

Donnerstag 19. Oktober 2017

17:00-17:30

## Von der Idee zur Umsetzung Das CONRAD Observatorium der ZAMG

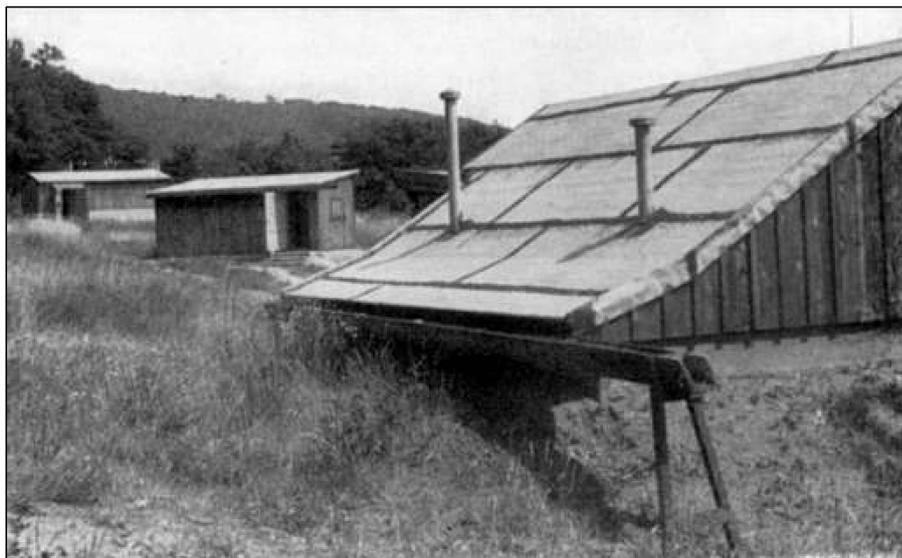
Peter Melichar

*Neugebäudestraße 51, A - 1110 Wien*

Durch die finanziellen Mittel des Legats von Ida F. Conrad, Witwe von Victor Conrad (1876-1962), dem ersten Leiter des Erdbebendienstes an der ZAMG, wurde es möglich ein neues geophysikalisches Observatorium der ZAMG zu planen. Dieses großzügige Geschenk an die ZAMG war die Basis für ein neues Forschungszentrum, das vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung finanziert und vom Land Niederösterreich gefördert und subventioniert wurde. Es sollte das 1952 als Provisorium auf dem Wiener Cobenzl erbaute geomagnetische Observatorium ablösen. Die ständig steigenden Störungen durch die Großstadt Wien haben schon seit längerer Zeit dort die Qualität der Messungen und damit verbundene Entwicklungsarbeiten stark eingeschränkt. Peter Melichar, damals Mitarbeiter der Geophysik an der ZAMG und späterer Abteilungsleiter derselben begann 1975 mit den ersten Schritten zur Verwirklichung eines großen Projektes.



**Abb.1:** WIK, das Geophysikalisches Observatorium der ZAMG am Cobenzl in Wien von 1955 bis 2016



**Abb.2:** Die Gebäude des Observatoriums WIK von links nach rechts – Haupthaus, Absoluthaus, und Variationshaus

### **Wieso am Trafelberg in Niederösterreich?**

Der Ostrand der Kalkalpen ist ideal wegen des nichtmagnetischen Kalkgesteins und seiner unberührten Natur. Der quellenlose Trafelberg ist der beste Schutz. Der Wald als Schutzgebiet umgibt das Observatorium. Natürliche und künstliche Störfaktoren sind weit genug entfernt und doch erreicht man Wien in nur 1 ½ Stunden.

