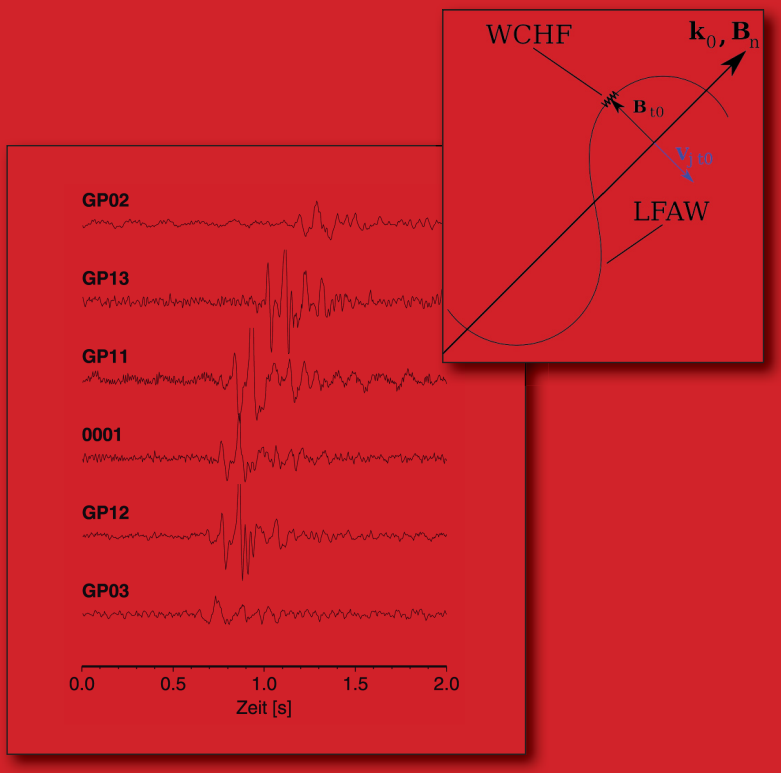
Deutsche Geophysikalische Gesellschaft e.V.



Schwach kompressive, hochfrequente Wellen im inhomogenen Multifluid-Plasma. 5

Arrayseismologische Exkursion Staufenmassiv 10

NACHRICHTEN AUS DER GESELLSCHAFT. 19

AUS DEM ARCHIV 26

VERSCHIEDENES 36

MITTEILUNGEN

Nr. 3/2011

ISSN 0934-6554

Herausgeber:
Deutsche Geophysikalische Gesellschaft e.V.

IMPRESSUM
Herausgeber: Deutsche Geophysikalische Gesellschaft

Redaktion: E-Mail roteblaetter@dgg-online.de

Dipl.-Geophys. Michael Grinat
Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik
Stilleweg 2
30655 Hannover
Tel.: (+49)- 0511 - 643-3493
E-Mail: Michael.Grinat@liag-hannover.de

Dr. Silke Hock
Hannover
E-Mail: S.Hock1@gmx.de

Dr. Diethelm Kaiser
Bundesanstalt für Geowissenschaften
und Rohstoffe
Stilleweg 2
30655 Hannover
Tel.: (+49)- 0511 - 643-2669
E-Mail: Diethelm.Kaiser@bgr.de

Layout: Katrin Zaton, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

Druck: Druckservice Uwe Grube, Hirzenhain-Glashütten, http://druckservice-grube.de

Beiträge für die DGG-Mitteilungen sind aus allen Bereichen der Geophysik und der angrenzenden Fachgebiete erwünscht. Im Vordergrund stehen aktuelle Berichterstattung über wissenschaftliche Projekte und Tagungen sowie Beiträge mit einem stärkeren Übersichtscharakter. Berichte und Informationen aus den Institutionen und aus der Gesellschaft mit ihren Arbeitskreisen kommen regelmäßig hinzu, ebenso Buchbesprechungen und Diskussionsbeiträge. Wissenschaftliche Beiträge werden einer Begutachtung seitens der Redaktion, der Vorstands- und Beiratsmitglieder oder der Arbeitskreissprecher unterzogen. Die DGG-Mitteilungen sind als Zeitschrift zitierfähig. Bitte senden Sie Ihre Texte möglichst als Word-Datei oder als ASCII-File entweder per E-Mail oder auf CD-Rom an die Redaktion. Verwenden Sie nach Möglichkeit die Dokumentenvorlage, die auf den DGG-Internetseiten unter „Rote Blätter“ oder von der Redaktion erhältlich ist. Zeichnungen und Bilder liefern Sie bitte separat in druckfertigem Format, Vektorgrafiken als PDF-Dateien (mit eingebetteten Schriften), Fotos als Tiff-, JPEG- oder PDF-Dateien.

Vorstand der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft e.V.:

Präsidium:
(Adresse der Geschäftsstelle siehe Geschäftsführer)

Prof. Dr. Eiko Räkers (***Präsident***)
DMT GmbH & Co. KG
Am Technologiepark 1
45307 Essen
E-Mail**:** eiko.raekers@dmt.de

Prof. Dr. Ugur Yaramanci (***Vizepräsident***)
Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik
Stilleweg 2
30655 Hannover
E-Mail: Ugur.Yaramanci@liag-hannover.de

Prof. Dr. Michael Korn (***designierter Präsident***)
Universität Leipzig
Institut für Geophysik und Geologie
Talstraße 35
04103 Leipzig
E-Mail: mikorn@rz.uni-leipzig.de

Dr. Alexander Rudloff (***Schatzmeister***)
Deutsches GeoForschungsZentrum
Telegrafenberg
14473 Potsdam
E-Mail: rudloff@gfz-potsdam.de

Dipl.-Geophys. Birger Lühr ***(Geschäftsführer)***
Deutsches GeoForschungsZentrum
Telegrafenberg
14473 Potsdam
E-Mail: ase@gfz-potsdam.de

Beisitzer:

Dr. Udo Barckhausen
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
30655 Hannover
E-Mail: Udo.Barckhausen@bgr.de

Prof. Dr. Thomas Bohlen
Karlsruher Institut für Technologie
Geophysikalisches Institut
Hertzstraße 16
76187 Karlsruhe
E-Mail: thomas.bohlen@gpi.uni-karlsruhe.de

Dr. Christian Bücker
RWE Dea AG
Überseering 40
22297 Hamburg
E-Mail: christian.buecker@rwe.com

Prof. Dr. Torsten Dahm
Universität Hamburg
Institut für Geophysik
Bundesstraße 55
20146 Hamburg
E-Mail: torsten.dahm@zmaw.de

Dipl.-Geophys. Michael Grinat
Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik
Stilleweg 2
30655 Hannover
E-Mail: Michael.Grinat@liag-hannover.de

Dr. Thomas Günther
Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik
Stilleweg 2
30655 Hannover
E-Mail: Thomas.Guenther@liag-hannover.de

Prof. Dr. Manfred Joswig
Universität Stuttgart
Institut für Geophysik
Azenbergstraße 16
70174 Stuttgart
E-Mail: joswig@geophys.uni-stuttgart.de

Prof. Dr. Heidrun Kopp
IFM-GEOMAR, Leibniz-Institut für Meereswissenschaften
an der Universität Kiel
Wischhofstraße 1-3
24148 Kiel
E-Mail: hkopp@ifm-geomar.de

Prof. Dr. Charlotte Krawczyk
Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik
Stilleweg 2
30655 Hannover
E-Mail: Charlotte.Krawczyk@liag-hannover.de

Dr. Bodo Lehmann
DMT GmbH & Co. KG
Am Technologiepark 1
45307 Essen
E-Mail: bodo.lehmann@dmt.de

Niklas Thiel
Karlsruher Institut für Technologie
Geophysikalisches Institut
Hertzstraße 16
76187 Karlsruhe
E-Mail: studentensprecher@geophysikstudenten.de

Dr. Ulrike Werban
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ
Permoserstraße 15
04318 Leipzig
E-Mail: ulrike.werban@ufz.de

Alle Mitglieder des Vorstandes stehen Ihnen bei Fragen und Vorschlägen gerne zur Verfügung.
DGG-Homepage: http://www.dgg-online.de
DGG-Archiv: Universität Leipzig, Institut für Geophysik und Geologie, Talstr. 35, 04103 Leipzig, Dr. M. Boerngen, E-Mail: geoarchiv@uni-leipzig.de.

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort der Redaktion 4

Schwach kompressive, hochfrequente Wellen im inhomogenen Multifluid-Plasma 5

Arrayseismologische Exkursion Staufenmassiv 10

Erratum zu dem Beitrag „Landslide dynamics via SDEM/SPH“ von Eisermann & Joswig (DGG-Mitteilungen 2/2011, 45-51) 18

NACHRICHTEN AUS DER GESELLSCHAFT

Komitee Studienfragen: Studentische Umfrage zu geophysikalischen Studiengängen 19

GAP 2011 in Hamburg 23

Aufruf zur Einreichung von Vorschlägen für die Preise und Ehrungen der DGG im Jahre 2012 . . . 24

Erratum zum Protokoll der Mitgliederversammlung 2011 24

Nachrichten des Schatzmeisters 25

AUS DEM ARCHIV

Emil Wiechert an Hermann Credner – 6 Briefe von 1900-1902 26

VERSCHIEDENES

Auf der Jagd nach wissenschaftlichen Erkenntnissen – Bericht zum 12th International Workshop on Modeling of Mantle Convection and Lithospheric Dynamics 36

D-A-CH-Tagung „Erdbeben und Baudynamik“ 2011 in Hannover 40

Herbsttagung des Arbeitskreises Geodäsie/Geophysik 2011 43

11. Tagung der FKPE Arbeitsgruppe „Bohrlochgeophysik und Gesteinsphysik“ 45

Die Seismik-AG am St.-Michael-Gymnasium in Monschau (Eifel) – Von Jugend forscht zur Seismik-AG 46

AIDA – ein Opus für die Inversion und Interpretation von airborne-geophysikalischen EM-Messsungen 57

Geophysikalische Lehrveranstaltungen an den deutschsprachigen Universitäten und Hochschulen im Wintersemester 2011/2012. 63

Abbildungen auf der Titelseite: Seismogramme eines Lokalbebens, aufgezeichnet während der arrayseismologischen Exkursion Staufenmassiv (Beitrag ab Seite 8) und schwach kompressive, hochfrequente Wellen in den Flanken einer niederfrequenten Alfvénwelle (Beitrag ab Seite 5).

Ihr Kontakt zu uns...

E-Mail: roteblaetter@dgg-online.de

Dr. Silke Hock

Dr. Diethelm Kaiser

Michael Grinat

Vorwort der Redaktion

Liebe Leserin, lieber Leser,

am 26. Dezember 2011 jährt sich der Geburtstag Emil Wiecherts zum 150. Mal. Unsere Gesellschaft hat aus diesem Anlass erfolgreich die Initiative für die Herausgabe einer Sonderbriefmarke ergriffen. Am 8. November wurde die Briefmarke in Berlin bei der Präsentationsveranstaltung „Emil-Wiechert-Briefmarke“ vom Parlamentarischen Staatssekretär des BMF Herrn H. Koschyk dem Präsidenten der DGG überreicht. Auch unsere Reihe „Aus dem Archiv“ trägt zur Erinnerung an Wiechert bei und stellt sechs seiner Briefe an Hermann Credner vor.

Wir haben Anregungen, die uns unter anderem auf der diesjährigen Mitgliederversammlung erreichten, zum Anlass für eine Umgestaltung der Mitteilungen genommen. Zur besseren Lesbarkeit erscheint das vollständige Inhaltsverzeichnis nun auf Seite 3 (vor weißem Hintergrund). Die Titelseite enthält ein verkürztes Inhaltsverzeichnis, das die wissenschaftlichen Beiträge angibt und die weiteren Themenblöcke auflistet sowie erstmals seit dem Bestehen der „Roten Blätter“ (1988) zwei Titelbilder, die auf den Inhalt des Heftes hinweisen.

Die Reihe der wissenschaftlichen Artikel basierend auf prämierten Vorträgen und Postern auf der diesjährigen DGG-Tagung in Köln wird mit dem Beitrag von Daniel Verscharen zum Thema „Schwach kompressive, hochfrequente Wellen im inhomogenen Multifluid-Plasma“ fortgeführt. Der zweite Beitrag in diesem Block beschäftigt sich mit Arrayseismologie im Staufenmassiv.

In das „dicke“ Heft 2/2011 hatten sich in den Beitrag von Eisermann & Joswig, sowie in das Protokoll der Mitgliederversammlung vom 23.02.2011 Fehler eingeschlichen. Einem sehr aufmerksamen Leser, der uns auf beides aufmerksam gemacht hat, sei an dieser Stelle noch einmal herzlich gedankt. Die Korrekturen sind als Errata abgedruckt. Wir nehmen dies zum Anlass, der Qualität der Beiträge in Zukunft noch höhere Aufmerksamkeit zu schenken.

Interessante Ergebnisse liefert die Auswertung der Umfrage des Komitees Studienfragen unter den Studierenden während des diesjährigen GAPs zum Thema „Geophysikalische Studiengänge“.

Ein hervorragender Weg, um die Geophysik bekannter zu machen und den Nachwuchssorgen zu begegnen, ist die Zusammenarbeit mit Schülern und Lehrern, wie sie in dem Beitrag über die Seismik-AG am Gymnasium in Monschau beschrieben wird. Sogar Helmut Schmidt und Erich Honecker finden Sie in diesem Heft. Aber lesen Sie selbst!

Ihr Redaktionsteam

Silke Hock, Diethelm Kaiser, Michael Grinat

Heft-Nr. DGG-Mitteilungen	Erscheinungsmonat	Heft-Nr. GMIT	Erscheinungsmonat mit DGG-Beteiligung
1	Januar	1	-
2	Juni / Juli	2	Juni
3	September / Oktober	3	-
		4	Dezember

Schwach kompressive, hochfrequente Wellen im inhomogenen Multifluid-Plasma

Daniel Verscharen, Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Katlenburg-Lindau und Institut für Theoretische Physik der TU Braunschweig

Einleitung

Der Sonnenwind ist ein Plasmafluss, der auf dem Weg von der Sonne durch den interplanetaren Raum von Inhomogenitäten durchsetzt ist. Bereits seit den frühen Satellitenmissionen ist bekannt, dass beispielsweise das eingebettete Magnetfeld nicht konstant ist, sondern Fluktuationen auf vielen Skalen enthält (Belcher & Davis, 1971). Sie reichen von kleinskaliger Turbulenz zu großskaligen, niederfrequenten Plasmawellen mit großen Amplituden, deren Ursprung hauptsächlich in der Sonnenkorona vermutet wird (Tu & Marsch, 1995). Wellen mit höheren Frequenzen propagieren daher nicht in einem homogenen Medium, sondern auf dem ebenfalls veränderlichen, nicht-uniformen Hintergrund.

In dieser Arbeit wird die Ausbreitung von hochfrequenten Plasmawellen auf dem Hintergrund einer niederfrequenten Alfvénwelle untersucht. Es ist bekannt, dass hochfrequente Wellen mit Wellenzahlen im Bereich der inversen Trägheitslänge der Ionen in der Lage sind, durch stoßfreie resonante Dissipationsprozesse Energie auf die Plasmateilchen zu übertragen und diese somit zu heizen. So führt beispielsweise die Zyklotronresonanz zu einer Thermalisierung senkrecht zum Hintergrundmagnetfeld, falls transversale Wellen vorliegen, deren Doppler-verschobene Frequenz gerade der Gyrationsfrequenz der Ionen entspricht (Hollweg & Isenberg, 2002). Hochfrequente links-händig zirkular polarisierte Alfvén/Ionen-Zyklotronwellen können diese Bedingung erfüllen. Unter dem Begriff „hochfrequent“ ist in diesem Zusammenhang das Frequenzband im Bereich der Gyrationsfrequenz der dominierenden Ionenspezies zu verstehen.

Weiterhin kann die Bedingung für Landauresonanz bei longitudinalen Wellen erfüllt sein, deren Phasengeschwindigkeit im Bereich der thermischen Geschwindigkeit der Ionen liegt.

Im Folgenden betrachten wir sich parallel ausbreitende, hochfrequente Wellen auf dem nicht-trivialen Hintergrund einer niederfrequenten Alfvénwelle. Mit einer neuartigen Eigenwert/Eigenvektor-Methode, die aus den Multifluidgleichungen entwickelt wird, erhalten wir die Dispersionsrelation für diese Wellen und eventuell zugehörige Dämpfungs- bzw. Instabilitätsraten. Das Verfahren erlaubt weiterhin, dass die hochfrequenten Wellen eine schwach kompressive Komponente enthalten. Das Szenario ist in Abb. 1 skizziert.

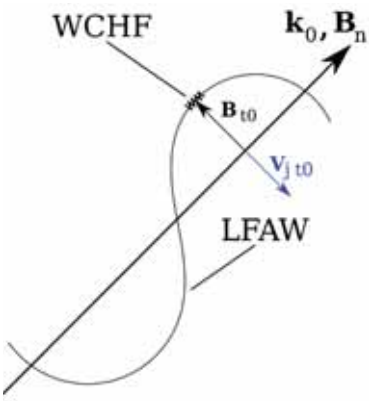


Abb. 1: Szenario. Entlang der konstanten Magnetfeldkomponente $\mathbf{B}_n$ breitet sich eine niederfrequente Alfvénwelle (LFAW) mit dem Wellenvektor $\mathbf{k}_0$ aus. In den Flanken dieser Welle werden schwach kompressive, hochfrequente Wellen (WCHF) analysiert.

