7680		62.7719	-0.0024
	3		1042	Richtung	192.3109		192.3144	-0.0019
	3		10000	Delta-H	-1.642		-1.641	-0.001
	3		1043	Delta-H	-1.418		-1.421	0.003
	3		1042	Delta-H	-1.671		-1.669	-0.002
+=====+								
	Neupunkt:	4		4516077.946	5745805.284	62.862		
	Standardabweichungen sx...sz :			0.002	0.002	0.002		
+-----+								
	Anschluss:	10000		4516065.767	5745770.670	60.883		
	Anschluss:	1037		4516029.956	5745828.390	60.991		
	Anschluss:	1043		4516111.964	5745797.017	61.104		
+-----	Von Punkt	-----	Nach Punkt	-- Element	- Gemessen	Reduziert	Gerechnet	Diff. ---+
	4		10000	Strecke	36.696		36.694	0.002
	4		1037	Strecke	53.269		53.263	0.006
	4		1043	Strecke	35.006		35.008	-0.002
	4		10000	Richtung	221.5348		221.5389	-0.0041
	4		1037	Richtung	328.5690		328.5667	0.0023
	4		1043	Richtung	115.1776		115.1757	0.0019
	4		10000	Delta-H	-1.976		-1.979	0.002
	4		1037	Delta-H	-1.874		-1.871	-0.003
	4		1043	Delta-H	-1.758		-1.758	0.001

Abbildung 61: Protokoll zu den Stationierungen am 04.06.2014

+=====+								
	Neupunkt:	5		4516041.400	5745799.211	62.482		
	Standardabweichungen sx...sz :			0.001	0.002	0.000		
+-----+								
	Anschluss:	1037		4516029.956	5745828.390	60.991		
	Anschluss:	1039		4516029.836	5745772.774	60.828		
	Anschluss:	10000		4516065.767	5745770.670	60.883		
+-----	Von Punkt	-----	Nach Punkt	-- Element	- Gemessen	Reduziert	Gerechnet	Diff. ---+
	5		1037	Strecke	31.344		31.343	0.001
	5		1039	Strecke	28.856		28.855	0.001
	5		10000	Strecke	37.533		37.528	0.005
	5		1037	Richtung	376.2054		376.2062	-0.0009
	5		1039	Richtung	226.2532		226.2501	0.0030
	5		10000	Richtung	155.0092		155.0113	-0.0021
	5		1037	Delta-H	-1.491		-1.491	0.000
	5		1039	Delta-H	-1.653		-1.653	0.000
	5		10000	Delta-H	-1.599		-1.599	0.000
+=====+								
	Neupunkt:	6		4516077.623	5745788.001	62.729		
	Standardabweichungen sx...sz :			0.001	0.001	0.001		
+-----+								
	Anschluss:	1043		4516111.964	5745797.017	61.104		
	Anschluss:	1042		4516097.938	5745755.107	60.855		
	Anschluss:	10000		4516065.767	5745770.670	60.883		
+-----	Von Punkt	-----	Nach Punkt	-- Element	- Gemessen	Reduziert	Gerechnet	Diff. ---+
	6		1043	Strecke	35.502		35.506	-0.003
	6		1042	Strecke	38.663		38.662	0.001
	6		10000	Strecke	20.995		20.998	-0.003
	6		1043	Richtung	83.6544		83.6546	0.0005
	6		1042	Richtung	164.7782		164.7789	0.0001
	6		10000	Richtung	238.1933		238.1947	-0.0007
	6		1043	Delta-H	-1.626		-1.625	-0.001
	6		1042	Delta-H	-1.874		-1.874	0.000
	6		10000	Delta-H	-1.845		-1.846	0.001

Abbildung 62: Protokoll zu den Stationierungen am 11.06.2014