

IN DUBIO PRO GEO – EINE UNIVERSELLE GEODÄTISCHE CLOUD COMPUTING SOFTWARE – STAND 2018

von Rüdiger Lehmann, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

ruediger.lehmann@htw-dresden.de

1 Einleitung

Die vielfältigsten Softwareprodukte werden für Geodäten angeboten:

- von Open Source und Freeware Produkten bis zu kommerziellen Softwarepaketen,
- von schlanken Tools für nur ein einzelnes Problem bis zu komplexen Allzweck-Produkten,
- von selbsterklärenden Einsteiger-Angeboten bis zu Produkten, die nur vom Fachmann bedient werden können.

Aktuell vollzieht sich im IT-Bereich die Entwicklung zur Auslagerung von Daten und Diensten auf Internet-Cloudserver, auf die flexibel von verschiedenen Plattformen und von überall, auch mobil, zugegriffen werden kann. Auf diesem Gebiet besteht in der Geodäsie z.Z. noch Nachholbedarf.

An der HTW Dresden wird unter dem Namen IN DUBIO PRO GEO weltweit einmalig ein geodätisches Softwareprodukt geschaffen, welches von Anfang an auf Cloud-Computing ausgerichtet ist (www.in-dubio-pro-geo.de). Dadurch kann es weltweit überall benutzt werden, wo eine Internet-Verbindung besteht. Das wird in naher Zukunft überall sein. Damit entfällt für den Nutzer das lästige Installieren von Updates, denn allein der Cloudserver-Administrator kümmert sich darum. Außerdem entfällt das Synchronisieren von Datenbeständen zwischen unterschiedlichen Speichermedien, denn die Daten liegen allein auf dem Cloudspeicher und werden durch den Cloudserver-Administrator gesichert (Rittinghouse & Ransome 2016).

IN DUBIO PRO GEO versucht außerdem, wissenschaftliche Korrektheit und Aktualität mit Benutzerfreundlichkeit und Transparenz auch für Einsteiger zu verbinden. Die Benutzeroberfläche wurde möglichst intuitiv gestaltet, so dass keine dicken Handbücher zu wälzen sind. Für den Fall der Fälle steht eine kontext-abhängige Online-Hilfe zur Verfügung. Mehrere Tutorien erläutern die Funktionsweise von IN DUBIO PRO GEO anhand von Praxisbeispielen. Durch den Einsatz des Softwareprodukts in der Hochschullehre der HTW Dresden im Studiengang Geomatik werden Probleme des einsteigenden Anwenders erkannt und sofort behoben.

IN DUBIO PRO GEO greift auf Daten in einem frei konfigurierbaren CSV-Format zu, ist also nicht auf Daten bestimmter Hersteller geodätischer Instrumente beschränkt.

Die Grundidee von IN DUBIO PRO GEO besteht darin, auf die vom Nutzer hochgeladenen bzw. eingegebenen Daten die fortschrittlichsten Algorithmen anzuwenden (Lehmann 2015, 2017). Im Ergebnis erhält der Nutzer eine Art Gesamtanalyse der Daten, aus der er die für seinen Zweck relevanten Teile entnehmen kann. Die verschiedenen IN DUBIO PRO GEO Apps sind miteinander verknüpft, so dass die

Ergebnisse einer Berechnung als Startgrößen einer nachgeschalteten Berechnung verwendet werden können, wenn das sinnvoll ist.

Trotz der vielen Vorteile ist IN DUBIO PRO GEO kostenlos, werbefrei und verlangt vom Nutzer keine Registrierung.

Die Funktionsweise von IN DUBIO PRO GEO wird in diesem Text anhand eines Beispielprojekts erläutert, das die Vorzüge der Software veranschaulicht.



Abbildung 1: Logo von www.in-dubio-pro-geo.de

2 Ein Beispielprojekt: Zylinder durch sieben Punkte

2.1 Aufgabe

Auf einem schräg im Raum liegenden Zylinder wurden tachymetrisch 7 Punkte gemessen,

- drei Punkte A,B,C auf der Grundfläche,
- drei Punkte D,E,F auf der Mantelfläche und
- ein Punkt G auf der Deckfläche.

Die vier Punkte A,B,C,D wurden vom Standpunkt 1 gemessen, die vier Punkte D,E,F,G vom Standpunkt 2. Außerdem erfolgte eine gegenseitige Messung zwischen den Standpunkten 1 und 2. Auf jedem Standpunkt liegen vier Sätze von polaren tachymetrischen Messwerten vor: Horizontalrichtungen, Zenitwinkel, Schrägdistanzen. Die Messwerte finden Sie in Tabelle 1.

Die Abmessungen des Zylinders sollen berechnet werden.