### **Wie wurde der Standort gefunden?**



**Abb.3:** Pilatus Porter mit Protonen-Magnetometer Sensor im Schlepptau



**Abb.4:** Protonen-Magnetometer mit digitaler und analoger Datenerfassungseinheit mit Peter Melichar im Pilatus Porter des BEV - Bundesamt für Eich und Vermessungswesen

### **Die Suche nach dem richtigen Standort.**

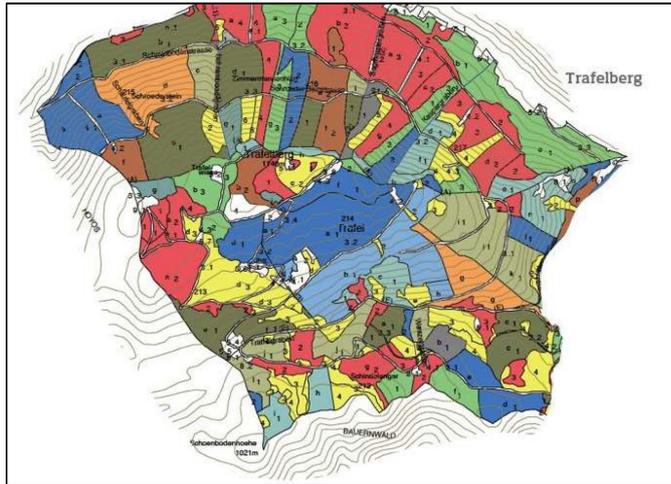
1979 führte Melichar mit dem damals in Europa erstmalig vorhandenen Cäsium Gradiometer-Magnetometer – Auflösung 1/10 nano Tesla – am Trafelberg die ersten Bodenmessungen durch. Die großräumig ungestörte Lage des Standortes wurde von ihm bereits 1978 vom Flugzeug durch Protonen-Magnetometer Messungen im Rahmen der Aeromagnetischen Vermessung Österreichs – AMVÖ festgestellt.



**Abb.5:** Erste Cäsium Magnetometer Messung am Trafelberg am 10.10.1979. Rechts im Bild Peter Melichar links Anton Pühringer

### **Die ideale Lage und Funktion des CONRAD Observatoriums – Geplant und konstruiert für geophysikalische Grundlagenforschungen.**

In rund 1.100 Meter Seehöhe auf dem Trafelberg in Niederösterreich, einem nahezu nichtmagnetisches Kalksteinmassiv, liegt das CONRAD Observatorium mit seinen beiden Baustufen: SGO - Seismik Gravimetrie Observatorium und GMO - Geomagnetik Observatorium. Beide Baustufen liegen in einem Schutzgebiet der Österreichischen Bundesforste im Ausmaß von 4,64 Quadratkilometer.



**Abb.6:** Schutzgebiet des CONRAD Observatoriums – Karte der Öbf

### **Warum wurde eine unterirdische Bauweise gewählt?**

Das Observatorium, als geophysikalisches Labor, ist dadurch unabhängig von den Jahreszeiten.

In der Tunnelanlage bleibt die Temperatur von + 7° konstant. Ein Geschenk des Berges und eine optimale Voraussetzung für höchst empfindliche Sensoren und Elektronik. Eine Klimaanlage ist nicht nötig, das vermeidet elektromagnetische Störungen und enorme Energiekosten. Das SGO wurde in der NÖT – Neue Österreichischen Tunnelbauweise errichtet. Das nichtmagnetische GMO Tunnelsystem wurde von ÖSTU STETTIN / Leoben errichtet. Eingesetzt wurden Weißzement und Kalk, GFK – Kunststoffanker, Gitter und Matten. Das gesamte Stollensystem mit über einem Kilometer Länge wurde in dieser speziell adaptierten Neuen Österreichischen Tunnelbauweise hergestellt. Das CONRAD Observatorium mit seinen beiden unterirdischen Teilen SGO und GMO hat eine Tunnellänge von insgesamt 1.166 m mit acht bis zu 200 m tiefen Bohrlöchern die von der Tunnelsohle aus zugänglich sind.