Bestimmung der Dispersionsrelation

Die detaillierte mathematische Herleitung ist beschrieben in der Arbeit von Verscharen & Marsch (2011). Die Multifluidgleichungen werden in ein Koordinatensystem transformiert, das sich entlang der konstanten Magnetfeldkomponente $\mathbf{B}_n$ mit der Geschwindigkeit $V = \omega/k$ bewegt. Hierbei bezeichnet ω die Frequenz und k die Wellenzahl der betrachteten Welle. Dadurch ergeben sich deutliche mathematische Vereinfachungen. Die Wellengleichungen für die transversalen

Geschwindigkeitskomponenten, die transversalen Magnetfeldkomponenten sowie das longitudinale elektrische Feld lassen sich als ein System gekoppelter gewöhnlicher Differentialgleichungen zweiter Ordnung in Form getriebener Oszillatorgleichungen schreiben. Dieses System wird um einen Hintergrund mit endlichen transversalen Geschwindigkeiten und einem transversalen Magnetfeld linearisiert, die von der Hintergrundwelle stammen und im Falle deutlich unterschiedlicher Wellenzahlen von Hintergrundwelle und hochfrequenten Wellen ($k >> k_0$) als konstant angenommen werden können. Die linearisierten gekoppelten Oszillatorgleichungen lassen sich somit schreiben als

$$\frac{d}{d\xi}\delta\mathbf{y} = A\delta\mathbf{y} \ ,$$

wobei $\xi = x - Vt$ die mitbewegte Koordinate ist. $\delta\mathbf{y}$ ist der Zustandsvektor der Störungen aller veränderlichen Größen. A ist eine quadratische Matrix, die bereits für ein schlichtes Elektronen-Protonen-Plasma je 14 Zeilen und Spalten hat. Für jede weitere Spezies kommen vier Zeilen und vier Spalten hinzu. Die allgemeine Lösung dieser Gleichung ist gegeben als

$$\delta\mathbf{y} = \sum_{i=1}^{4s+6} \alpha_i \delta\mathbf{y}_i e^{\lambda_i \xi}$$

mit den Eigenwerten λ_i und Eigenvektoren $\delta\mathbf{y}_i$ der Matrix A. Die Gesamtzahl der Spezies wird repräsentiert durch s. Die Amplituden α_i sind prinzipiell beliebig, soweit sie nicht so groß sind, dass das lineare Regime verlassen wird.

Die allgemeine Lösung zeigt, dass die Imaginärteile der Eigenwerte einer Oszillation in ξ entsprechen (d.h. Wellen in x und t mit der Phasengeschwindigkeit V), während die Realteile je nach Vorzeichen eine Dämpfung bzw. Instabilität darstellen. Die Eigenvektoren enthalten die Polarisation der jeweiligen Lösung. Es treten wegen der rein reellen Einträge von A stets komplex konjugierte Paare von Eigenwerten und Eigenvektoren auf, so dass die Gesamtlösung reell ist, solange die Amplituden bei den zusammengehörigen komplex konjugierten Paaren gleich sind. Die Matrix enthält neben den grundsätzlichen Plasmaparametern die Phasengeschwindigkeit V sowie die Hintergrundfelder und -geschwindigkeiten, um die linearisiert wurde.

Zur Bestimmung der Dispersionsrelation wird zunächst der Hintergrund gewählt. Beim Durchfahren verschiedener Werte für V werden jeweils die Eigenwerte und Eigenvektoren der Matrix A und somit insbesondere die Wellenzahl $k = \mathrm{Im}(\lambda_i)$ bestimmt. Aus der Relation $\omega = kV$ lässt sich die zugehörige Frequenz bestimmen, was die endgültige Dispersionsrelation beschreibt.

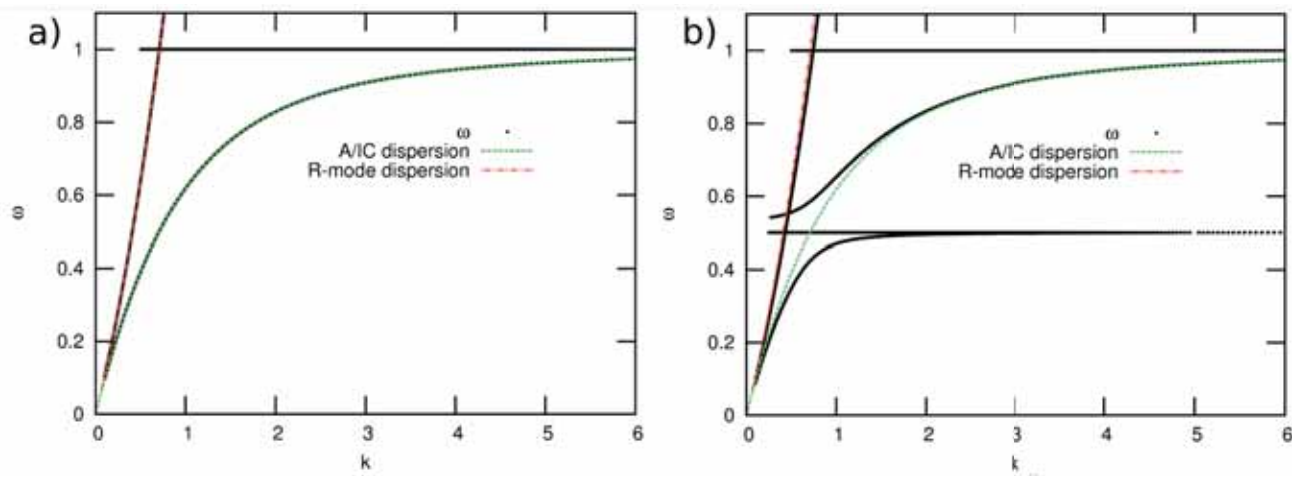


Abb. 2: a) Dispersionsrelation für ein Plasma aus Elektronen und Protonen in einem homogenen Hintergrund. Die kalte Dispersionsrelation für Alfvén/Ionen-Zyklotronwellen (A/IC) und R-Wellen (Whistlerwellen mit Ionenkorrekturen) sind zusätzlich eingezeichnet. b) Gleicher Fall für ein Plasma aus Elektronen, Protonen und Alphateilchen bei $\beta = 0.01$.

Berechnete Dispersionsrelationen

Zunächst wird die Dispersion für ein homogenes Plasma ohne transversales Hintergrundfeld und ohne transversalen Geschwindigkeitshintergrund bestimmt. Dies kann für mehrere Spezies geschehen. Das Ergebnis dieser Berechnung ist in Abb. 2 dargestellt. Frequenzen werden hier und im Folgenden normiert in Einheiten der Protonengyrationsfrequenz, Wellenzahlen in Einheiten der inversen Trägheitslänge der Protonen.

Im Falle eines kalten ($\beta = 0$) Elektronen-Protonen-Plasmas treten drei Zweige in der Dispersion auf. Die waagerechte Linie bei $\omega = 1$ stellt die Zyklotronresonanz dar. An sie schmiegt sich der Zweig der Alfvén/Ionen-Zyklotronwellen an, die links-zirkular polarisiert sind und bei niedrigen Frequenzen der Alfvénwelle aus der MHD-Näherung entsprechen. Er deckt sich mit der ebenfalls dargestellten Dispersionsrelation des kalten Plasmas (Stix, 1992) für diesen Wellentypus. Der Zweig mit der hohen Phasengeschwindigkeit, der die Zyklotronresonanz schneidet, repräsentiert R-Wellen. Dies sind hauptsächlich durch Elektronen getragene, rechtshändig zirkular polarisierte Wellen, die dem Whistlerzweig entsprechen. Es wurden für den ebenfalls dargestellten Zweig aus der kalten Dispersionsrelation Korrekturen für Ionenbeiträge angebracht. In Abb. 2b wird die Situation unter Hinzufügen von einem geringen Teil von Alphateilchen und einer endlichen Temperatur ($\beta = 0.01$ für jede Spezies) gezeigt. Es stellt sich ein zweiter Resonanzzweig bei der Gyrationsfrequenz der Alphateilchen ein. Der Alfvén/Ionen-Zyklotronzweig teilt sich an dieser Resonanz und schmiegt sich anschließend wie gewohnt an die Protonengyrationsresonanz an. Diese Berechnungen zeigen, dass das entwickelte Verfahren zuverlässige Ergebnisse in einigen bekannten Fällen zeigt.

Die Berechnung gestattet es, auch Driften zwischen den beteiligten Spezies zuzulassen. Dies führt zu dem bekannten Verhalten des „Beam-Mode“. Mit der Driftgeschwindigkeit u_D gilt für den „Beam-Mode“ die Dispersionsrelation

$$\omega = \Omega_j + k u_D$$

mit der Gyrationsfrequenz Ω_j der jeweils driftenden Spezies j.

Nun wird der inhomogene Hintergrund hinzugenommen. Wir nehmen dazu eine Alfvén/Ionen-Zyklotronwelle mit einer sehr geringen Wellenzahl von $k_0 = 0.01$ in inversen Trägheitslängen und mit einer Amplitude von $0.1\mathbf{B}_n$ an. Die Polarisationsrelation der Alfvén/Ionen-Zyklotronwelle gibt die zu Wellenzahl und Amplitude gehörige transversale Geschwindigkeit jeder Spezies vor. Die parallele Driftgeschwindigkeit der Alphateilchen wird auf 0.2-fache Alfvéngeschwindigkeit fixiert. Das resultierende Dispersionsdiagramm ist in Abb. 3 dargestellt.

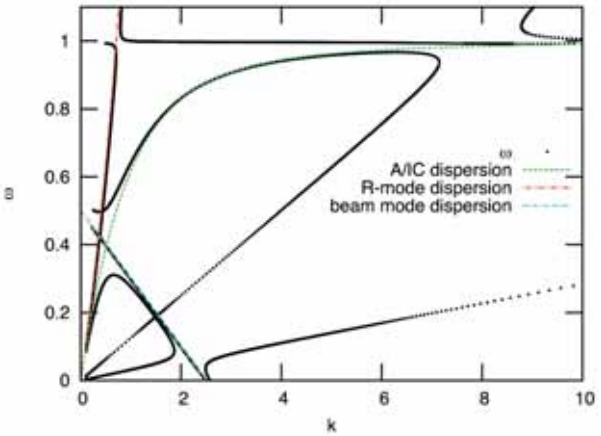


Abb. 3: Dispersionsrelation für ein inhomogenes Plasma mit driftenden Alphateilchen.

Der Zweig der Alpharesonanz wird zum „Beam-Mode“ mit der korrekten Steigung. Die R-Welle weist eine Modenkopplung mit der Zyklotronresonanz der Protonen bei $\omega = 1$ auf. Zwei zusätzliche Zweige treten auf. Die beiden linearen Moden haben fast konstante Phasengeschwindigkeiten. Die schnellere zeigt die Geschwindigkeit der ionen-akustischen Welle auf und kann daher mit dieser identifiziert werden. Die langsamere Welle hat eine Phasengeschwindigkeit V, die der Schallgeschwindigkeit der Alphateilchen-Flüssigkeit im mitdriftenden Koordinatensystem entspricht. Der ionen-akustische Zweig weist Modenkopplung mit der Alfvén/Ionen-Zyklotronwelle auf und führt über die Resonanz hinaus. Die Alpha-Schallwelle koppelt mit dem Ionen-Zyklotronzweig unterhalb des „Beam-Mode“. In allen Fällen sind

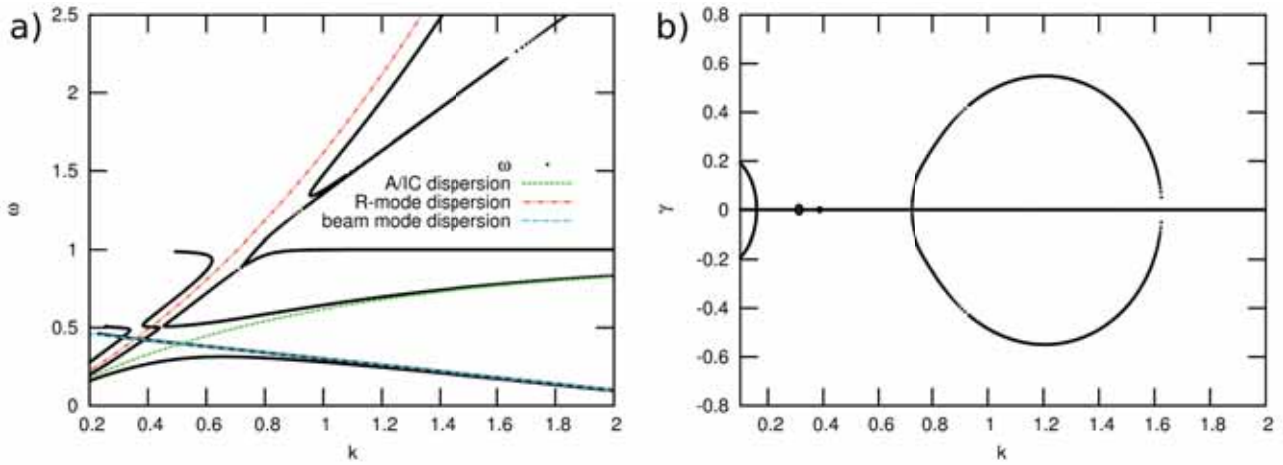


Abb. 4: a) Dispersionsrelation für ein warmes Plasma bestehend aus Elektronen, Protonen und Alphateilchen mit β=1.2. b) Zeitliche Wachstumsrate γ als Funktion der Wellenzahl.

die auftretenden Dispersionszweige stabile und nicht-gedämpfte Normalmoden. Die Realteile der Eigenwerte sind stets Null.

Das Bild verändert sich deutlich, wenn höhere Werte für das Beta des Plasmas angesetzt werden. Für typische Sonnenwindbedingungen setzen wir $\beta = 1.2$ für jede Spezies an. Das Ergebnis ist dargestellt in Abb. 4. Wie zu erwarten, werden die beiden akustischen Moden steiler entsprechend einer höheren Temperatur. Die ionen-akustische Mode koppelt mit der R-Welle im Bereich um $k = 1$. Diese verschmolzene Mode weist nunmehr eine Instabilität auf, was anhand des nicht-verschwindenden Realteils der Eigenwerte von A darstellbar ist. Die zugeordnete Wachstumsrate berechnet sich aus dem Realteil des entsprechenden Eigenwertes gemäß $\gamma = V \cdot \mathrm{Re}(\lambda_i)$. In Abb. 4b ist ersichtlich, dass bei Wellenzahlen im Bereich von etwa 0.8 bis 1.6 inversen Trägheitslängen ein signifikantes Wachstum auftritt. Diese Eigenschaft verschwindet mit sinkender Amplitude der Hintergrundwelle und ist somit direkt auf diese zurückzuführen. Alle Moden haben sowohl einen transversalen als auch einen longitudinalen/kompressiven Anteil.

Schlussbemerkungen

Das Vorhandensein einer niederfrequenten Alfvénwelle führt zu signifikanten Veränderungen in der Dispersion hochfrequenter Wellen. Bei ansonsten ungestört fortsetzbaren Normalmoden tritt Modenkopplung auf. Im Falle verträglicher Sonnenwindbedingungen führt die Hintergrundwelle zu einer Instabilität auf Skalen im Bereich der Trägheitslänge der Protonen. Diese Wellen haben die passenden Eigenschaften, um durch resonante kinetische Prozesse Energie auf die Teilchen zu übertragen und somit eine Thermalisierung zu erklären. Für die Details dieses Vorganges ist eine kinetische Betrachtung notwendig, da diese Mechanismen im Flüssigkeitsbild nicht beschrieben werden können.

Alle Moden erhalten sowohl transversale als auch longitudinale Eigenschaften, sobald die Hintergrundwelle vorhanden ist. Die kompressiven Anteile können dabei ferner zu einer Beschleunigung der Teilchen entlang der konstanten Komponente des magnetischen Feldes führen, da sie nicht-verschwindende ponderomotorische elektrische Felder aufweisen (Marsch & Verscharen, 2011).

Eine wichtige Einschränkung dieser Berechnung ist, dass die Wellenzahl k_0 der niederfrequenten Welle und die Wellenzahlen k der Lösungen unserer Dispersionsrelationen weit auseinander liegen müssen. Zukünftig könnten numerische Simulationen die nichtlineare Kopplung der Wellen untersuchen. Dazu sind „Particle-in-cell“-Simulationen notwendig, weil elektrostatische Effekte mit endlichen Raumladungsdichten eine entscheidende Rolle spielen.

Die Instabilität stellt einen neuartigen spektralen Transferprozess dar, da Energie von der niederfrequenten Welle auf die hochfrequenten Wellen übertragen wird.