2.2 Standpunktberechnungen

Zuerst benutzt man das IN DUBIO PRO GEO Modul „Satzmessungen“ und lädt die Messwertdatei von Standpunkt 1 hoch. Das geschieht mittels HTTP-Upload. Das Format der Messwert-Datei muss konfiguriert werden. Dann kann die Satzmittelbildung erfolgen. Die Satzmittel werden in das IN DUBIO PRO GEO Modul „Universalrechner“ übertragen. Hier wird ein Standpunktkoordinatensystem beliebig festgelegt:

- Dem Standpunkt werden beliebige lokale Koordinaten x_1, y_1, z_1 zugewiesen, z.B. $x_1 = y_1 = z_1 = 100,000$.
- Die Instrumentenhöhe ih_1 wird auf einen beliebigen Wert gesetzt, z.B. $ih_1 = 0,000$.
- Die Orientierung der x- und y-Achse wird durch einen beliebigen Orientierungswinkel o_1 festgelegt, z.B. $o_1 = 0,000$.

Tabelle 1: Satzmessungen am Zylinder. Links: Standpunkt 1, Zielpunkte A,B,C,D,2. Rechts: Standpunkt 2, Zielpunkte D,E,F,G,1. r = Horizontalrichtung, v = Zenitwinkel, s = Schrägdistanz

1	r [gon]	v [gon]	s [m]	2	r [gon]	v [gon]	s [m]
A	127,4547	94,5983	4,8091	D	300,3634	119,3460	6,2086
B	134,5211	100,3362	4,7751	E	302,2689	97,9085	5,9853
C	139,6308	100,6635	4,4962	F	316,4178	84,8461	6,7718
D	166,8181	83,9292	6,1726	G	330,5576	90,1807	5,9655
2	195,1834	80,4643	11,2540	1	271,7267	119,5357	11,2540
A	327,4601	305,4046	4,8118	D	100,3682	280,6616	6,2179
B	334,5234	299,6735	4,7830	E	102,2707	302,0955	5,9894
C	339,6379	299,3418	4,4995	F	116,4211	315,1594	6,7809
D	366,8260	316,0753	6,1806	G	130,5671	309,8242	5,9685
2	395,1842	319,5359	11,2590	1	71,7317	280,4657	11,2621
A	127,4562	94,6004	4,8107	D	300,3636	119,3530	6,2149
B	134,5307	100,3408	4,7837	E	302,2767	97,9145	5,9874
C	139,6394	100,6712	4,4969	F	316,4196	84,8485	6,7760
D	166,8227	83,9353	6,1762	G	330,5611	90,1814	5,9748
2	195,1921	80,4672	11,2569	1	271,7286	119,5360	11,2586
A	327,4620	305,4066	4,8147	D	100,3683	280,6711	6,2220
B	334,5283	299,6747	4,7846	E	102,2734	302,1033	5,9959
C	339,6423	299,3474	4,5042	F	116,4302	315,1598	6,7905
D	366,8322	316,0812	6,1850	G	130,5713	309,8281	5,9783
2	395,1857	319,5448	11,2618	1	71,7330	280,4717	11,2643