**Abb.7:** Die Gesamtlänge der Tunnel Anlage des GMO beträgt 1.016 m, die mittlere Überdeckung ist 25 m

### Test für alle Baumaterialien und Konstruktionselemente

Oberstes Gebot für das fehlerfreie Funktionieren geomagnetischer Messsysteme ist eine Umgebung frei von magnetischen Materialien. Diesem Gebot folgten die Planung und der Bau des GMO am Trafelberg. Sämtliche Baumaterialien und Konstruktionselemente wurden in einem eigenen nichtmagnetischen Holzbau, der „Baustufe 3“, am Trafelberg bezüglich ihrer magnetischen Eigenschaften getestet. Weißzement und Kalk für den Tunnelausbau und sämtliche Betonkonstruktionen. Die Felsanker und Armierungen der Tunnelwände bestehen aus Glasfasermaterial.

Die eingesetzten Konstruktionselemente – Kunststoffe, Aluminium, Glas, Holz, Gipskarton Platten, Spezialschrauben und Verbindungselemente, Beleuchtungs- und Lüftungselemente wurden alle einzeln getestet.



**Abb.8:** „Baustufe 3“

### Das SGO – die ersten zwei Säulen des CONRAD Observatoriums

Im SGO werden seit 2002 zahlreiche nationale und internationale Forschungsprogramme auf dem Gebiet der Seismik und Gravimetrie durchgeführt. Höchstempfindliche Instrumente unterstützt von hervorragender technischer Infrastruktur ermöglichen Grundlagenforschung. Die Seismometer der Station CONA sind mit Breitbandseismometern und Beschleunigungssensoren ausgestattet. Der seismische Kalibriertisch CALTAB\_1 ist der Garant für die Qualität und Stabilität der Seismometer. Das supraleitende Gezeiten Gravimeter SG GWR CO25 misst kontinuierlich die zeitlichen Veränderungen des Schwerefeldes, verursacht unter anderem durch – Gezeiten, Erdrotation, Eigenschwingungen der Erde, Phänomene der Atmosphäre und meteorologische Effekte. Das Absolut Gravimeter FG5 wird für die Kalibration eingesetzt. Es sichert die Qualität der Messungen des Gezeiten Gravimeters und ermöglicht dadurch die Teilnahme an internationalen Projekten – seit 2007 Teilnahme am „Global Geodynamics Project“ GGP.



**Abb.9:** links: Kalibriertisch CALTAB\_1, Mitte: Gezeiten Gravimeter SG GWR CO25, rechts: Absolut Gravimeter FG5



**Abb.10:** CONRAD Observatorium – Baustufe 1, Westportal.  
SGO – Seismik Gravimetrie Observatorium,  
1998 Stollenanschlag – 2002 Eröffnung

### Die SGO Tunnelanlage und das Bohrloch Labor

Ein 150 m langer Tunnel in Ost-West Richtung im SGO steht in Verbindung mit den unterirdischen Laborräumen. Das Labor mit den drei 100 m Bohrlöchern besitzt zusätzlich noch ein spezielles 50 m Bohrloch.

Die seismischen Signale vom SGO können live im Internet verfolgt werden:  
[geoweb.zamg.ac.at/live\\_seis/](http://geoweb.zamg.ac.at/live_seis/)



**Abb.11:** SGO - Instrumenten Tunnel mit einem GPS  
Wiederausstrahlungssystem  
plus Versorgungsleitungen für Strom und Datenverbindungen

**Abb.12:** Bohrloch Labor mit Hebevorrichtungen  
für spezielle seismische Sensoren



## Das GMO – die dritte Säule des CONRAD Observatoriums

Mit dem geomagnetischen Teil, dem GMO, ist das CONRAD Observatorium am Trafelberg komplett und die drei wesentlichen Säulen der Geophysik verwirklicht.

Beispiele zur Grundlagenforschung im GMO:

### Erdbebenvorhersagemodelle

Vorhersagen lassen sich Erdbeben (noch) nicht.