Danksagung

Der Autor bedankt sich für die eingehenden Diskussionen mit Eckart Marsch sowie für die finanzielle Unterstützung durch ein Stipendium der International Max Planck Research School (IMPRS) on Physical Processes in the Solar System and Beyond.

Der DGG sei gedankt für die Auszeichnung dieses Beitrages auf der 71. Jahrestagung in Köln.

Literatur

Belcher, J. W. & Davis, L. Jr. (1971): Large-amplitude Alfvén waves in the interplanetary medium, 2. – J. Geophys. Res., 76, 3534.

Hollweg, J. V. & Isenberg, P. A. (2002): Generation of the fast solar wind: A review with emphasis on the resonant cyclotron interaction. – J. Geophys. Res., 107, 1147.

Marsch, E. & Verscharen, D. (2011): On nonlinear Alfvén-cyclotron waves in multi-species plasma. – J. Plasma Phys., im Druck, doi:10.1017/S0022377810000541.

Stix, T. H. (1992): Waves in plasmas. – American Institute of Physics, New York.

Tu, C. & Marsch, E. (1995): MHD structures, waves and turbulence in the solar wind: Observations and theories. – Space Sci. Rev., 73, 1.

Verscharen, D. & Marsch, E. (2011): Compressive high-frequency waves riding on an Alfvén/ion-cyclotron wave in a multifluid plasma. – J. Plasma Phys., im Druck, doi:10.1017/S0022377811000080.

Arrayseismologische Exkursion Staufenmassiv

Universität Potsdam[1], LMU München[2], Universität Hamburg[3]
Editor: D. Rößler (DTU Space, Technical University of Denmark)

Kurzfassung

Studenten und Mitarbeiter der Universitäten Potsdam, Hamburg und der LMU München haben während eines seismologischen Arraypraktikums im Staufenmassiv im Juni 2009 mit Hilfe eines Miniarrays aus Seismometern lokale Seismizität registriert und ausgewertet. Die Gegend des Staufen-Gebirgszuges ist von besonderem geowissenschaftlichen Interesse, weil dort ein Zusammenhang zwischen starken Regenfällen und dem Auftreten von Erdbebenschwärmen hergestellt werden kann. Insgesamt konnten 50 lokale seismische Ereignisse detektiert und geortet werden. Die Ereignisse mit Magnituden $M_L \leq 0,5$ liegen im östlichen Bereich des Staufen, dem Hochstaufen, oberhalb von 2 km Tiefe. Da den Messungen keine starken Niederschläge vorausgingen, belegen die Ergebnisse die andauernde seismische Aktivität des Hochstaufen auf geringem Magnitudenniveau. Ein Sägewerk nördlich des Staufenmassivs wurde als Ursache eines signifikanten Rauschsignals mit einer dominanten Frequenz von ≈ 5 Hz identifiziert. Ein Fernbeben aus Japan konnte zwar registriert, aber aufgrund der zu kleinen Arrayapertur nicht geortet werden.

1 Einleitung

Das Hochstaufenmassiv, nahe Bad Reichenhall gelegen, ist seit 1390 als Erdbebengebiet bekannt und war auch in den letzten Jahren von Schwarmbeben betroffen. Das Bergmassiv besteht aus verkarstetem Kalkstein, der auf Flyschsedimenten aufliegt. Diese Schwarmbeben können nach [1] durch Niederschläge bzw. durch den Anstieg des Porenwasserinnendruckes getriggert werden. Schon kleine Schwankungen im Porendruck können die Ursache für Beben sein, wenn das Gestein nah am kritischen Bruchstadium ist [2]. Besonders in Karstregionen wird das Regenwasser durch Risse oder Kanäle direkt in das Gestein geleitet. Dies hat eine stetige Zunahme der Vertikalspannung, welche auf die unterliegenden porösen Gesteine wirkt, zur Folge. Ein schnelles hydraulisches Belasten des porösen Mediums erhöht den Poreninnendruck mit zunehmender Tiefe und reduziert die Normalspannung entlang von Störungen. Dabei werden Störungszonen in den kritischen Bereich gebracht und Seismizität induziert [3]. Weiterhin befindet sich der Hochstaufen an einer Biegung der Saalach-Verwerfung, die immer noch schwach aktiv sein kann.

Während einer Exkursion im Juni 2009 arbeiteten Wissenschaftler und 23 Studenten der Fachrichtungen Geophysik, Geowissenschaften und Physik der Universitäten Potsdam und Hamburg sowie der LMU München gemeinsam an der Registrierung dieser Schwarmbeben (Abb. 1). Die Verteilung der Beben sowie die Untergrundgeschwindigkeiten des Flyschs wurden mittels Gravimetrie, Geoelektrik und Geomagnetik sowie eines Array aus 6 Seismometern, auf dessen Auswertung sich die Universität Potsdam konzentrierte, untersucht. Die Studenten haben dabei u.a. den Aufbau seismischer Arrays sowie manuelle und automatisierte Arrayverfahren kennen gelernt und praktiziert.

Im Monat vor den Messungen lag die durchschnittliche Niederschlagshöhe pro Tag bei 4 mm (4 l/m^2, Abb. 2). An fünf Tagen wurde dieser Wert deutlich überschritten. Direkt vor den Messungen, am 29. und 30. Mai 2009 fielen täglich etwa zwischen 12 und 15 l/m^2. Diese Niederschlagsmengen reichten jedoch nicht aus, um einen Erdbebenschwarm auszulösen.

2 Arraykonfiguration

Die Aufzeichnung der Daten erfolgte vom 01. bis 05.06.2009 durch ein kleines Seismometerar-

[1] M. Ohrnberger, D. Rößler, R. Barth, M. Delock, A. Händel, K. Hannemann, C. Molkenthin, M. Wieprich, G. Willkommen

[2] J. Wassermann, V. Bachtadse, H. Bernhardt, M. Beyreuther, P. Gäbler, A. Gassner, K. Huber, T. Jusri, S. Koch, S. Kremers, S. Mauerberger, T. Megies, F. Siepmann

[3] T. Dahm, B. Golebiowski, N. Hinze, C. Juretzek, J. Lohse, J. Lücke, A. Martirosian, C. Raub

Abb. 1: Exkursionsteilnehmer aus Hamburg, München und Potsdam.

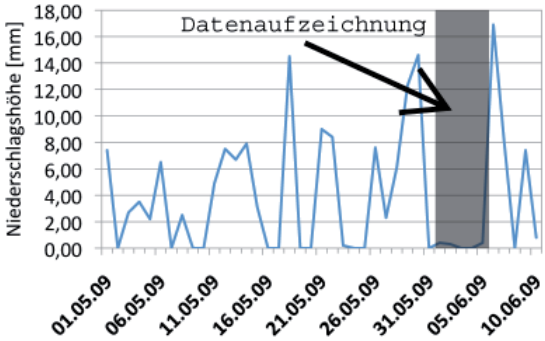


Abb. 2: Tägliche Niederschlagshöhen vor, während und nach der Datenaufzeichnung. Quelle: Deutscher Wetterdienst, Station Piding.

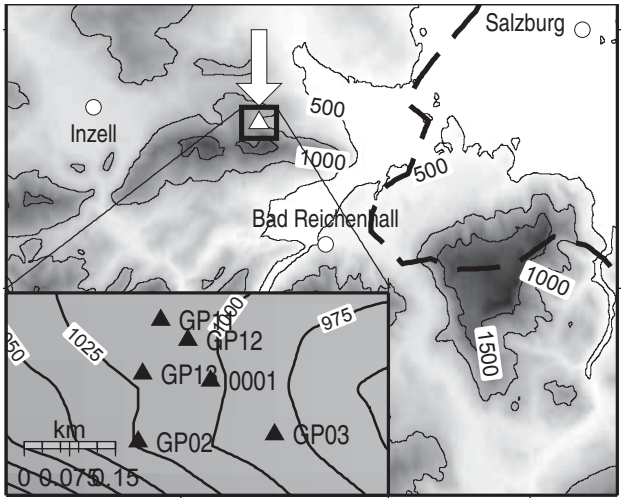


Abb. 3: Arraystandort (weißes Dreieck) nördlich des Hochstaufens (s. Pfeil) in der Region Bad Reichenhall an der Grenze zu Österreich. Schwarze Dreiecke: Array-Stationen.

ray auf der Steiner Alm nördlich des Hochstaufen im Staufenmassiv (Abb. 3). Das Array bestand aus 6 Lennartz-LE3D/5s-Seismometern, welche ca. 0,5 m tief vergraben wurden. Die 3-Komponenten-Seismometer haben eine Eigenfrequenz von 0,2 Hz sowie eine Generatorkonstante von 400 V/m/s. Die Datenlogger vom Typ Lennartz MARSlite wurden mit einer Auflösung von 2 μV/count und einer Abtastfrequenz von 250 Hz betrieben sowie GPS-zeitsynchronisiert. Lediglich die Station GP11 verfügte über eine DCF-Antenne. Deren DCF-Zeit musste um -0,0315 s korrigiert werden. Als Stromquelle dienten 12V-Batterien mit 65 Ah.

Um die Sensitivität des Arrays zu optimieren, errechneten wir für verschiedene Geometrien und Aperturen die Array-Transferfunktionen. Hierbei wurde berücksichtigt, dass ein Großteil der bisherigen, lokalen Beben einen Rückazimut (Backazimuth) von 210° – 240° sowie von 110° – 130° zum Standpunkt unseres Arrays aufwies. Für ein gutes Auflösungsvermögen dieser Ereignisse wären größere Aperturen in diese Richtungen, z.B. in Form eines Kreuzes, sinnvoll. Die zu erwartenden lokalen P-Wellengeschwindigkeiten betragen etwa 5 km/s bei einer Frequenz von 10 bis 50 Hz. Sowohl die größten zu erwartenden Wellenlängen von 500 m als auch die kleinsten Wellenlängen von knapp 55 m (S-Wellen) sollten aufgelöst werden können. In Anpassung an die örtlichen Gebenheiten entstand letztendlich eine Dreiecksform mit den größten Aperturen von 270 m bei etwa 135° und 200 m bei etwa 190° (Abb. 3). Alle Seismometerkoordinaten wurden mit differentiellem GPS ermittelt.

Die Stationen wurden täglich betreut. Durch technische Probleme war Station GP02 längere Zeit nicht aktiv. Die resultierenden Arraytransferfunktionen in für uns relevanten Frequenzberei-

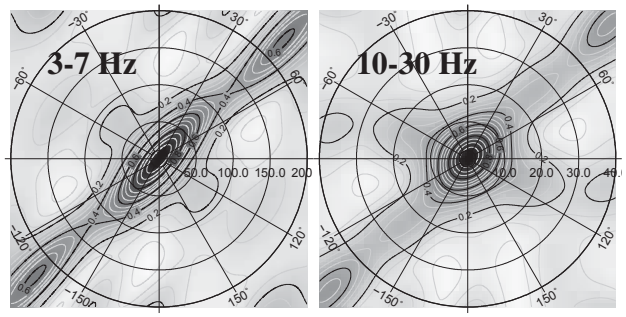


Abb. 4: Arraytransferfunktionen 3 – 7 Hz (links, ohne GP02) und 10 – 30 Hz (rechts). Radial: Slowness in Sekunden/Grad (s/°), azimutal: Richtung gegen Nord, Grauton und Konturlinien: Semblance.

chen (Abb. 4) verdeutlichen die hohe Sensitivität in Richtung NE-SW und die noch hinreichende Slownessauflösung in der für lokale Beben relevanten NW-SE-Richtung bei 10 – 30 Hz.

3 Datenauswertung

Für die Auswertung der Daten und zur Bestimmung der Slownessparameter verwendeten wir das Programm Seismic Handler. Zur Analyse lokaler Ereignisse wurden die Rohdaten mit einem 5 Hz-Butterworth-Hochpass 3. Ordnung gefiltert. Dies diente vor allem zur Reduktion der Meeres-Mikroseismik. Zunächst wurden die Aufzeichnungen manuell analysiert und die Ankunftszeiten sichtbarer P- und S-Wellen gepickt. Slowness und Richtung der P-Wellen wurden unter Annahme ebener Wellen durch Inversion der differentiellen P-Ankunftszeiten bestimmt. Die relevanten Ereignisse wurden zusätzlich mittels Frequenz-Wellenzahl-Analysen (FK-Analysen) untersucht. Eine automatische FK-Analyse des gesamten Datensatzes ergänzte die manuelle Auswertung der Daten. Dabei wurden im Abstand von 0,2 s die FK-Parameter innerhalb von 0,5 s breiten Zeitfenstern und in einem Frequenzbereich von 10 – 30 Hz für den gesamten Datensatz bestimmt. Slowness und Rückazimut wurden an den Semblancemaxima bestimmt [4]. Einschränkungen sollten Fehldetektionen vermeiden. So wurden für die Detektion nur Ereignisse in den Rückazimutbereichen 18 – 30 bzw. 130 – 300° berücksichtigt. Weiterhin sollte ein Beben in mindestens zwei sukzessiven Zeitfenstern auftreten. Um auch die Unruhe effektiv zu unterdrücken, sollte außerdem die Peilstrahlenergie (Beampower) größer als Null und die Kohärenz größer als 0,36

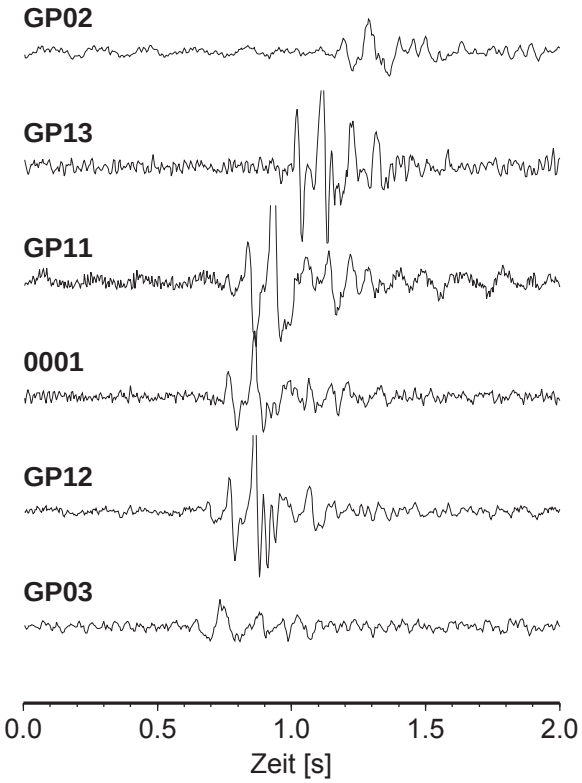


Abb. 5: Vertikale Rohseismogramme eines typischen Ereignisses mit komplizierten, schwer pickbaren P- und S-Welleneinsätzen.

sein. Die Höhe dieser Werte wurde zuvor anhand der gepickten Daten ermittelt.

3.1 Lokalbeben

Bei vielen manuell identifizierten Ereignissen war ein eindeutiges Picken wegen undeutlicher Welleneinsätze schwierig oder nicht möglich (Abb. 5, 7). Teilweise ist auch unklar, ob es sich überhaupt um Beben handelt. Auch eine Rotation der Spuren um den Rückazimut verbesserte die Qualität der Welleneinsätze nicht.