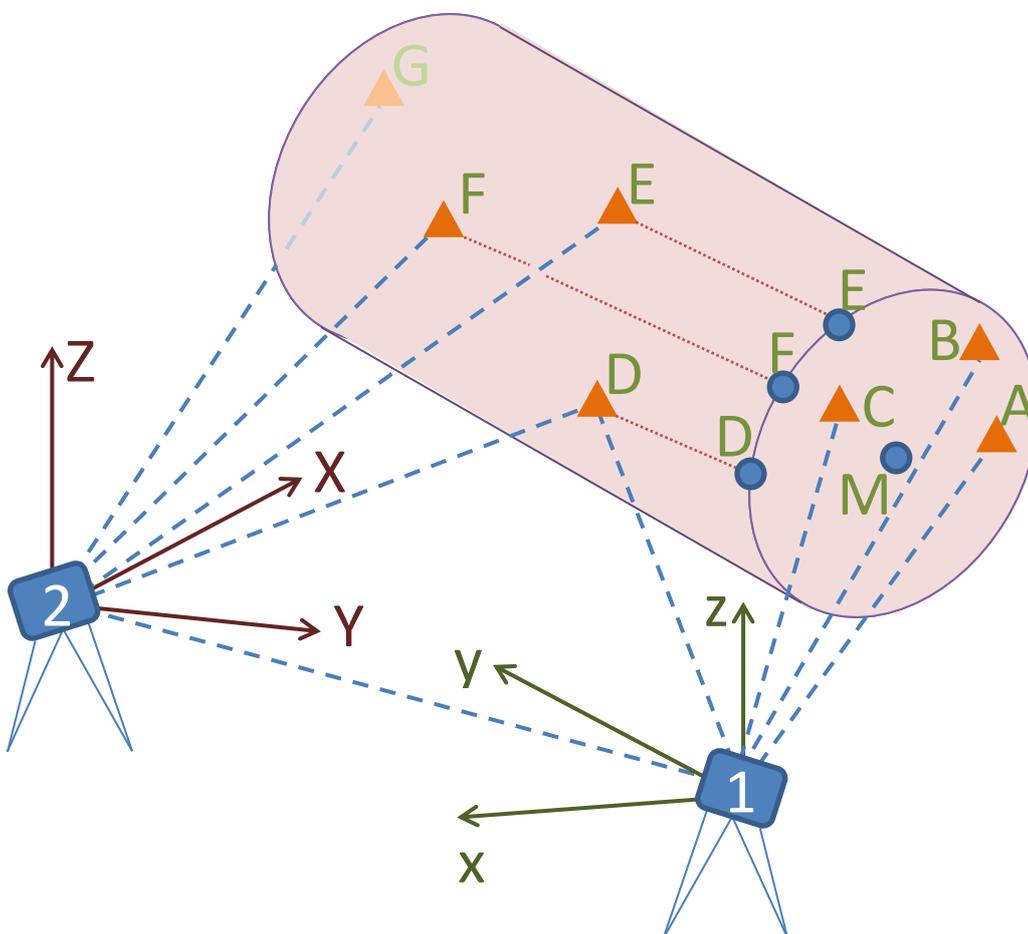


Abbildung 2: Zylinder durch 7 Punkte A,B,C,D,E,F,G. M ist der Mittelpunkt des Grundkreises.

Die Universalrechner-Berechnung wird gestartet und liefert eine Koordinatenliste mit den Zielpunkten A,B,C,D,2. Diese wird als Koordinatenliste 1 gespeichert.

Dasselbe geschieht mit der Messwertdatei von Standpunkt 2. Die Koordinaten der Zielpunkte D,E,F,G,1 werden im beliebig festgelegten Standpunktkoordinatensystem 2 als Koordinatenliste 2 gespeichert. Die Ergebnisse finden Sie in Tabelle 2.

Tabelle 2: Erhaltene kartesische Koordinaten X,Y,Z in den Standpunktsystemen von Punkt 1 (links) und 2 (rechts)

Punkt	X [m]	Y [m]	Z [m]	Punkt	X [m]	Y [m]	Z [m]
A	97,9956	104,3552	100,4078	D	100,0340	94,0688	98,1404
B	97,5320	104,0954	99,9750	E	100,2136	94,0175	100,1969
C	97,3763	103,6547	99,9532	F	101,6807	93,6294	101,5988
D	94,8114	102,9784	101,5434	G	102,7254	94,7662	100,9177
1	100,0000	100,0000	100,0000	1	95,3885	90,3071	96,5990
2	89,2987	100,8107	103,4009	2	100,0000	100,0000	100,0000

2.3 Koordinatentransformation

Nun müssen die Standpunktsysteme 1 und 2 zusammengefügt werden. Das geschieht mittels einer Koordinatentransformation über die drei identischen Punkte G,1,2. Alle gängigen geodätischen Transformationen sind implementiert, ebene und räumliche. Können die vertikalen Stehachsen als parallel angesehen werden, ist eine ebene Transformation mit vertikalem Offset-Ausgleich sinnvoll. Können die Maßstäbe als gleich angesehen werden, ist eine Transformation mit festem Maßstab $m = 1$ sinnvoll. Da mehr als die mindestens nötige Anzahl von identischen Punkten zur Verfügung steht, erfolgt eine Ausgleichung nach kleinsten Quadraten.