Doch bekannt ist, dass kurz vor einem Erdbeben durch den Druckaufbau in der Erdkruste sehr kleine elektromagnetische Signale in den Gesteinsmassen entstehen. Es kommt zu induktions- und piezoelektrischen Effekten, die dann in der Ionosphäre äußerst kleine Veränderungen in den Stromsystemen hervorrufen. Durch die extreme Auflösung des 3D-Gradiometers am GMO bis in den femto Tesla Bereich könnten diese magnetischen Vorläufer Effekte erstmals erfasst und analysiert werden. Damit bietet sich in Kombination mit den seismischen Messungen am CONRAD Observatorium eine potentielle Möglichkeit für die Entwicklung von Erdbebenvorhersagemodellen.

### Grundlagen für das World Magnetic Model

Die hochgenauen Messungen des Geomagnetischen Feldes im GMO stellen außerdem eine wesentliche Grundlage für Referenzmodelle wie dem World Magnetic Model und dem International Geomagnetic Reference Field dar.

### Weltraumforschung

Messgeräte egal welcher Anwendung müssen, um zuverlässig zu sein, kalibriert werden. Nur durch den Messprozess der Kalibrierung kann die Abweichung eines Messgerätes von der Norm sicher dokumentiert werden. Auch dazu ist das GMO bestens geeignet. Mit seinen Spulensystemen können Magnetometer von der Weltraumforschung bis zur Montanistik kalibriert werden.



**Abb.13:** CONRAD Observatorium – Baustufe 2, Südportal mit Blick zum Schneeberg.

GMO – Geomagnetik Observatorium, 2008 Spatenstich, 2010 Stollenanschlag – 2014 Eröffnung

### Die technischen Daten des GMO

Gesamttunnellänge: 1.016 m

Das Tunnelsystem: Experimentalstollen, Gradiometerstollen, Variometerstollen, Absolutstollen, Kalibrierstollen, Verbindungsstollen

Bohrlöcher: TB1a & TB1b: 100 m

Bohrlöcher: TB2a & TB2b: 200 m

Geografische Lage – WGS 84: Nord Portal: Länge: 15,86518, Breite: 47,92669, Höhe: 1.087m

Süd Portal: Länge: 15,86518, Breite: 47,93038, Höhe: 1.085m

GMO Gebäude – Seehöhe: 1.085 m

Temperatur im Stollen: Konstant bei +7° Celsius, ohne künstliche Regelsysteme

Geologisches Umfeld: Der Trafelberg besteht ausschließlich aus nichtmagnetischem Kalkstein

Verwendete Materialien: Kalk, Weißzement, Kunststoff, Glasfaser, Glas, Aluminium, Gipskarton, Holz, spezielle nichtmagnetische Verbindungselemente

Abgebaute Gesteinsmassen: 27.300 Kubikmeter Lockergesteinsmassen – Kalkgestein aus Voreinschnitt und Tunnelsystem