Insgesamt konnten 50 Ereignisse manuell als Lokalbeben identifiziert und lokalisiert werden (Abb. 6, Tab. 1). Die Beben liegen sowohl direkt im Hochstaufenmassiv als auch südlich und nördlich davon. So verteilen sich die Beben im Winkel von 130° bis 360° bis etwa 3 km entfernt um unser Array herum. Lateral scheinen die Herdtiefen von Nord nach Süd anzusteigen. Dies deutet auf einen Zusammenhang zum Einfallen des Kalk-Flysch-Kontaktes hin. Allerdings erlaubt die Unsicherheit von einigen 100 m in den Lokalisierungen der Beben hier keine detaillierte Interpretation. Zeitlich sind die Ereignisse nicht gleich verteilt (Abb. 8). Registrierungslücken am 03.06.,

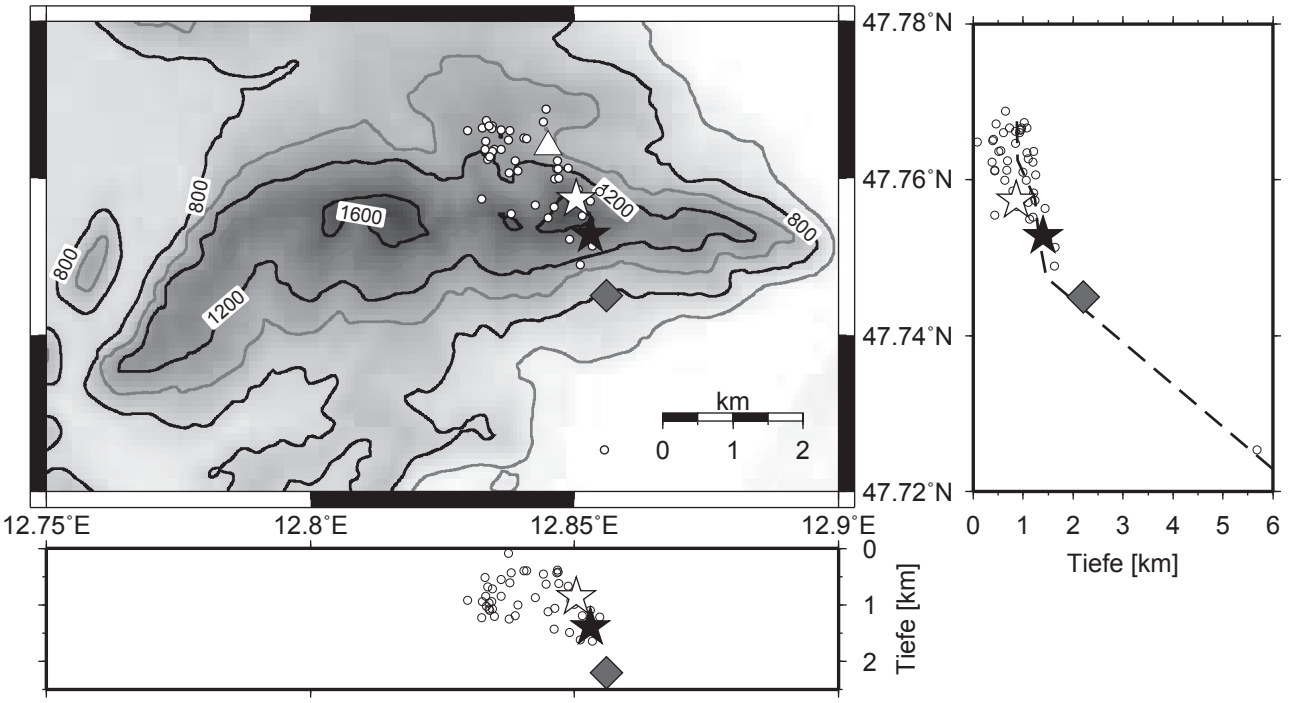


Abb. 6: Hypozentren manuell detektierter Erdbeben (s. Tab. 1). Dreieck: Arraystandort. Weißer/schwarzer Stern: Lokalisierungen des Referenzbebens am 02.06.2009, 23:53:02 Uhr durch unser Array unter Annahme von 2 verschiedenen S-Ersteinsatzzeiten. Graue Raute: Referenzbeben, lokalisiert durch den Erdbebendienst Bayern. Gestrichelte Linie: in Intervallen von 0.005°N gemittelte und interpolierte Herdtiefen.

3:00 bis 6:00 Uhr sowie vom 04.06., 13:00 Uhr bis zum 05.06.2009, 05:00 Uhr können zum Teil auf erhöhtes Rauschniveau zurückgeführt werden.

Von besonderer Bedeutung war ein eindeutig identifiziertes Beben am 02.06.2009 um 23:53:02 Uhr (graues Viereck in Abb. 6), welches als Referenz diente. Der Erdbebendienst in Bayern (`www.erdbeben-in-bayern.de`) lokalisierte dieses Beben in einer Tiefe von 2,2 km bei 47,745°N, 12,856°E und gibt für die Magnitude $M_L = 0,5$ an. Als Referenzhöhe wurde die Höhe der Station 0001 (1032,84 m ü.N.N.) gewählt. Zur Lokalisierung wurde ein simples 2-Blockgeschwindigkeitsmodell angenommen. Dieses beinhaltet die 3D-Topographie sowie die Flysch-Kalk-Grenze als vertikale Störung. Nördlich der Linie Moar Alm - Arzkasten - Frillensee wurden seismische Geschwindigkeiten von $v_p = 3,6$ km/s und $v_s = 2,0$ km/s und südlich davon von $v_p = 5,0$ km/s und $v_s = 3,2$ km/s angenommen. Ein Vergleich der Wellenformen zeigt, dass die von uns detektierten Ereignisse in Tab. 1 geringere Magnituden als dieses Referenzbeben ausweisen. Die Daten dieser Lokalisierung ergeben für unser Array einen theoretischen Rückazimut von 153,3° und eine theoretische Langsamkeit (Slowness) von 26,6 s/° (s. Tab. 2).

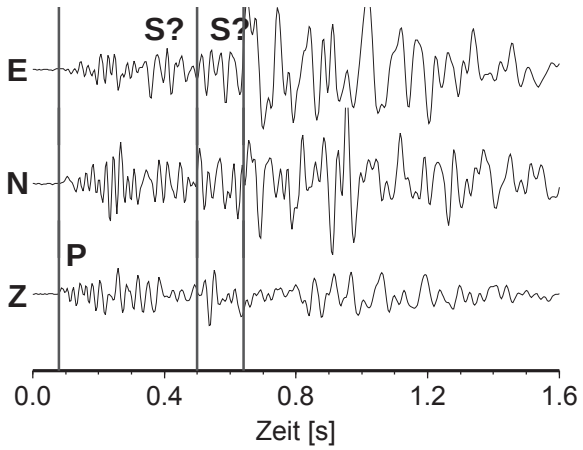


Abb. 7: Rohseismogramme des Lokalbebens am 2.6.2009 um 23:53:02 Uhr.

Aus den Aufzeichnungen unseres Arrays folgen ein Rückazimut von $158,5° \pm 4,8°$ und eine Slowness von $25,6$ s/° $\pm$ $1,8$ s/° (Tab. 1). Während die Einsätze der P-Welle sehr gut gepickt werden konnten, erscheinen die der S-Welle nicht eindeutig (Abb. 7). Vielmehr gibt es zwei mögliche Einsatzzeiten. Der S-Welleneinsatz bleibt auch unklar, wenn die Spuren gefiltert und um den Rückazimut rotiert werden.

Tab. 1: Manuell registrierte seismische Ereignisse mit Array- und Herdparametern (s. Abb. 6). p: Slowness, Φ: Rückazimuth. †: Referenzbeben mit 2 möglichen Lokalisierungen und t_{s-p}.

t_p (UTC)	t_{s-p} [s]	p [s/°]	Φ [°]	Epizentral-distanz [km]	Hypozentral-distanz [km]	geogr. Länge [°E]	geogr. Breite [°N]	Tiefe [km]
†2-JUN-2009 23:53:02.084	0.56	25.56	158.52	1.915	2.688	12.855	47.750	1.715
†2-JUN-2009 23:53:02.084	0.35	25.56	158.52	1.077	1.512	12.851	47.756	1.058
3-JUN-2009 00:06:23.232	0.39	33.73	210.40	1.625	1.728	12.836	47.753	0.529
3-JUN-2009 01:47:57.326	0.49	24.69	159.20	1.483	2.154	12.853	47.753	1.466
3-JUN-2009 00:54:35.253	0.38	16.37	243.77	0.711	1.558	12.837	47.762	1.465
3-JUN-2009 02:14:04.568	0.44	24.05	148.66	1.296	1.933	12.855	47.755	1.349
3-JUN-2009 09:29:51.435	0.26	42.33	272.94	1.366	1.157	12.828	47.765	0.000
3-JUN-2009 09:33:58.649	0.44	20.70	262.48	1.123	1.946	12.832	47.763	1.484
3-JUN-2009 09:46:59.704	0.32	16.07	178.28	0.636	1.420	12.846	47.759	1.303
3-JUN-2009 09:55:38.223	0.59	24.54	171.09	1.795	2.623	12.850	47.749	1.836
3-JUN-2009 11:18:33.287	0.36	26.95	270.19	1.189	1.583	12.830	47.765	1.038
3-JUN-2009 11:27:11.430	0.38	22.69	261.01	1.056	1.669	12.832	47.763	1.318
3-JUN-2009 11:37:59.017	0.31	23.99	282.73	0.918	1.373	12.834	47.767	1.037
3-JUN-2009 12:01:13.449	0.25	26.07	283.50	0.813	1.119	12.836	47.766	0.749
3-JUN-2009 12:08:04.090	0.30	27.96	284.25	1.045	1.341	12.832	47.767	0.884
3-JUN-2009 12:18:17.398	0.37	23.33	159.96	1.062	1.633	12.851	47.756	1.216
3-JUN-2009 16:12:13.395	0.37	24.33	163.71	1.069	1.576	12.850	47.756	1.142
3-JUN-2009 19:55:58.420	0.45	24.89	184.17	1.367	1.970	12.845	47.753	1.384
3-JUN-2009 20:23:37.676	0.23	23.19	172.65	0.647	1.001	12.847	47.759	0.768
3-JUN-2009 21:53:35.194	0.62	52.08	202.51	4.016	2.766	12.826	47.733	0.000
3-JUN-2009 22:24:49.493	0.50	26.13	231.23	1.610	2.210	12.829	47.756	1.510
3-JUN-2009 22:30:42.771	0.68	26.57	168.00	2.230	3.011	12.852	47.745	1.998
3-JUN-2009 22:38:31.744	0.66	24.88	159.97	2.024	2.918	12.855	47.748	2.021
3-JUN-2009 23:32:33.200	0.37	26.19	196.03	1.187	1.626	12.842	47.755	1.076
4-JUN-2009 01:27:35.145	0.23	19.39	151.96	0.501	0.927	12.849	47.760	0.827
4-JUN-2009 02:22:39.743	0.45	19.56	179.96	1.062	1.947	12.846	47.754	1.762
4-JUN-2009 02:44:22.052	0.22	73.60	191.41	1.753	0.854	12.841	47.747	0.000
4-JUN-2009 05:16:42.426	0.19	35.57	271.75	0.812	0.819	12.835	47.765	0.103
4-JUN-2009 05:34:22.602	0.22	21.37	346.85	0.593	0.995	12.844	47.770	0.785
4-JUN-2009 06:10:24.101	0.14	20.30	332.68	0.345	0.610	12.844	47.768	0.564
4-JUN-2009 06:45:58.443	0.39	26.47	280.64	1.275	1.728	12.829	47.767	1.157
4-JUN-2009 06:55:20.831	0.32	29.36	254.74	1.225	1.496	12.831	47.762	0.834
4-JUN-2009 07:55:54.139	0.33	18.89	234.65	0.987	1.875	12.836	47.760	1.534
4-JUN-2009 08:03:42.558	0.18	26.16	277.20	0.579	0.794	12.839	47.765	0.491
4-JUN-2009 08:08:57.185	0.18	24.08	173.60	0.549	0.818	12.847	47.760	0.535
4-JUN-2009 08:14:15.377	0.16	25.11	276.02	0.511	0.731	12.840	47.765	0.484
4-JUN-2009 08:45:22.973	0.26	28.90	261.73	0.922	1.144	12.834	47.763	0.683
4-JUN-2009 09:43:45.459	0.37	23.68	283.34	1.094	1.656	12.831	47.767	1.317
4-JUN-2009 09:52:48.201	0.26	31.72	263.42	1.028	1.162	12.830	47.763	0.635
4-JUN-2009 09:57:33.941	0.29	24.96	153.31	0.893	1.283	12.852	47.757	0.970
4-JUN-2009 11:16:35.584	2.01	22.05	170.73	5.463	8.887	12.858	47.716	6.988
4-JUN-2009 11:33:43.595	0.41	25.04	287.21	1.259	1.803	12.830	47.768	1.261
4-JUN-2009 11:40:43.846	0.38	28.71	277.26	1.355	1.693	12.826	47.766	1.131
4-JUN-2009 12:01:47.942	0.16	24.35	171.23	0.487	0.718	12.847	47.760	0.523
4-JUN-2009 12:19:39.889	0.31	19.68	231.03	0.749	1.366	12.838	47.760	1.229
4-JUN-2009 12:26:33.286	0.40	23.13	256.47	1.140	1.768	12.831	47.762	1.353
4-JUN-2009 12:53:42.541	0.14	20.95	168.75	0.351	0.601	12.847	47.762	0.470
5-JUN-2009 03:51:06.111	0.39	108.76	235.31	6.308	2.080	12.783	47.735	0.000
5-JUN-2009 04:38:02.048	0.43	22.24	137.61	1.175	1.895	12.857	47.757	1.493
5-JUN-2009 05:25:44.312	0.35	24.63	281.99	1.054	1.535	12.832	47.767	1.166
5-JUN-2009 05:54:16.125	0.38	25.03	283.49	1.163	1.667	12.831	47.767	1.193

Tab. 2: Wertebereiche von p und v_p bei Variation von Laufzeit t, Epizentraldistanz x und Tiefe z für das Referenzbeben am 02.06.2009 um 23:53:02 Uhr. Die berechnete Slowness p beträgt 26,6 s/°.

	Wert	p [s/°]	v_p [km/s]
t [s]	0,97	24,10	3,41
$(\pm 0,1)$	1,17	29,07	2,83
x [km]	2,15	26,64	2,89
(± 0.3)	2,75	25,18	3,31
z [km]	1,73	32,40	2,80
$(\pm 0,5)$	2,73	21,65	3,43

Zur Lokalisierung aufgrund der Arraypeilung wird von uns ein isotroper und homogener Untergrund angenommen. Auf Grundlage der für das Referenzbeben von uns ermittelten Slownesswerte sowie der Epizentraldistanz nach der Lokalisierung des Erdbebendienstes in Bayern wählten wir $v_p = 3,1$ km/s und $v_p/v_s = 1,86$ [5]. Daraus und anhand der gepickten Ersteinsatzzeiten ergeben sich die voneinander verschiedenen Hypozentren für beide möglichen S-Welleneinsätze (Tab. 1 sowie weißer und schwarzer Stern in Abb. 6). Unsere Station 0001 dient auch hierbei als Referenzhöhe.

Die Abweichungen zwischen den beiden Lokalisierungen können durch Einflüsse der Topografie oder einer gekrümmten Wellenfront erklärt werden. Ebenso sind Fehler in der Lokalisierung des Erdbebendienstes in Bayern möglich. Allerdings ist dessen Netzwerkgeometrie für die Lokalisierung prinzipiell besser geeignet. Um eine konsistente Lösung abzuschätzen, wurden die Herdkoordinaten des Erdbebendienstes variiert. In Tab. 2 sind die Fehlereinflüsse von Laufzeit, Distanz und Tiefe auf die Slowness und die P-Wellen-Geschwindigkeit dargestellt. Horizontale Slowness p und P-Wellengeschwindigkeit v_p wurden dabei wie folgt berechnet:

$$p = \frac{\sin(i) \cdot t \cdot 111{,}19 \text{ km}/^\circ}{x},$$
$$v_p = s/t, \quad s = (x^2 + z^2)^{\frac{1}{2}},$$

mit i: Inzidenzwinkel, t: Laufzeit, x: Epizentraldistanz, s: Hypozentraldistanz, z: Tiefe.

Der von uns gemessene Wert für die Slowness von 25,6 ± 1,8 s/° liegt im Fehlerbereich der Daten des Erdbebendienstes (Tab. 2). Es konnte also durch das Array eine konsistente Lösung gefunden werden. Dasselbe gilt auch für das Rückazimut. Die abgeleiteten P-Wellengeschwindigkeiten variierten zwischen 2,8 und 3,4 km/s. Die refraktionsseismischen Messungen der Universität München ergaben jedoch höhere Werte von $v_p = 3,6$ km/s für den Flysch, oberflächennah auch weniger, und $v_p = 4,0$ km/s für die Verwitterungsschichten des Kalksteins. Wahrscheinlich ist, dass Inhomogenitäten im Untergrund, vielleicht sogar Anisotropie für die Unterschiede in v_p verantwortlich sind. Anzeichen eines heterogenen Untergrundes lieferte auch eine durchgeführte Polarisationsanalyse, die eine sehr starke Streuung der Inzidenzwinkel ergab. Wäre v_p zu hoch gewählt, würde das die Unterschiede in der Tiefenbestimmung erklären.

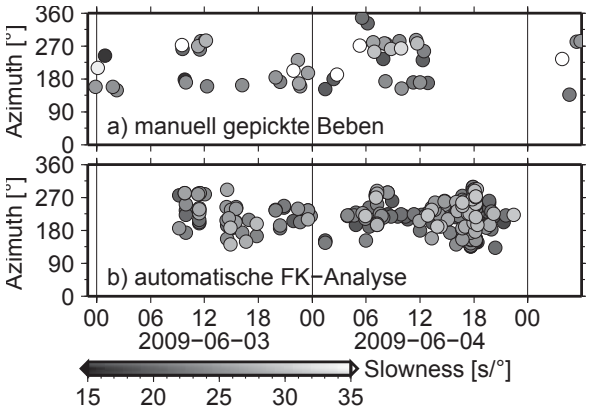


Abb. 8: Zeitliche Verteilung (UTC) und Rückazimut der manuell (a) und automatisch (b) registrierten Ereignisse am 03.06. und 04.06.2009 (s. Tab. 1). Durch Unsicherheiten bei der Bestimmung der Einsatzzeiten können unrealistische Slownesswerte auftreten (a).

Die automatische FK-Analyse konnte deutlich mehr potentielle Beben detektieren als die manuelle (s. Abb. 8). Allerdings ist deren Korrelation nicht allzu hoch. Verantwortlich hierfür ist wahrscheinlich eine zu hohe Heterogenität des Untergrundes, der hohe Rauschanteil der lokalen Daten und somit Inkohärenz der Wellenformen sowie die relativ geringe Anzahl von Stationen.