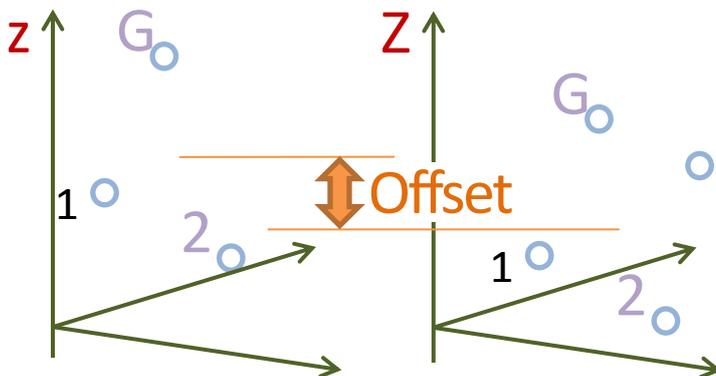


Abbildung 3: Ebene Koordinatentransformation mit vertikalem Offset-Ausgleich

2.4 Alternative: Beide Standpunkte im „Universalrechner“ auswerten

Sind die letzten beiden Bedingungen erfüllt, kann man die Koordinatentransformation vermeiden, wenn man beide Satzmittel von 1 und 2 gleichzeitig im „Universalrechner“ verarbeitet. Man benötigt dann nur ein Standpunktsystem, z.B. das von Punkt 1, in dem sofort auch die Punkte E,F,G berechnet werden. Der „Universalrechner“ erkennt automatisch, was zu berechnen ist. Dabei erfolgt so wie bei der Transformation eine Ausgleichung, diesmal jedoch eine robuste Ausgleichung, die ggf. Ausreißer erkennt und zu eliminieren hilft. In diesem Beispiel sind keine Ausreißer zu eliminieren. Die Ergebnisse finden Sie in Tabelle 2, Punkte 1 bis G.

2.5 Ebene durch drei Punkte

Nun muss durch die Punkte A,B,C eine Ebene berechnet werden. Das geschieht mit der IN DUBIO PRO GEO Modul „Ausgleichende Flächen“. Dieses berechnet verschiedenste Flächen durch Stützpunkte. Wenn mehr Stützpunkte vorliegen, als benötigt werden, erfolgt die Berechnung approximativ durch Ausgleichung nach kleinsten Quadraten. Bei drei Punkten ist nichts anderes möglich, als eine Ebene direkt durch die gegebenen Punkte A,B,C zu legen. Man erhält die Ebenengleichung

$$-0,1850837 \cdot x + 0,0573074 \cdot y + 0,1638553 \cdot z = 4,2952929$$

Die anderen Punkte D,E,F,G werden als zu projizierende Punkte aufgelistet und auf diese Ebene senkrecht projiziert. Die projizierten Punkte nennen wir D',E',F',G' und geben diese in Tabelle 2 an. Aus der Länge des Projektionsvektors GG' liest man sofort die Höhe des Zylinders ab.

$$\overrightarrow{GG'} = \begin{pmatrix} 4,5402 \\ -1,4058 \\ -4,0195 \end{pmatrix} \text{ m}; \quad |\overrightarrow{GG'}| = 6,225 \text{ m}$$

2.6 Kreis durch drei Punkte

Nun muss durch die projizierten Punkte D',E',F' ein Kreis berechnet werden. Das geschieht mit dem IN DUBIO PRO GEO Modul „Räumliche Polygone“. Wenn das Polygon ein Dreieck ist, liefert es u.a. den Mittelpunkt M (Tabelle 2) und den Radius des Umkreises R=1,602 m.

Tabelle 2: Erhaltene kartesische Koordinaten x,y,z im Standpunktsystem von Punkt 1, beide Standpunkte im „Universalrechner“ ausgewertet

Punkt	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	100,0000	100,0000	100,0000
2	89,2968	100,8067	103,4012
A	97,9956	104,3551	100,4078
B	97,5320	104,0954	99,9750
C	97,3763	103,6547	99,9532
D	94,8150	102,9799	101,5431
E	94,8013	103,1647	103,5981
F	94,6348	104,6732	105,0000
G	93,1976	105,2382	104,3189
D'	96,8153	102,3606	99,7722
E'	97,8073	102,2339	100,9369
F'	98,6381	103,4336	101,4558
G'	97,7378	103,8324	100,2994
M	97,6273	103,6625	100,2340

Damit ist die Aufgabe gelöst.

3 Zusammenfassung und Ausblick

IN DUBIO PRO GEO hat integrierte Tutorien, die die Funktionen von IN DUBIO PRO GEO anhand von Praxisbeispielen erläutern. Die Lösungen zu den Aufgaben sind mittels vorausgefüllter Formulare nachvollziehbar. Das vorgestellte Beispielprojekt „Zylinder durch sieben Punkte“ ist als IN DUBIO PRO GEO Tutorium realisiert.

Mittels Zugriffszähler wird regelmäßig die Nutzungshäufigkeit von IN DUBIO PRO GEO ermittelt. Dabei stellt sich heraus, dass diese ständig ansteigt. Im Jahr 2017 wurde die Software um 22% häufiger genutzt, als im Vorjahr. IN DUBIO PRO GEO wird weiter entwickelt, erweitert und vervollkommnet.

Literatur

Lehmann R (2015) Ein automatisches Verfahren für geodätische Berechnungen. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten 03/2015

Lehmann R (2017) A universal and robust computation procedure for geometric observations. Survey Review (in print) doi: 10.1080/00396265.2017.1279844

Rittinghouse JW, Ransome JF (2016). Cloud computing: implementation, management, and security. CRC press.