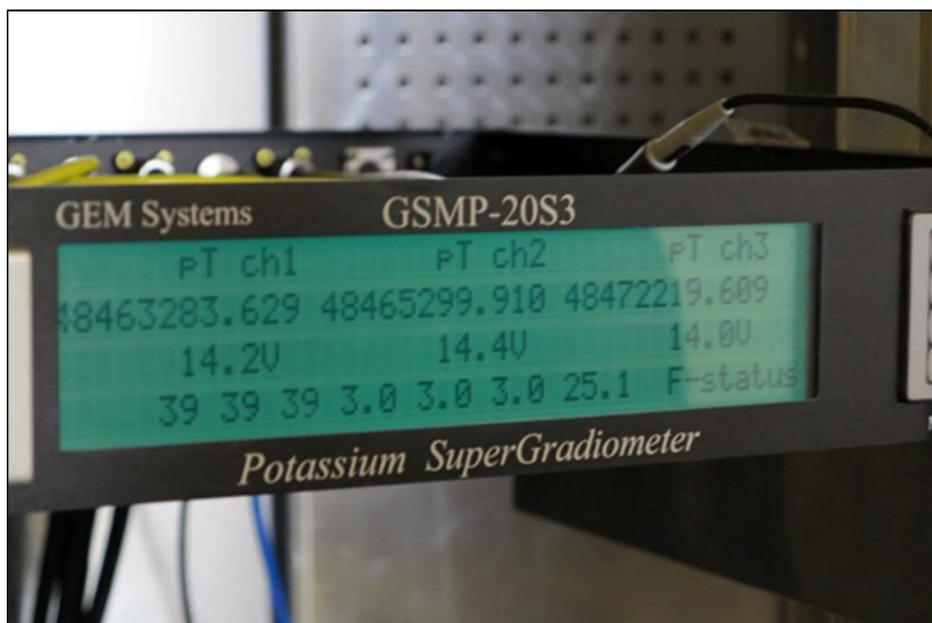
Infrastruktur: Allgemeine Haustechnik, Beleuchtung, Brandschutz und Alarmeinrichtungen, Unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage für das gesamte Observatorium, EDV Netzwerktechnik in Kupfer- und Glasfasertechnologie, Technische Anschluss terminals im Observatoriumsgebäude und im gesamten Tunnelbereich

### Das 3-D Gradiometer-Magnetometersystem im GMO

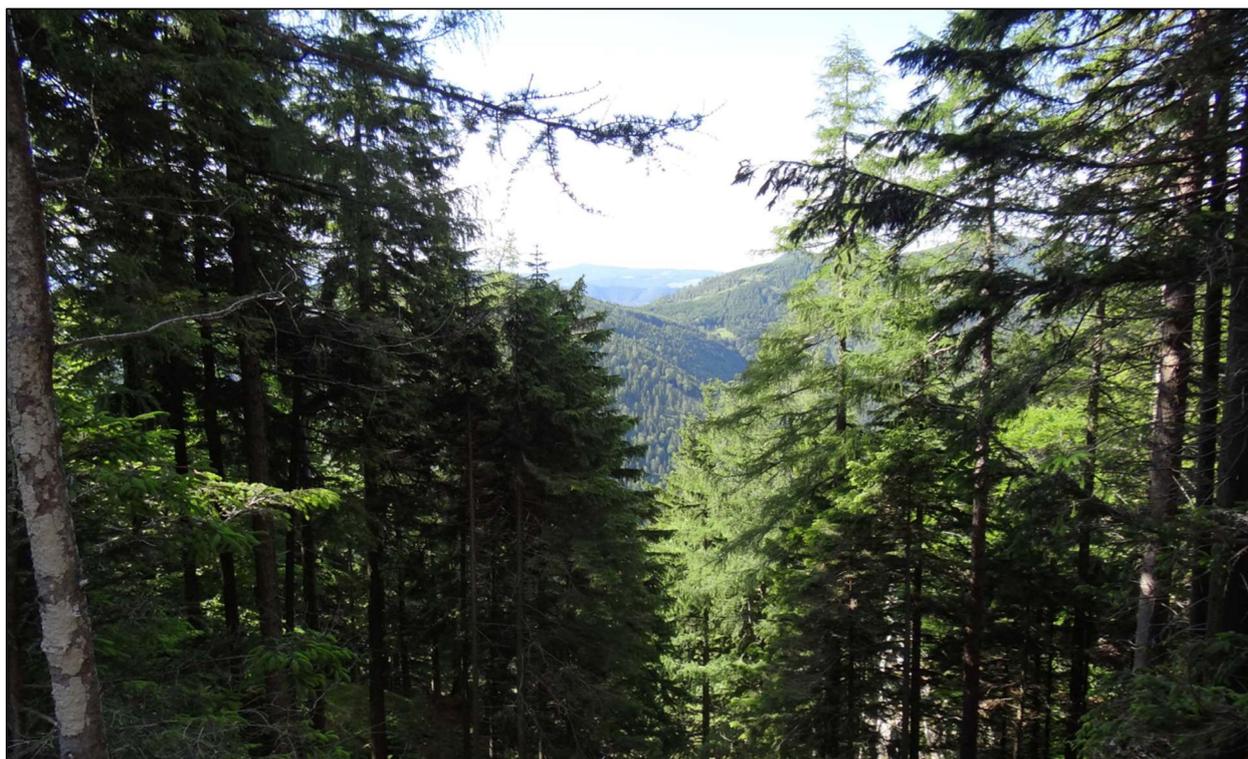
Das Herzstück des GMO ist das 3D-Gradiometer Magnetometersystem von GEM Systems / Canada. In seiner Konfiguration ist es das derzeit weltweit höchstempfindliche Messsystem seiner Art. Es umfasst zwei horizontale Gradiometer in Nord-Süd und Ost-West Richtung sowie ein Vertikal Gradiometer. Die maximale Ausdehnung auf den drei Achsen x, y und z beträgt jeweils 200 Meter. Zusätzlich wurde ein variables Gradiometersystem für kleinere Abstände zwischen 5 und 50 m integriert. Mit diesen Potassium Sensoren werden heute Messungen im femto Tesla Bereich durchgeführt, die eine 100.000 mal höhere Auflösung haben als jene mit den Cäsium Sensoren im Jahre 1979 bei den ersten Messungen am Trafelberg.