3.2 Fernbeben

Neben den lokalen Erdbeben wurde auch ein Fernbeben der Magnitude $M_w = 6,3$ registriert (Abb. 9). Dieses ereignete sich am 5. Juni 2009 um 03:30:35 UTC vor Japan und wurde um 03:42:44 UTC an unserem Array aufgezeichnet.

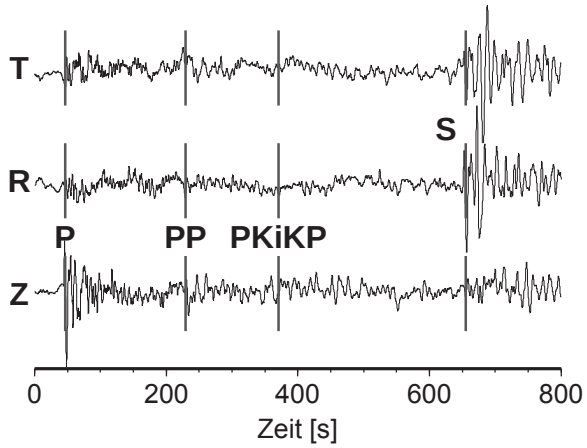


Abb. 9: Bodenverschiebung an GP03 durch ein Fernbeben ($M_w = 6,3$, Hokkaido/Japan) am 05.06.2009, 03:42:44 (restituiert bis 20 s, um den Rückazimut rotiert).

Das Hypozentrum liegt bei 41,84°N, 143,43°E und einer Tiefe von 39 km (GEOFON, Deutsches Geoforschungszentrum GFZ). Anhand der Ersteinsatzzeiten ermittelten wir einen Rückazimut von 35,27° und eine Slowness von 30,98 s/°. Die ermittelte Slowness weicht deutlich vom theoretischen Wert von 5,34 s/° bei 81° [6] ab. Die Abweichung tritt auf, weil die Apertur unseres Arrays für die Auswertung von teleseismischen Beben schlicht zu klein ist und keine vernünftige Auflösung der Slowness für tieffrequente teleseismische Wellenformen zulässt. Aus der Darstellung der Partikelbewegungen konnten wir jedoch einen Inzidenzwinkel von etwa 10 ° ermitteln. Dieser entspricht einer mittleren Mediumsgeschwindigkeit von circa 3,6 km/s und bestätigt unsere Annahmen.

3.3 Anthropogene Quellen

Neben seismischen Ereignissen finden sich in den Daten auch Ereignisse anthropogenen Ursprungs. Am 04.06.2009 wurde zwischen 11:30 Uhr und 15:00 Uhr ein langandauerndes Ereignis aufgezeichnet, dessen Frequenz im Bereich von 4 bis 6 Hz lag (Abb. 10). Eine FK-Analyse ergibt $p =$ 35 s/° und einen Rückazimut von 273 ° (Abb. 11). Da im Westen unseres Arrays ein Sägewerk liegt, ist dieses vermutlich der Ursprung des Signals. Am Abend des selben Tages, kurz vor 18:00 Uhr, konnten wir einen Polizei-Hubschrauber beobachten, der das Hochstaufenmassiv abflog. In unseren Daten ist der Helikopter als hochfrequentes Signal erkennbar.

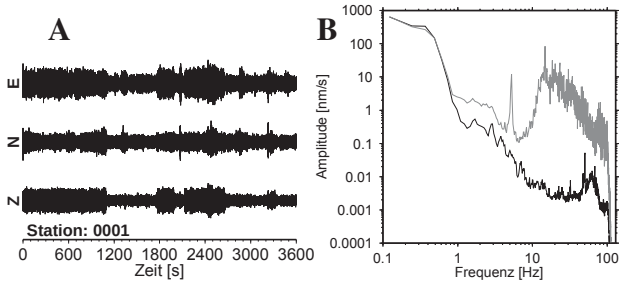


Abb. 10: **(A)** Signal an der Station 0001 am 04.06.2009, 13 – 14 Uhr. Hohe Amplituden entsprechen einer Oberflächenwelle aus Westen mit einer dominanten Frequenz von 5 Hz (s. Abb. 11A). **(B)** Die Spektren der vertikalen Bodengeschwindigkeit am selben Tag zum Vergleich. Schwarz: 0 – 1 Uhr, grau: 13 – 14 Uhr.

Die anthropogenen Ereignisse bewirken, dass der Rauschanteil im Frequenzbereich ab 1 Hz tagsüber deutlich höher ist als nachts (Abb. 11). Zur Beurteilung der Datenqualität wurden Signalrauschverhältnisse (SNR) mehrerer Ereignisse berechnet. Das Signal des Sägewerks (4 – 6 Hz, Abb. 11) wurde dazu mittels eines Hochpasses mit einer Eckfrequenz von 8 Hz unterdrückt.

Für die Bestimmung des SNR wurden gleichlange Zeitfenster vor und während des Signals eines Ereignisses gewählt. Nach Abzug des Mittelwerts wurden die Amplituden jeweils für Ereignissignal und Rauschen innerhalb der Zeitfenster quadriert, integriert und auf die Anzahl der Punkte im Zeitfenster normiert. Das SNR ergibt sich aus der Wurzel des Verhältnisses dieser Werte. Das lokale Referenzbeben (Abb. 7) hat ein gutes SNR von circa 230, ein kleines Beben in der Nacht dagegen nur etwa 2. Während ein durchschnittliches Beben in der Nacht ein SNR von 21 hat, verringert sich der Wert am Tag erwartungsgemäß auf etwa 8.

4 Zusammenfassung und Diskussion

Die Untersuchungen hatten wissenschaftlichen Charakter und dienten der Studentenausbildung. Mit Hilfe des Seismometerarrays auf der Steiner Alm wurden im Zeitraum 2. bis 5. Juni 2009 insgesamt 50 seismische Ereignisse registriert und geortet. Dabei handelt es sich wahrscheinlich überwiegend um flache Einzelerdbeben oberhalb von 2 km Tiefe und sehr geringer Magnitude ($M_L \leq 0,5$) im Bereich des Hochstaufen.

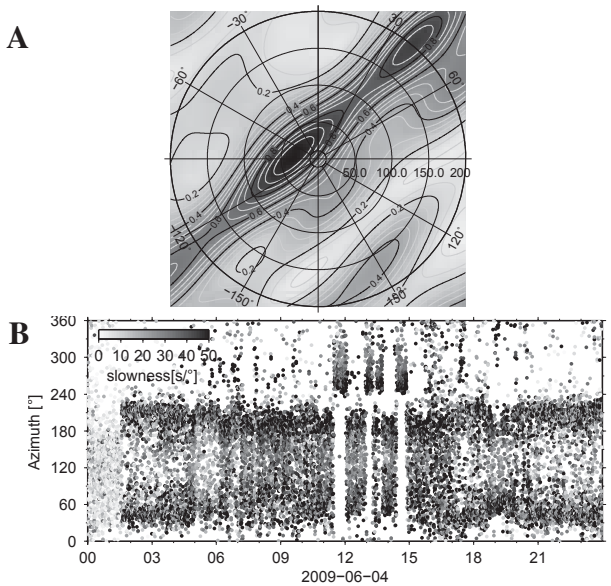


Abb. 11: **(A)** Peilung des 5 Hz-Signals (Abb. 10A) mittels FK-Analyse im Frequenzbereich 3 – 7 Hz bei einem Rückazimut von 273° und $p = 35$ s/° (Oberflächenwellen). **(B)** Automatische FK-Analyse (4 – 7 Hz) am 04.06.2009, 0 – 24 Uhr. Kreise: Rückazimut und Slowness der Semblancemaxima je Zeitschritt im Abstand von 10 s. Das 5 Hz-Signal ist von 11:30 bis 15 Uhr aus Westen kommend sichtbar.

Gleichzeitig wurden auch viele andere hochfrequente lokale Ereignisse aufgezeichnet. Diese hatten stark inkohärente Wellenformen, keine auswertbaren S-Welleneinsätze und werden mit den fortwährenden Gesteinsschlägen erklärt. Solche Ereignisse wurden zwar detektiert, aber nicht weiter ausgewertet.

Relativ hohes Rauschniveau, geringe Stationsanzahl des Arrays und komplizierte Wellenformen durch überwiegend hohen Frequenzanteil bei komplexer Geologie des Untergrundes haben deren Auswertung erschwert. Daher war auch die manuelle Datenprozessierung der automatisierten FK-Analyse überlegen. Die Ankunftszeiten der S-Wellen und damit die Bestimmung der Hypozentraldistanzen waren häufig mehrdeutig. Dadurch konnten die Ereignisse nur ungenau lokalisiert werden. Die Lokalisierungen wurden jedoch durch Vergleich mit einem vom Erdbebendienst Bayern registrierten Erdbeben im Hochstaufen und durch Abwägung der Unsicherheiten des seismischen Untergrundmodells verifiziert.

Die seismische Aktivität des Hochstaufen ist besonders durch ihren Schwarmcharakter in Folge von starken Niederschlägen bekannt. Solche Niederschläge sind den detektierten Erdbeben jedoch nicht vorausgegangen. Somit ist belegt, dass im Hochstaufen auch außerhalb intensiver Regenereignisse Erdbeben geringer Magnituden auftreten.

Die laterale Verteilung der Erdbeben in Abb. 6 weist auf einen Anstieg der Herdtiefen in Richtung Süden also in Fallrichtung des Kalk-Flysch-Kontaktes hin. Dies deutet eine Verschiebung des Gesteins im Zusammenhang mit dieser Grenze an. Durch die begrenzte Lokalisierungsgenauigkeit ist eine solche Interpretation jedoch nicht eindeutig möglich. Dafür wäre ein Array mit einer höheren Seismometeranzahl in Kombination mit einem Seismometernetzwerk ideal.

Eine wesentliche Komponente des Rauschens war ein Signal mit einem dominanten Frequenzanteil von 4 – 6 Hz. Dieses trat während üblicher Werkszeiten auf und wurde einem Sägewerk nordwestlich des Staufenmassivs zugeordnet.

Literatur

[1] KRAFT, T., WASSERMANN, J., SCHMEDES, E. & IGEL, H. (2006), *Meteorological triggering of earthquake swarms at Mt. Hochstaufen, SE-Germany*, Tectonophysics, 424, 245-258.

[2] HAINZL, S., KRAFT, T., WASSERMANN, J., IGEL, H. & SCHMEDES, E. (2006), *Evidence for rainfall-triggered earthquake activity*, Geophys. Res. Lett., 33, L19303.

[3] MILLER, S. A. (2008), *Note on rain-triggered earthquakes and their dependence on karst geology*, Geophys. J. Int., 173, 334-338.

[4] RÖSSLER, D., KRÜGER, F., OHRNBERGER, M. & EHLERT, L. (2010), *Rapid characterisation of large earthquakes by multiple seismic broadband arrays*, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 10(4): 923-932.

[5] SCHWARTZMANN, A. (1996), *Untersuchungen der seismischen Aktivität im Raum Bad Reichenhall*, Diplomarbeit, LMU München.

[6] KENNETT, B.L.N., ENGDAHL, E.R. & BULAND R. (1995), *Constraints on seismic velocities in the Earth from travel times*, Geophys. J. Int., 122, 108-124.

Erratum zu dem Beitrag „Landslide dynamics via SDEM/SPH“ von Eisermann & Joswig (DGG-Mitteilungen 2/2011, 45-51)

Unfortunately the variables of the formula on page 50 were inconsistent with those of previous ones. Please note the updated formula and notation.

$$\rho \frac{\partial}{\partial t}(\epsilon \boldsymbol{v}) = -\nabla(\epsilon p) + \mu \Delta(\epsilon \boldsymbol{v}) + \epsilon \rho \boldsymbol{g} - \frac{\rho C_D (1-\epsilon) v^2}{2 d_s (\sqrt{(\pi/4)} - \sqrt{(1-\epsilon)})^2} + \ldots$$

NOTATION

$[\,]_a$	Quantity at Particle a
$[\,]_{ab}$	Averaged quantity of Particle a and b
$[\,]^{i/ij}$	Coordinate component
K	Stiffness
ε	Strain
$\dot{\varepsilon}$	Strain rate
σ	Stress
σ_1	Maximum principal stress
σ_3	Minimum principal stress
P,p	Pressure
s	Deviatoric stress
s_{trial}	Unrestricted deviatoric stress
$\dot{s}$	deviatoric stress rate
Γ	Critical Factor after Mohr-Coulomb
μ	Viscosity
Ω	Rotation Tensor
∇	Gradient
v, v	Velocity
t	Time
W, w	Smoothing Kernel
C	Cohesion
Φ	Friction Angle
m	Mass
g	Acceleration of gravity
F, f	Force
f	Contact force
T	Traction
S	Surface
A(l)	Two particles' contact area
R	Radius
n	Normal vector
η	Lame's first parameter
λ	Lame's second parameter
A	Placeholder for physical quantity
r	Location
h	Smoothing length
V	Volume
ρ	Environmental density
ρ_0	Material density
γ	Stiffness exponent
c	Acoustic velocity
C_D	First seepage interaction parameter
d_s	Second seepage interaction parameter
ϵ	Porosity

NACHRICHTEN AUS DER GESELLSCHAFT

Komitee Studienfragen: Studentische Umfrage zu geophysikalischen Studiengängen

Torsten Dahm, Hamburg

Das Präsidium der DGG hatte im Juni 2010 eine Arbeitsgruppe einberufen und ein Positionspapier zum Berufsbild „Geophysiker“ veröffentlicht (DGG-Mitteilungen Nr. 3/2010, http//www.dgg-online.de/_data/downloads/DGG_Positionspapier.pdf). In dem Papier wurde die universitäre Ausbildung für Geophysik diskutiert mit der Empfehlung, neben geophysikalischen Inhalten die Grundlagen in Mathematik und Physik in ausreichendem Umfang in den Studiengängen zu berücksichtigen. Das Papier hatte zu Diskussionen innerhalb der DGG und zwischen Studiengangsplanern angeregt. Um die Sichtweise der Studierenden und ihre aktuelle Situation in B.Sc.- und M.Sc.-Studiengängen in der Geophysik zu beleuchten, hat das Komitee Studienfragen im Rahmen der GAP-Veranstaltung 2011 in Hamburg eine studentische Umfrage durchgeführt.

Teilnehmerkreis

Das jährliche 3-tägige studentische GAP-Treffen wird seit 1985 von Studierenden der Geophysik durchgeführt und zieht mehr als 100 Geophysik-Studierende aus Deutschland und dem benachbarten Ausland an. Das Treffen dient dem studentischen Informationsaustausch und ist durch Konferenzvorträge und Exkursionen geprägt. In Hamburg nahmen von den 164 angemeldeten Studierenden − wegen der EHEC-Infektion sind nicht ALLE gekommen − dann nur 134 Studierende aus 14 deutschen (ca. 80% der Teilnehmer) und 5 ausländischen Universitäten teil. Hauptsächlich waren B.Sc.-Studierende vertreten, mit einem kleinen Anteil an Master-Studierenden und Diplomanden. An der Umfrage des Komitees beteiligten sich 49 Studierende, wobei sich etwa 40 % auf B.Sc.- und 60 % auf M.Sc.- und Diplomstudiengänge bezogen. Etwa die Hälfte der B.Sc.-Studierenden ist in geophysikalischen und die andere Hälfte in geowissenschaftlichen Studiengängen eingeschrieben. Ähnlich war die Aufteilung bei den M.Sc.-Studierenden.

Fragen

Die Fragen betrafen drei Aspekte der Studiensituation:

(1) Wie unterscheiden sich die aktuell vermittelten von den aus studentischer Sicht erwarteten Inhalten und Kompetenzen?

(2) Welche Aspekte der Ausbildung motivieren und welche demotivieren unsere Studierenden?

(3) Nach welchen Kriterien suchen sich B.Sc.-Absolventen einen Masterstudiengang in Geophysik aus?

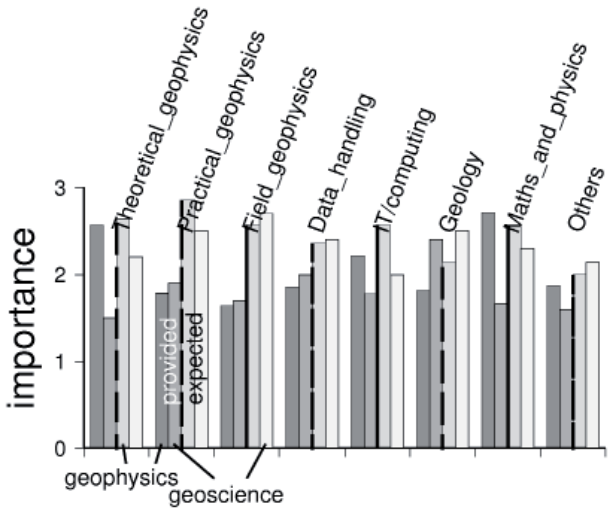


Abb. 1: Einschätzung der relativen Wichtigkeit (1=„low“, 2=„fair“, 3=„high“) von angebotenen „Skills“ und Wissen (linke Hälften) und dem gewünschten Angebot (rechte Hälften). Die linken und rechten Felder wurden jeweils in Geophysik- und Geowissenschaften-Studiengänge unterteilt.

