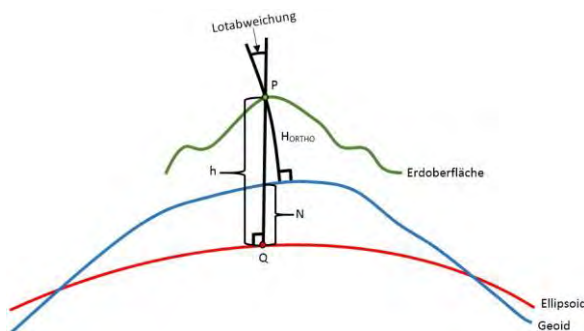




## Konzipierung und Implementierung eines C++-basierten Moduls zur quasi-integrierten geodätischen 3D-Netzausgleichung in die Software GOCA

### Dreidimensionale Geodäsie

Die ersten Gedanken zu dem Thema der dreidimensionalen Geodäsie wurden sich bereits vor fast 150 Jahren gemacht. Über etliche Jahre hinweg wurde das Thema immer mal wieder aufgegriffen, wobei die Ansätze immer an Fehlereinflüssen wie zum Beispiel der Vertikalrefraktion scheiterten. Vom ersten Ansatz bis zur ersten erfolgreichen dreidimensionalen Netzausgleichung vergingen rund 100 Jahre. Vor allem das Aufkommen der ersten leistungsfähigen Rechenanlagen ermöglichte diese im Jahre 1969. Heutzutage ist die dreidimensionale Geodäsie wesentlich weiter verbreitet, aber noch keine Selbstverständlichkeit im geodätischen Alltag.



Zusammenspiel von Ellipsoid, Geoid und Erdoberfläche

### GOCA

Als Forschungs- und Entwicklungsprojekt ist GOCA am Institut für angewandte Forschung der Hochschule Karlsruhe angesiedelt. In dem Projekt wird die gleichnamige Software entwickelt, welche im Bereich des geodätischen Monitorings zum Einsatz kommt. Für die Deformationsanalyse werden dabei globale Satellitennavigationssysteme und weitere Systeme wie z.B. Totalstationen verwendet.

### Quasi-integriertes 3D-Modell

Wie man in der Abbildung rechts erkennen kann spielen die Lotrichtungen, die sich jeweils aus  $\varphi$  und  $\lambda$  zusammensetzen, bei einer dreidimensionalen Ausgleichung eine große Rolle. Die Lotrichtung bezeichnet die lokale Richtung der Schwerebeschleunigung, welche senkrecht auf den Niveauflächen des Erdschwerefelds stehen.

### Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft

Fakultät IMM • Masterstudiengang Geomatik

www.hs-karlsruhe.de/

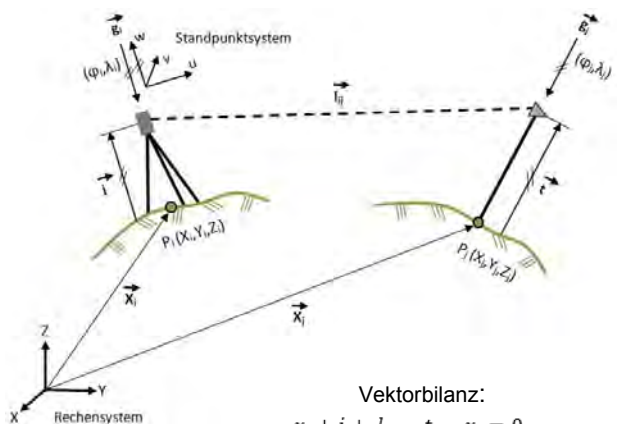
Bearbeiter: Laurent Weydert

Email-Adresse: laurent.weydert@gmail.com

Referent: Prof. Dr.-Ing. Reiner Jäger

Im Gegensatz zu dem Ellipsoid ist das Geoid kein einheitlicher Körper, wodurch es zu ortsabhängigen Lotabweichungen kommt. Damit diese in die quasi-integrierte 3D-Ausgleichung mit einfließen können wird ein Schwerefeldmodell verwendet.

Diese Ausgleichung wurde für die Initialisierung in GOCA implementiert. Bei der Initialisierung geht es um die Festlegung des Referenzrahmens eines Netzes. Die Ausgleichung wurde umgesetzt für GNSS-Baselines sowie auch für tachymetrisch gemessene Netze.



Vektorbilanz:

$$x_i + i + l_{ij} - t - x_j = 0$$

Standpunktsystems  $(u, v, w)$  im Rechensystem  $(X, Y, Z)$

Der Vektor  $l_{ij}$  im Standpunktsystem ergibt sich aus:

$$l_{ij} = \begin{bmatrix} \Delta u \\ \Delta v \\ \Delta w \end{bmatrix}_{ij}^{(i)} = D_i \cdot \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{ij} - \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ i \end{bmatrix}^{(i)} + D_{ij} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ t \end{bmatrix}^{(j)}$$

Bei  $D_i$  und  $D_{ij}$  handelt es sich um Matrizen welche für die Drehung vom Rechensystem  $(X, Y, Z)$  bzw. vom Zielpunktsystem  $(j)$  in das Standpunktsystem  $(u, v, w)$  sorgen. Die Standpunkthöhe wird hier als  $i$  und die Zielpunkthöhe als  $j$  beschrieben.

### Praktische Erfahrung

Parallel zu der theoretischen Entwicklung wurde im Auftrag eines privaten Ingenieurbüros die Überwachung eines Verbaus einer Baugrube von Anfang bis Ende betreut. Die Verbindung beider Teilaufgaben sollte das Testen der Entwicklung mit den Messdaten aus dem Projekt sein. Aufgrund einer fehlerhaften Schnittstelle war dies jedoch nicht möglich.