**Abb.14:** System Bild des SuperGradiometers GSMP-20S3 von GEM / Canada



**Abb.15:** Das SuperGradiometer misst die Totalintensität des Erdmagnetfeldes mit 3 Potassium Sensoren jeweils in Nord-Süd, Ost-West und in der Vertikalen mit einer Auflösung von 1/1000 pico Tesla = 1 femto Tesla



**Abb.16:** Der Blick aus dem Nordportal des GMO  
*„Hier ist die Aussicht frei, der Geist erhaben“, schrieb schon einmal Victor Conrad (Conrad 1900) frei nach Goethes Faust II und würde es vielleicht am Nordportal des GMO wieder tun.*

Das CONRAD Observatorium ist weltweit einzigartig in seiner Konfiguration. Das Potential Grundlagenforschungen in der Geophysik zu betreiben ist hier offen für viele Wissensbereiche der Naturwissenschaften und letztlich auch ein Ort der Begegnung für nationale und internationale Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler.

### **Literatur:**

Conrad, V. (1900): Wolkenphotographie – Jahresbericht des Sonnblickvereines, 9: 31-32.

Melichar, P. (2008): A new Geomagnetic Observatory for Austria at the CONRAD Observatory – Proceedings of the XIII<sup>th</sup> Geomagnetic Observatory Workshop, IAGA, 24, Boulder and Golden, Colorado, USA.

Melichar, P. (2014): GMO – CONRAD Geomagnetisches Observatorium. Ein neues geomagnetisches Observatorium in Österreich für hochpräzise geomagnetische Messungen. – 37, Medieninhaber Peter Melichar, Wien.

### **Summary:**

With the CONRAD Observatory, the Central Institute for Meteorology and Geodynamics (ZAMG) has a research facility of the highest quality. The Observatory makes it possible to carry out comprehensive scientific investigations and that means this institution is one of the most modern research infrastructures worldwide in the field of geophysics. Equipped with highly precise measuring instruments, the Observatory, together with other international institutions, is able further advance research on the physics of the earth and its effects on the earth itself. Today and in the future the role of the Observatory as a meeting place for researchers within the framework of international projects is a very important aspect. All three branches of geophysical science - Seismic, Gravimetry, Geomagnetic - which are especially relevant for geophysics are together at one site. This fact also broadens the possibilities of future basic research in connection with interdisciplinary research and development.