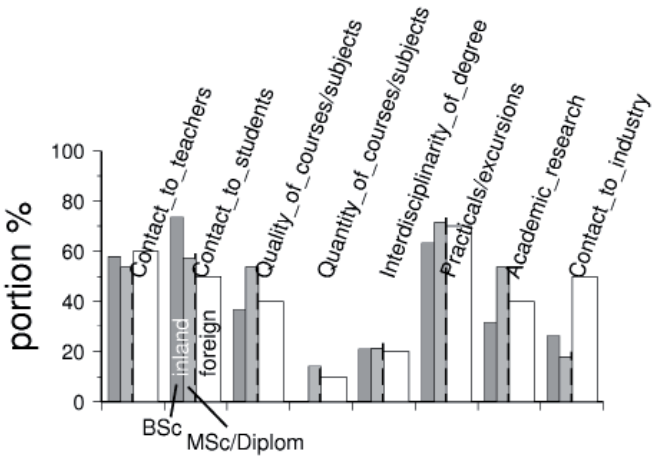


Abb. 2: Reihung der am meisten motivierenden und ermutigenden Aspekte des Studiums von Geophysik-Studierenden (prozentuale Anzahl der ausgewählten Antworten). Die Antworten sind in Inlands- und Auslandstudiengänge unterteilt, und im Inland zusätzlich in B.Sc.- und M.Sc.-Kurse.

Ergebnisse

Die Abbildungen 1-4 zeigen die Ergebnisse der Kurzumfrage, aufgegliedert nach den Gruppen der B.Sc.- und M.Sc.-/Diplomstudierenden und/oder der Sichtweise der im Inland und im Ausland Studierenden. Abbildung 1 betrifft die Einschätzung der Wichtigkeit einzelner Modulinhalte und Fertigkeits- und Wissensfelder, wobei jeweils nach den im eigenen Studiengang angebotenen und den für die Karriereplanung erwarteten bzw. gewünschten Modulanteilen gefragt wurde. Befragt wurde die Einordnung der theoretischen, praktischen und Feldgeophysik, der Datenbearbeitung, des IT/Computing, der Geologie und der Grundlagen in Mathematik und Physik. Studierende der Geowissenschaften empfinden in nahezu allen Modulen, dass das Angebot hinter den Wünschen oder Erfordernissen zurückbleibt. Bei den Studierenden der Geophysik sieht es ähnlich aus, mit Ausnahme der theoretischen Geophysik und der Grundlagen in Mathematik und Physik. Zumindest für diese Gruppe steht die Einschätzung des Positionspapiers des DGG-Präsidiums im Widerspruch zur Sichtweise der Studierenden. Einhellig finden alle Studierenden, egal ob in einem Geophysik- oder Geowissenschaften-Studiengang, dass die praktischen und feldgeophysikalischen Aspekte bei einem Studium in Deutschland deutlich zu kurz kommen.

Die Abbildungen 2 und 3 analysieren die am meisten motivierenden und ermutigenden und die am meisten demotivierenden und entmutigenden Aspekte des Geophysik-Studiums. Hier wurde in Studiengänge im In- und Ausland unterteilt. Für die inländischen Studiengänge konnte zusätzlich in B.Sc.- und M.Sc.-/Diplomstudiengänge differenziert werden. Spitzenreiter bei den Motivationsbringern mit über 60 % sind Exkursionen und praktische Übungen sowie der Kontakt zu anderen Studierenden. Im Einzelnen gibt es jedoch Unterschiede zwischen den Gruppen. So ist z.B. der Kontakt zur Industrie für Studierende im Ausland relativ wichtig und motivierend, während er in Deutschland keine Rolle zu spielen scheint. Erfreulich ist, dass es für unsere Studierenden deutlich mehr motivierende als demotivierende Aspekte gibt. Auffällig ist bei den Motivationstötern die hohe Arbeitsbelastung für B.Sc.-Studierende, die für M.Sc.- und Diplomstudierende eine untergeordnete Rolle zu spielen scheint. Immerhin empfinden 20 % der B.Sc.-Studierenden im Inland auch den vorhandenen Konkurrenzdruck als entmutigend. Etwa 30 % der Studierenden im Inland werden durch qualitativ schlechte Kurse entmutigt – deutlich mehr als im Ausland.

Der letzte Fragenblock betraf die Kriterien für B.Sc.-Studierende, sich einen M.Sc.-Kurs auszusuchen (Abbildung 4). Befragt wurde die Einordnung der relativen Wichtigkeit der indivi-

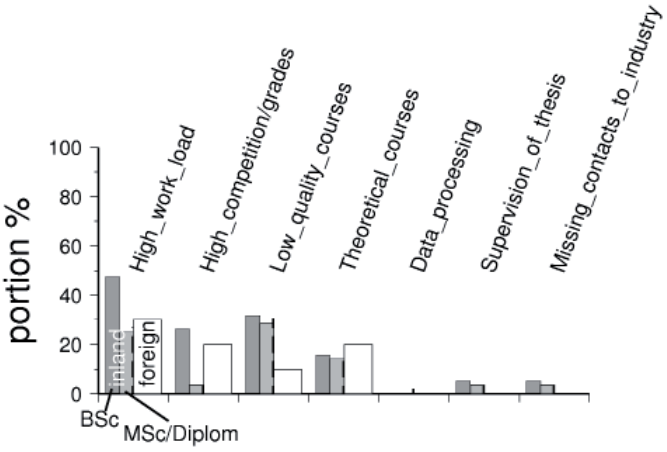


Abb. 3: Reihung der am meisten demotivierenden und entmutigenden Aspekte des Studiums (prozentuale Anzahl der ausgewählten Antworten). Die Antworten sind in Inlands- und Auslandstudiengänge unterteilt, und im Inland zusätzlich in B.Sc.- und M.Sc.-Kurse.

duellen Spezialisierung, der Interdisziplinarität des angebotenen Programms, der Kosten des Studiums, der Reputation des Studiengangs, der spezifischen Kombination von Modulen und des Kontakts zu Studierenden und Lehrenden. Insgesamt spielen fast alle dieser Kriterien eine hohe Rolle (> 2). Spitzenreiter im In- und Ausland ist die Möglichkeit der Spezialisierung. Studierende im Ausland sehen die Reputation der Schule als zweitwichtigstes Kriterium, wogegen unsere Studierenden im Inland eher den Kontakt zu Studierenden/Lehrenden in den Vordergrund stellen.

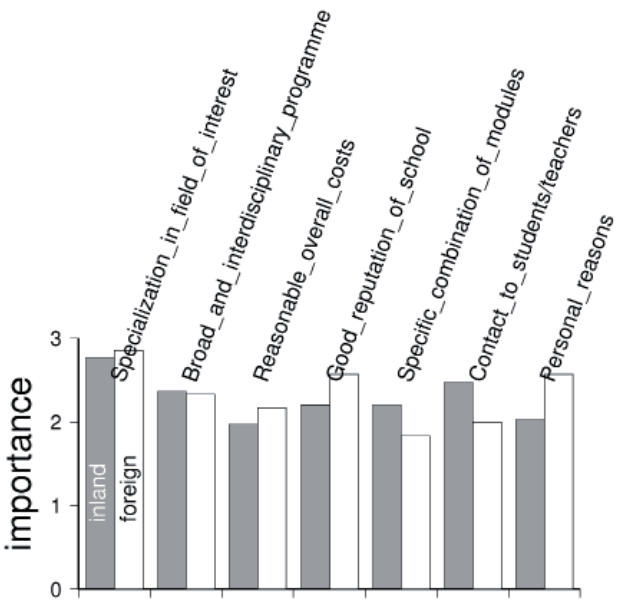


Abb. 4: Reihung (1=„low“, 2=„fair“, 3=„high“) der studentischen Kriterien, sich einen Master-Studiengang mit Geophysik-Schwerpunkt zu wählen. Graue und weiße Felder repräsentieren die Kriterien für Studierende in Deutschland und im Ausland.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Umfrage zeigen insgesamt ein relativ ausgeglichenes Bild der Studiensituation und haben keine extremen oder eklatanten Missstände aufgedeckt. Die angebotenen Studiengänge in Deutschland, soweit sie durch Studierende beim GAP2011 vertreten wurden, scheinen die wesentlichen Bedürfnisse und Erwartungen der Studenten und Studentinnen zu erfüllen, und scheinen überwiegend auch ansprechend und motivierend zu sein. In einzelnen Aspekten und Fragen deuten sich aber durchaus auch Probleme an. Wir hoffen, dass Studiengangsverantwortliche und Lehrende sich diese Aspekte in ihrem eigenen Studiengang kritisch ansehen und eventuell korrigieren.

Ein wichtiger Punkt in dem Schreiben des DGG-Präsidiums vom Juni 2010 betraf die Einschätzung, dass Grundlagen in Mathematik und Physik in den neuen Studiengängen zu wenig vermittelt werden. Die Studierenden selbst zeichnen darüber ein differenzierteres Bild. Studierende in B.Sc.-Geophysik-Studiengängen sind mit dem Maß an vermittelten Grundlagen in Mathematik und Physik vollauf zufrieden und halten dies für ausreichend. Studierende der B.Sc.-Geowissenschaften wünschen sich in diesem Bereich jedoch eine verbesserte Ausbildung. Wichtiger empfinden alle Gruppen jedoch den zu geringen Anteil an praktischer Geophysik und Feldgeophysik. Traditionell hatten wir in Deutschland schon immer einen Schwerpunkt in theoretischen Inhalten in unseren Geophysik-Studiengängen. Aus Sicht der Studierenden hat sich das nicht wesentlich geändert.

Unter den B.Sc.-Studierenden wird die Arbeitsbelastung im Studium einhellig als demotivierend eingestuft. Im M.Sc.- und Diplomstudiengang scheint die Arbeitsbelastung dagegen im Einklang mit den Erwartungen der Studierenden zu sein. Bedenklich könnte stimmen, dass nahezu 30 % der Studierenden im Inland bekunden, die schlechte Qualität einiger Kurse hemme ihre Motivation und wirke entmutigend.

Meist diskutieren wir über Strukturen und Strukturreformen der Studiengänge – vielleicht sollten wir auch kritisch auf die Qualität unserer Veranstaltungen sehen.

Geophysics Education: A student survey

Background:

In 2010 the executive board of the DGG published a note entitled:

" Geophysical education in Germany is in danger"

This survey aims to analyze the viewpoint of geophysics students

4. Juni 2011 **Komitee „Studienfragen" (T. Dahm)**

1. Own study background

I am/was enrolled in a study programme	in Germany	outside Germany	none
	☐	☐	☐

If enrolled in a B.Sc. course:	B.Sc. Geophysics	B.Sc. Geoscience	else
	☐	☐	_____

If enrolled in a M.Sc. course:	M.Sc. Geophysics	M.Sc. Geoscience	else
	☐	☐	_____

4. Juni 2011 **Komitee „Studienfragen" (T. Dahm)**

2. Skills and knowledge provided by the study course

Skills acquired during degree are in	high	fair	low	not applicable
Theoretical geophysics	☐	☐	☐	☐
Practical geophysics	☐	☐	☐	☐
Field geophysics	☐	☐	☐	☐
Data handling	☐	☐	☐	☐
IT / computing	☐	☐	☐	☐
Geology	☐	☐	☐	☐
Math and Physics	☐	☐	☐	☐
Others	☐	☐	☐	☐

4. Juni 2011 **Komitee „Studienfragen" (T. Dahm)**

3. Encouraging and Discouraging

Most encouraging for my study was/is:		Most discouraging for my study was/is:	
Contact to teachers	☐	High work load	☐
Contact to students	☐	High competition & grades	☐
Quality of courses/subjects	☐	Low quality courses	☐
Quantity of courses/subjects	☐	Theoretical courses	☐
Interdisciplinarity of degree	☐	Data processing	☐
Practicals / Excursions	☐	Supervision of thesis	☐
Academic research	☐	Missing contacts to industry	☐
Contact to industry	☐		

4. Juni 2011 **Komitee „Studienfragen" (T. Dahm)**

4. Own perspective of relative importance of skills for my career

In my opinion the importance of following skills is	high	fair	low
Theoretical geophysics	☐	☐	☐
Practical geophysics	☐	☐	☐
Field geophysics	☐	☐	☐
Data handling	☐	☐	☐
IT / computing	☐	☐	☐
Geology	☐	☐	☐
Math and Physics	☐	☐	☐
Others	☐	☐	☐

4. Juni 2011 **Komitee „Studienfragen" (T. Dahm)**

5. Students criteria to selecting M.Sc. programme countrywide

Importance for selecting my M.Sc. programme	high	fair	low
Specialization in a field of interest	☐	☐	☐
Broadness and interdisciplinarity of programme	☐	☐	☐
Reasonable overall costs	☐	☐	☐
Good reputation of the school	☐	☐	☐
Specific combination of modules offered	☐	☐	☐
Contact to other students / teachers	☐	☐	☐
Personal reasons	☐	☐	☐

Other _____

4. Juni 2011 **Komitee „Studienfragen" (T. Dahm)**

GAP 2011 in Hamburg

Stephan Schennen, Universität Potsdam & Teresa Steinke, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Das Geophysikalische Aktionsprogramm (GAP) führte seine Teilnehmer dieses Jahr nach Hamburg. Vom 02. bis zum 05.06.11 trotzte der Großteil der 164 angemeldeten Geophysikstudenten der EHEC-Panikmache in den Medien und kam an die Alster, um neue Kontakte zu knüpfen, Ideen für den zukünftigen Berufsweg zu sammeln und einfach gemeinsam mit anderen Studierenden aus Dänemark, Deutschland, Finnland, Schweden und Polen eine gute Zeit zu haben.

Das nach 1986 und 2002 dritte GAP in Hamburg erwartete seine Gäste mit dem inzwischen gut etablierten Programm aus „Ice-breaker Party", Exkursionen und Firmenvorträgen. So ging es unmittelbar nach dem Quartierbezug in einer Sporthalle gemeinsam bei bestem Wetter in einen Hamburger Jugendtreff, um gemeinsam in den ersten Abend hineinzufeiern.

Am nächsten Tag stand für jeden die bereits per Internet vorab aus einem breiten Angebot gewählte Exkursion an: So ging es z.B. ins Erdölmuseum, zu Halliburton, zum einzigen Erdwärmekraftwerk Norddeutschlands, zu Hamburgs letzter Wanderdüne, mit dem Kanu über die Alster, zum DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron in der Helmholtz-Gemeinschaft) oder auch zum Hamburger Flughafen und ins Hafenmuseum. Der Tag klang mit einer Diskussionsrunde zwischen Absolventen und Studenten aus, die bereits auf dem vorherigen GAP in Karlsruhe großen Zuspruch gefunden hatte. Schwerpunkt dieser Runde war der Einstieg in das Berufsleben nach dem Studium.

Am Tag vor der Abreise präsentierten sich das gastgebende Institut für Geophysik der Uni Hamburg und die verschiedenen Sponsoren des GAPs. Zudem waren Gastreferenten eingeladen, über CCS (Carbon Dioxide Capture and Storage), den Alltag eines geowissenschaftlichen Reporters und die Teilnahme an einer Antarktis-Expedition zu berichten.

Auch die „Initiative der Geophysikstudenten" nutzte den Rahmen der Veranstaltung, um neue Ideen und Projektansätze gemeinsam zu besprechen. So soll nun mit Niklas Thiel als neuem Studentensprecher und hinzugekommener Verstärkung im Ressort „National und International" in den kommenden Jahren die Vernetzung und der Austausch von Studenten der Geophysik im In- und Ausland verbessert werden.

Im Namen aller Teilnehmer möchte sich die Studentische Initiative herzlich für die reibungslose Organisation der Gastgeber bedanken und hofft auf eine ähnliche zahlreiche Teilnahme im kommenden Jahr in Köln!

Gruppenbild GAP 2011 (Foto: Matthias Schneider)

Aufruf zur Einreichung von Vorschlägen für die Preise und Ehrungen der DGG im Jahre 2012

Die DGG bittet alle Mitglieder um Vorschläge für Kandidatinnen und Kandidaten für die folgenden Preise und Ehrungen:

Emil-Wiechert-Medaille für herausragende Arbeiten auf dem Gebiet der Geophysik,

Walter-Kertz-Medaille für hervorragende interdisziplinäre Leistungen im Interesse und zur Förderung der Geophysik,

Ernst-von-Rebeur-Paschwitz-Medaille für herausragende wissenschaftliche Leistungen,

Karl-Zoeppritz-Preis für hervorragende Leistungen von Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftlern,

Günter-Bock-Preis für eine hervorragende wissenschaftliche Publikation einer jungen Geophysikerin oder eines jungen Geophysikers und

Ehrenmitgliedschaft.

Einzelheiten über das Vorschlagsverfahren und die zu beachtenden Kriterien finden sich in den Heften 1/2005 und 3/2005 der DGG-Mitteilungen sowie auf der Webseite der DGG (www.dgg-online.de).

Vorschläge werden bis zum 1. Dezember 2011 erbeten - entweder direkt an das Präsidium oder an den Leiter des Komitees Ehrungen, Prof. Gerhard Jentzsch (E-Mail: gerhard.jentzsch@uni-jena.de).

Eiko Räkers
Präsident

Gerhard Jentzsch
Komitee Ehrungen

Erratum

Im Protokoll der Mitgliederversammlung unter TOP 4 (DGG-Mitteilungen 2/2011, Seite 62) muss es korrekt heißen:

Name	verstorben am	im Alter von
Prof. Dr. Uwe Casten, Bochum	31. Okt. 2010	66 Jahren
Prof. Dr. Leon Knopoff, Kalifornien Träger der Emil-Wiechert-Medaille 1978	20. Jan. 2011	85 Jahren

Nachrichten des Schatzmeisters

Sehr geehrte Mitglieder der DGG.

„Die DGG wächst und wächst und …“

Der trübe Sommer in Deutschland hat der Attraktivität der DGG keinen Abbruch getan.

Aktuell haben wir in unserer Gesellschaft 1.150 Mitglieder (Stand: 2.11.2011).

Neue Mitglieder

Bitte begrüßen Sie wie immer ganz herzlich unsere Neuzugänge (Stand – 2.11.2011):

Kontakt gesucht

Zu folgenden Mitgliedern sucht der Schatzmeister den Kontakt bzw. eine neue Anschrift:

[Aus Datenschutz-Gründen erscheinen in der Internet-Version keine Namen und Adressen von DGG-Mitgliedern].

Umzug? Neue Anschrift für die DGG nicht vergessen!

Nach dem Versand von Heft 2/2011 gab es insgesamt 23 Adressänderungen! Aus diesem Anlass möchte ich nochmals darauf hinweisen, dass Postvertriebsstücke – so werden die DGG Mitteilungen verschickt – von Nachsendeanträgen nicht erfasst werden. Dies heißt in der Konsequenz, dass die neue Umzugsadresse eines DGG-Mitglieds uns im Nachgang eines Versandes zwar mitgeteilt wird, aber die „Roten Blätter“ ihren vorgesehenen Adressaten nicht erreichen werden. Und die neue Anschrift erhalten wir auch nur dann, wenn das DGG-Mitglied diesem zustimmt.

Bitte denken Sie deshalb unbedingt daran, der DGG so früh wie möglich eine Adressänderung mitzuteilen.

Für Rückfragen stehe ich Ihnen wie immer gerne zur Verfügung:

Telefonisch:	0331 / 288 10 69
Mobil:	0162 / 107 11 57
Per Fax:	0331 / 288 10 02
Elektronisch:	rudloff@gfz-potsdam.de

Mit freundlichen Grüßen

Alexander Rudloff

AUS DEM ARCHIV

Das Archiv der DGG sammelt und bewahrt das Schriftgut der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft sowie weitere ausgewählte schriftliche und gegenständliche Sachzeugnisse der historischen Entwicklung der Geophysik in Deutschland. Es bietet gleichzeitig die Möglichkeit zur Aufbewahrung von historisch wertvollen geophysikalischen Geräten und Karten sowie von Ergebnisberichten, Patentschriften und persönlichen Nachlässen.

Das Archiv hat seinen Sitz in 04103 Leipzig, Talstraße 35. Es befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Gründungsbau der DGG von 1922, dem im Kriege 1943 zerstörten ehemaligen Gebäude des Geophysikalischen Instituts der Universität Leipzig, Talstraße 38. Es ist telefonisch erreichbar unter 0341/9732900 (E-Mail: geoarchiv@uni-leipzig.de).

Emil Wiechert an Hermann Credner – 6 Briefe von 1900-1902

Franz Jacobs & Michael Börngen, Leipzig

Das Archiv der DGG ist im Frühjahr 2011 durch einen glücklichen Umstand in den Besitz von sechs Briefen Emil Wiecherts an Hermann Credner gekommen.

Die **Deutsche Geophysikalische Gesellschaft e.V. (DGG)** feiert bekanntlich in diesem Jahr den 150. Geburtstag von ***Emil Wiechert (1861 - 1928***) (Abb. 1). Das Erscheinen einer Briefmarke, die diesem Jubiläum gewidmet ist, bedeutet ein besonderes Zeichen der Ehrung des bedeutenden Geophysikers und Gründers unserer Gesellschaft.

Ebenfalls im Jahre 2011 begeht die **Deutsche Gesellschaft für Geowissenschaften e.V. (DGG)** den 100. Jahrestag der Gründung der Hermann Credner-Stiftung und den 170. Geburtstag des Geologen und Pioniers der modernen Geowissenschaften ***Hermann Credner (1841 - 1913)*** (Abb. 2). Vom 4.-6. November 2011 findet in Leipzig ein Jubiläumssymposium der Stiftung statt. In den Publikationen der DGG (Geowissenschaften) wird darüber ausführlich berichtet, s.a. SDGG, Heft 77, 7-10.

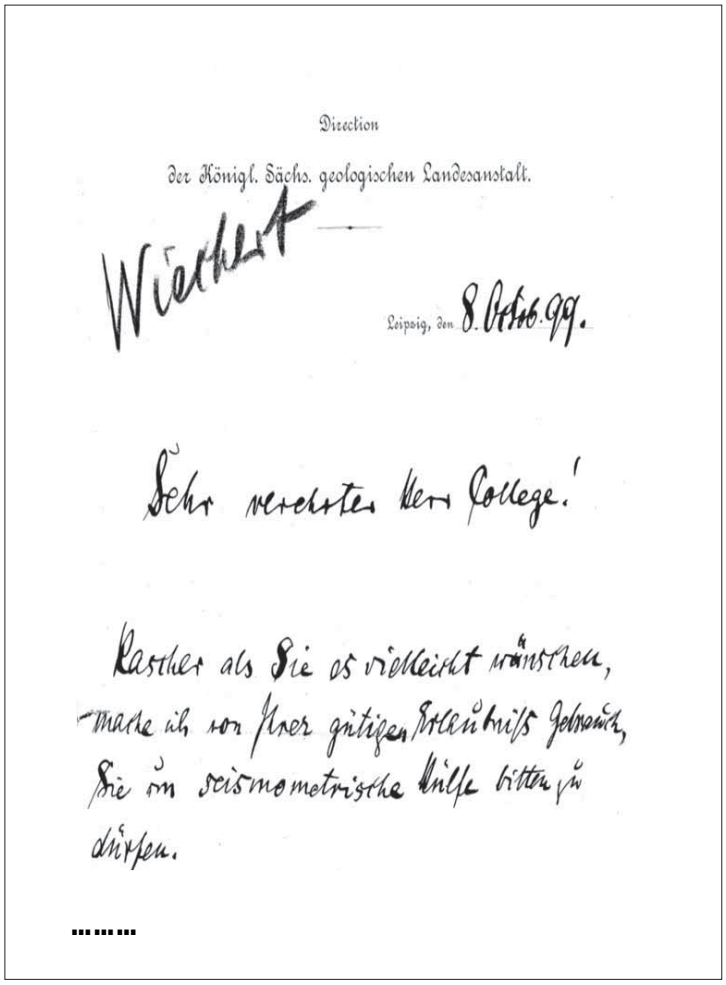
Wiechert in der Geophysik und Credner in der Geologie waren zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts die herausragenden Vertreter ihrer Fächer in Deutschland.

Abb. 1: Emil Wiechert (1861-1928)

In unserem Beitrag soll an Hand der gefundenen Briefe an die gemeinsamen Bemühungen des Geophysikers Wiechert und des Geologen Credner um die Aufstellung und Nutzung des ersten „Wiechert-Seismographen“ außerhalb Göttingens erinnert werden. Gleichzeitig offenbaren die Briefe eine beeindruckende Fülle von Ideen und Gedanken Wiecherts um die Weiterentwicklung seiner Apparate zur Lösung geologischer Aufgaben.

Hermann Credner, Professor für Historische Geologie und Paläontologie an der Universität Leipzig, war seit 1899 Mitglied der **„Permanenten Kommission für internationale Erdbebenforschung“**. Mit der Bildung dieses Gremiums hatte der VII. Internationale Geographen-Kongreß während seiner Schlusssitzung am 4. Oktober 1899 in Berlin seine Geschäftsführung beauftragt und dabei gleichzeitig seine Zustimmung zur Gründung einer internationalen Seismologischen Gesellschaft ausgesprochen. Auf der vom Reichskanzler be-

Abb. 2: Hermann Credner (1841-1913)



Direction

der Königl. Sächs. geologischen Landesanstalt.

Wiechert

Leipzig, den 8. Octbr. 99.

Sehr verehrter Herr College!

Rather als Sie es vielleicht wünschen, mache ich von Ihrer gütigen Erlaubniß Gebrauch, Sie um seismometrische Hilfe bitten zu dürfen.

.....

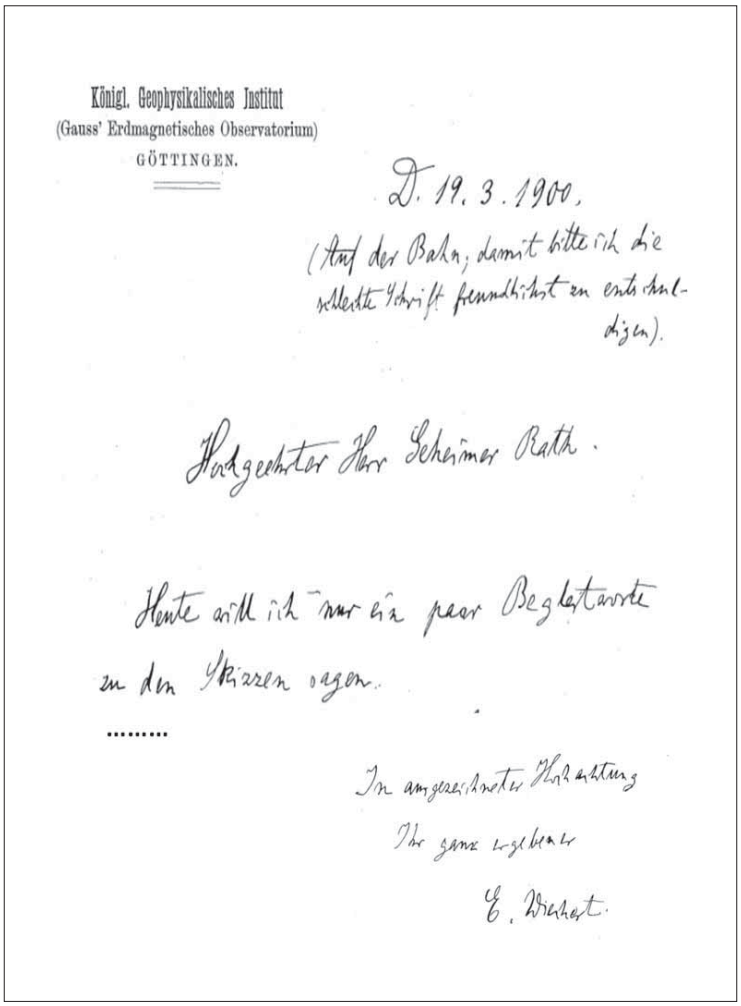
Abb. 3: 8.10.1899 Briefentwurf/Ausschnitt. Credner bittet Wiechert um einen Kostenvoranschlag zur Aufstellung eines Seismographen in Leipzig zum Zwecke der Registrierung sächsisch-böhmischer Erdbeben.

stätigten Liste der 54 Personen der Permanenten Kommission steht als erster Name: *Hermann Credner – Leipzig*. Die Kommission trat erstmals 1901 unter der Leitung von *Georg Gerland (1833-1919*) in Straßburg zusammen und war der Vorläufer der heutigen **International Association of Seismology and Physics of the Earth‘s Interior (IASPEI**).

Credner war neben seiner Tätigkeit an der Universität in Personalunion auch Direktor der Königlich Sächsischen geologischen Landesanstalt mit Sitz in Leipzig. Neben der bahnbrechenden geologischen Kartierung Sachsens galten seine besonderen Interessen (und Dienstpflichten) den sächsisch-böhmischen Schwarmbeben im Vogtland. Da kamen ihm Wiecherts Erfolge bei der Schaffung von Seismometern in Göttingen sehr gelegen.

Bereits am 8. Oktober 1899 hatte sich Credner an Wiechert um „seismometrische Hilfe“ gewandt (Abb. 3). Das Schriftstück zeigt den Ausschnitt eines Briefentwurfes von Credner an Wiechert. (Bemühungen um Credners Originalbriefe an Wiechert sind in Göttingen bisher erfolglos geblieben).

Die erste uns überlieferte Reaktion Wiecherts ist seine Antwort vom 19.3.1900. Sie enthält Hinweise zu den notwendigen Baumaßnahmen zum Fundament „des Pendels“ (Abb. 4). Wiechert verwendet in den hier vorgestellten Briefen niemals die Worte Seismograph oder



Königl. Geophysikalisches Institut
(Gauss' Erdmagnetisches Observatorium)
GÖTTINGEN.

D. 19. 3. 1900.

(Auf der Bahn, damit bitte ich die schlechte Schrift freundlichst zu entschuldigen).

Hochgeehrter Herr Geheimer Rath.

Heute will ich nur ein paar Begleitworte zu den Skizzen sagen.

.....

In ausgezeichneter Hochachtung
Ihr ganz ergebener
E. Wiechert.

Abb. 4: 19.3.1900 Brief/Ausschnitt. Wiechert teilt Credner Einzelheiten zur Ausführung des Sockelbaues („der Pfeiler“) zur Aufstellung des Seismographen („das Pendel“) mit.

Göttingen, d. 21. 3. 1900.

Hochgeehrter Herr Geheimrath.

Dass Sie einen schönen, hellen Raum ausfindig gemacht haben, ist ganz wundervoll, und nicht minder bin ich darüber erfreut, dass Sie das Pendel nun in Ihrem eigenen Institut, also unter unmittelbarer Aufsicht aufstellen werden. Da das Pendel seine Diagramme stets offen zeigt, werden Sie sich jederzeit davon überzeugen können, ob ein Erdbeben stattgefunden hat oder nicht. – Bei der 100-fachen, wenn nöthig noch stärkeren Vergrösserung können wir doch wohl hoffen, die kleinen Erdbeben Ihrer Nachbarschaft zu fassen.

Was nun die Aufstellung anbetrifft, so ist aus einerlei Gründen durchaus zu verlangen, dass die Linie über die beiden weitest von einander abstehenden Ecken des Fundamentes mit dem astronomischen Meridian genau einen Winkel von 45° bildet, dass also die Kanten, welche dem (nicht vollständigen) Quadrat des Grundrisses entsprechen, N und + zum Meridian verlaufen. Nur unter dieser Bedingung zeichnet der Apparat mit seinen beiden Schreibstiften direkt die Nord-Süd und die Ost-West-Komponente auf.

Unter diesen Umständen scheint mir eine der beiden gezeichneten Lagen einzuschlagen zu sein. Ich habe aus Ihrer Skizze geschlossen, dass der neue Raum 2 m 80 breit und 3 m 80 lang ist; dies trifft doch wohl zu?

Massgebend waren für mich folgende Gesichtspunkte:

1) An der Thüre muss ein Durchgang von ca 1 m bleiben.

2) Das Papierband, auf dem die Diagramme gezeichnet werden, muss gegen das Fenster gekehrt sein.

Ob I oder II zu wählen ist, und ob die Zahl unter 1. (d. h. 1 m) passend ist, kann ich von hier aus nicht beurtheilen, da werden Sie freundlichst mit Rücksicht auf die übersandten*) Zeichnungen der Pfeiler die Entscheidung selbst treffen müssen.

*) Montag d. 19.

Der Keller ist doch hoffentlich hoch genug? In der Mitte des gesammten Apparates wird eine lichte Höhe von 205 cm verlangt.

In ausgezeichneter Hochachtung

Ihr ganz ergebener

Wiechert

Abb. 5: 21.3.1900 Brief. Wiechert beschreibt im Detail die Bedingungen im vorgesehenen Kellerraum zur Aufstellung des Pendels.

Seismometer, sondern immer nur Pendel oder Apparat.

In ähnlicher Weise wie im vorherigen Brief teilt Wiechert am 21.3.1900 zahlreiche Details zur Gestaltung des Aufstellungsraumes mit (Abb. 5 und 6). Es handelt sich um einen Raum im Keller im Institutsgebäude Talstraße 35. Heute befindet sich dort ein Labor des Instituts für Geophysik und Geologie der Universität Leipzig.

Wiechert hatte einen Erdbebenschwarm im Vogtland vom 4. bis 6. Juli 1900 wegen der geringen Intensität in Göttingen nicht registrieren können. In Sorge um die Bedenken Credners – oder auf dessen Nachfragen – erklärt Wiechert mögliche Gründe technischer Art für die fehlende Aufzeichnung. Er lädt zudem Credner nach Göttingen zur Vorführung der Arbeit seiner Apparaturen ein (Abb. 7). Im nächsten Brief berichtet Wiechert über seine erfolgreichen Bemühungen um die Erhöhung der Empfindlichkeit des Pendels (Abb. 8).

Nach umfangreichen Verfeinerungsarbeiten im Jahre 1901, die sich zunächst durch Erkrankung Wiecherts etwas verzögerten (Brief vom 31.1.1901, ohne Abbildung), dem Transport und der Endmontage ist das Pendel schließlich Anfang 1902 in Leipzig arbeitsbereit (Abb. 9, 10).

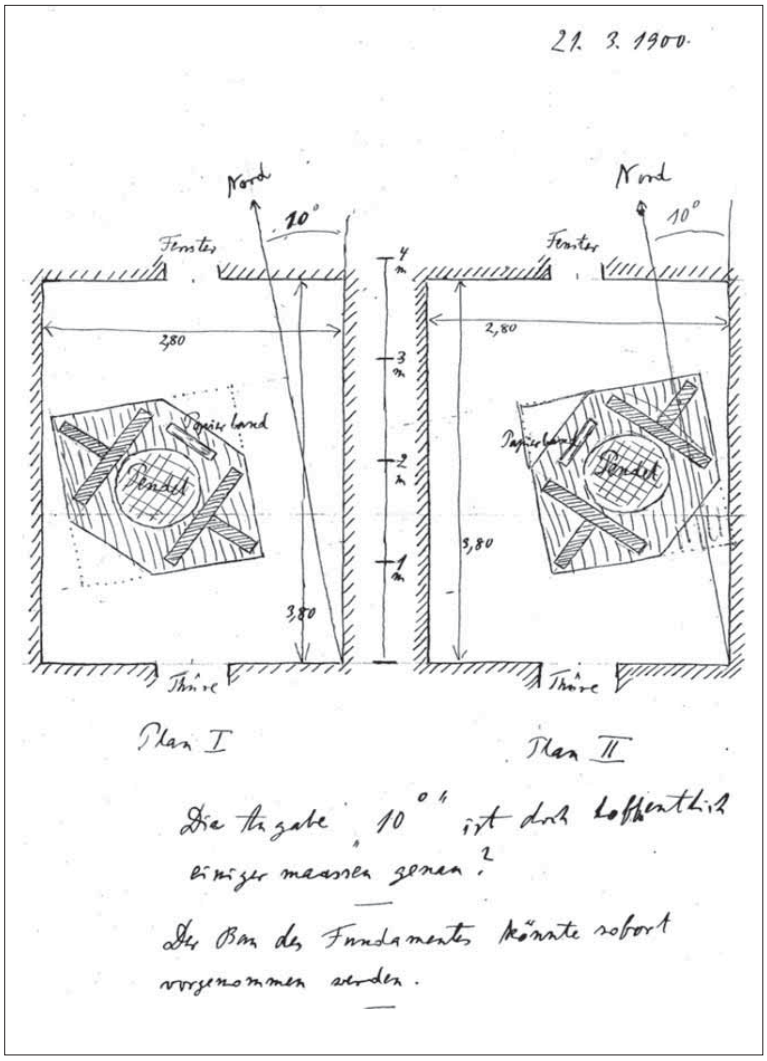


Abb. 6: Skizze Wiecherts zum Brief vom 21.3.1900

Zur Zufriedenheit Credners und Wiecherts begann der Seismograph dann Ende März 1902 Erdbeben aufzuzeichnen: Vogtlandbeben an der Grenze seiner Empfindlichkeit und langperiodische Fernbeben teilweise in exzellenter Qualität (Abb. 11).

Der Leipziger **WIECHERT-Seismograph** arbeitet seit 1902 ohne wesentliche Unterbrechungen, ab 1934 in der heute musealen Credner-Weickmann-Erdbebenwarte am Observatorium Collm der Universität Leipzig.

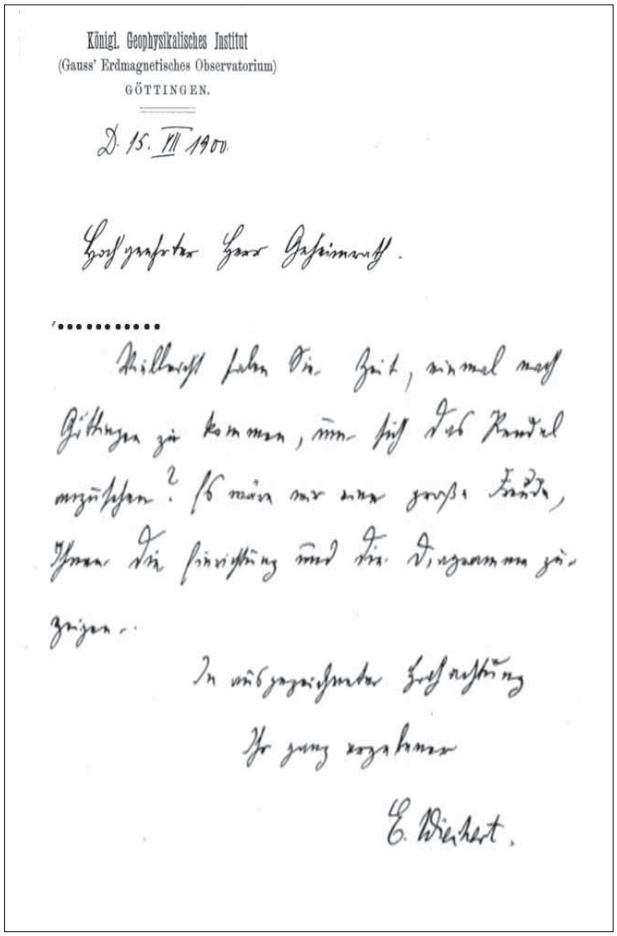
Die Autoren danken Herrn Dipl.-Museologen Frank Bach für freundliche Unterstützung.

Quelle Abb. 1: Gerlands Beiträge zur Geophysik **19** (1928), 345.

Quelle Abb. 2: Universität Leipzig.

Quelle Abb. 10: Credner, H. (1909): Das Paläontologische Institut und die Erdbebenwarte. In: Festschrift zur Feier des 500jährigen Bestehens der Universität Leipzig (4 Bände), Bd. 4, Teil 2, Taf. XIV.

Quelle Abb. 11: Etzold, Fr. (1903): Die von Wiecherts astatischen Pendelseismometer in der Zeit vom 15. Juli bis 31. Dezember 1902 in Leipzig gelieferten Seismogramme von Fernbeben. In: Berichte der mathematisch-physischen Klasse der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, Bd. LV, Taf. II.


Königl. Geophysikalisches Institut
(Gauss' Erdmagnetisches Observatorium)
GÖTTINGEN.

D. 15. VII 1900.

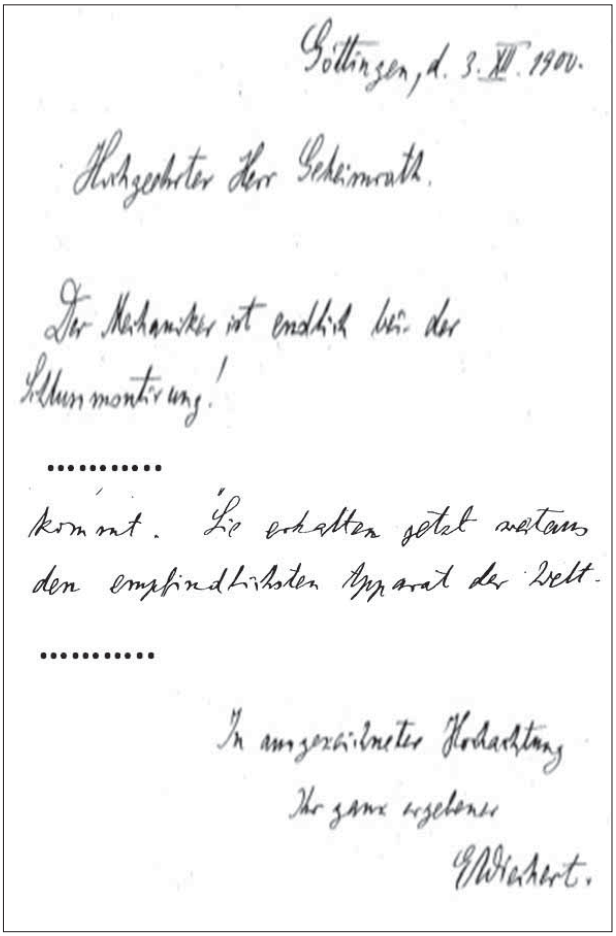
Hochgeehrter Herr Geheimrath.

.....

Vielleicht haben Sie Zeit, einmal nach Göttingen zu kommen, um sich das Pendel anzusehen? Es wäre mir eine große Freude, Ihnen die Einrichtung und die Diagramme zu zeigen.

In ausgezeichneter Hochachtung
Ihr ganz ergebener
E. Wiechert.

Abb. 7: 15.7.1900 Brief/Ausschnitt. Wiechert schildert weitere Verbesserungen an dem in Göttingen im Bau befindlichen Pendel und lädt Credner ein, sich das Pendel in Göttingen anzusehen.


Göttingen, d. 3. XII. 1900.

Hochgeehrter Herr Geheimrath.

Der Mechaniker ist endlich bei der Schlussmontirung!

.....

kommt. Sie erhalten jetzt wieder den empfindlichsten Apparat der Welt.

.....

In ausgezeichneter Hochachtung
Ihr ganz ergebener
E. Wiechert.

Abb. 8: 3.12.1900 Brief/Ausschnitt. Wiechert hat die Empfindlichkeit des für Leipzig vorgesehenen Pendels erhöht.

Geophysikalisches Jnstitut
der Universität
Göttingen.

Fernsprecher № 140.

Göttingen, den 9, Februar 02.
Hainberg.

Hoffentlich ist das Pendel nun schon in Thätigkeit und hoffentlich wird es sich bewähren! Ich meinerseits bin heute bei dem Mechaniker gewesen und habe eine Nachricht erhalten, die mir sehr unangenehm ist und Ihnen schwerlich gefallen wird. Der Preis ist weit höher, als ich gedacht habe, und so muss denn auch den neuen Umständen entsprechend anders vorgegangen werden, als ich bisher annahm.

Mein Plan bisher war folgender: Unter Benutzung einer Reihe von Theilen, welche hier bei den mannigfachen Studien hergestellt worden sind, wird der Apparat für Leipzig zusammengesetzt, viel billiger als er sonst zu stehen kommen würde, und in sehr zweckmässiger Verwerthung des vorhandenen Materiales. Nun stellt sich aber bei der sorgfältigen Arbeit, die ich verlange, heraus, dass der Apparat im allgemeinen, und auch der speciell für Sie bestimmte Apparat, theuerer wird, als der Mechaniker mir zunächst angab. Für die Folge wird ein Apparat , den Pfeiler über Tag und den Schutzglaskasten eingerechnet nicht unter 2600 Mark zu haben sein. So lässt sich denn auch trotz Benutzung alter Theile mit der von Ihnen ausgesetzten Summe lange nicht auskommen. Ich würde nun doch vielleicht vorschlagen, zu versuchen, ob nicht genügende Mittel zum Ankauf des Apparates

Abb. 9: 9.2.1902 Brief. Der WIECHERT-Seismograph („das Pendel“) ist arbeitsbereit. Wiechert begründet den Preis und macht Vorschläge zum Vorgehen bei einem eventuellen Misserfolg des Registrierens sächsischer Erdbeben.

zu beschaffen wären, wenn ich die völlige Zuversicht hätte, dass er Ihren Zwecken wirklich vollständig genügen wird, aber dass ist leider nicht der Fall. Nicht umsonst habe ich so lange gezögert, so viele Studien theils über den Apparat, theils über die Empfindlichkeit der Menschen ~~selbst~~ für Erdbebenstörungen gemacht. Ich weis nun, dass Sie Ansprüche machen, die ganz ausserordentlich weit gehen. Wenn irgend ein anderer, so wird der bei Ihnen befindliche Apparat sie erfüllen können, denn er ist der heute empfindlichste seiner Art. Vielleicht aber reicht auch er nicht aus. Das müssen wir eben abwarten. Unter solchen Umständen möchte ich bitten, den Apparat als Eigenthum des Göttinger geophysikalischen Institutes zu betrachten, ihn zu behalten, solange es nützlich scheint und ihn eventuell wieder zurückzuschicken. Ich muss mich dann freilich mit dem allerältesten Modell in Göttingen behelfen, aber das thut ganz und gar nichts, denn unter der Aufsicht, die ~~ihm~~ dem alte Apparat hier wird, arbeitet er gerade so gut, wie der sehr viel raffinirtere und bequemere ~~Apparat~~ bei Ihnen. Der Vortheil, der für die Wissenschaft auf jeden Fall herauskommen wird, wenn der Apparat wenigstens eine Zeit lang in Leipzig stehen ~~wird,~~ ist so gross, dass ich das Opfer sehr gerne tragen will. Hoffen muss ich nur, dass Sie mit dem vorgeschlagenen Arrangement nicht gar zu unzufrieden sind und dass Sie einen etwaigen Misserfolg als etwas hinnehmen werden, dem man sich im Interesse der Sache aussetzen musste. Sollten sich die Störungen in Ihrem sächsischen Erdbebengebiete in Leipzig wirklich nicht mehr hinreichend bemerkbar machen, um

Abb. 9: (Fortsetzung)

selbst mit dem 1000 Kilogramm-Pendel deutlich verzeichnet zu werden, nun dann bleiben immer noch Auswege. Entweder könnte man das Pendel näher dem Erdbebengebiete aufstellen. Dabei würde in glücklicher Weise zur Geltung kommen, dass es mir neuerdings gelungen ist, anstelle des Steinpfeilers, der bei Ihnen noch angewendet wird, einen gleich gut brauchbaren, transportablen Eisenpfeiler zu konstruiren, und dass das Pendel sich nach neuesten hier gewonnenen Erfahrungen sehr gut auch in einer kleinen transportablen Hütte aufstellen lässt. - Zweitens könnte man daran denken, anstelle des einen centralen Apparates eine Anzahl einfacherer über das Erschütterungsgebiet zu vertheilen. Das ist nun alles Zukunftsmusik, und vielleich sogar ganz unnöthige. Denn vielleicht wird der Apparat in Leipzig sich durchaus bewähren. Wir wollen es hoffen!

Sehr dankbar wäre ich, wenn Sie auf alle Fälle die Transportkosten für den Apparat und die Kosten für den Aufenthalt von Schlüter in Leipzig übernehmen wollten. Ich selbst gedenke Ostern nach Leipzig zu kommen - ohne Ihnen dabei irgend welche Kosten zu verursachen, weil der Besuch aus anderen Gründen nöthig ist - und die Regulirung dann gerade für Ihre Zwecke vielleicht noch feiner zu machen, als es Herrn Schlüter gelungen ist. Es soll nichts versäumt werden, um Ihr Problem für Leipzig selbst su lösen. Wie wäre ich glücklich, wenn sich das erreichen liesse!

In ausgezeichneter Hochachtung

Ihr ganz ergebener E. Wiechert.

Abb. 9: (Fortsetzung)

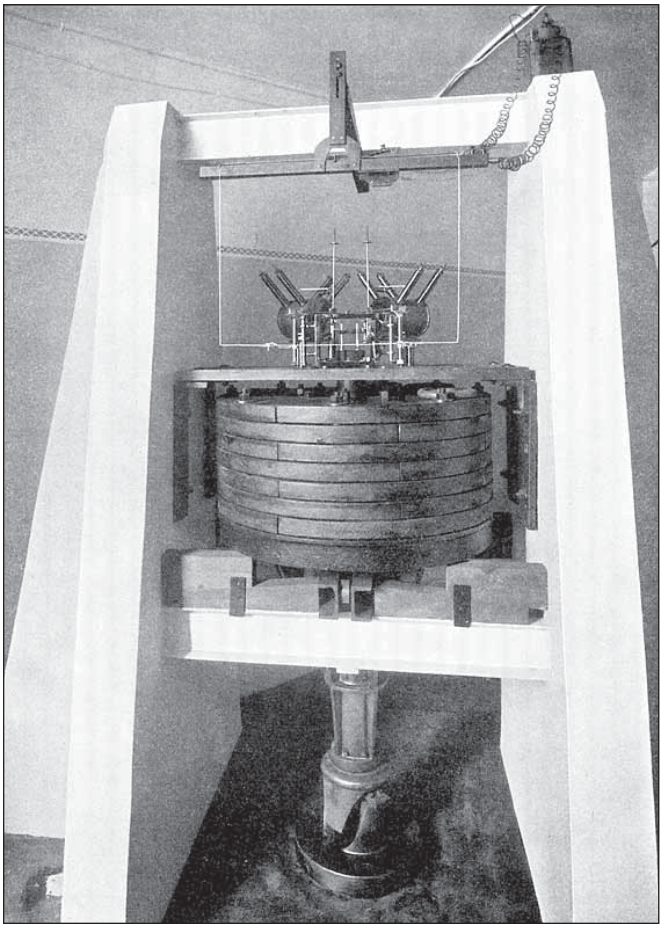


Abb. 10: Der Seismograph (astatisches Horizontalpendel, Masse 1,1 Tonnen, 250-fache Vergrößerung) im Keller Talstraße 35 von Credners Institut. Aufnahme 1902.

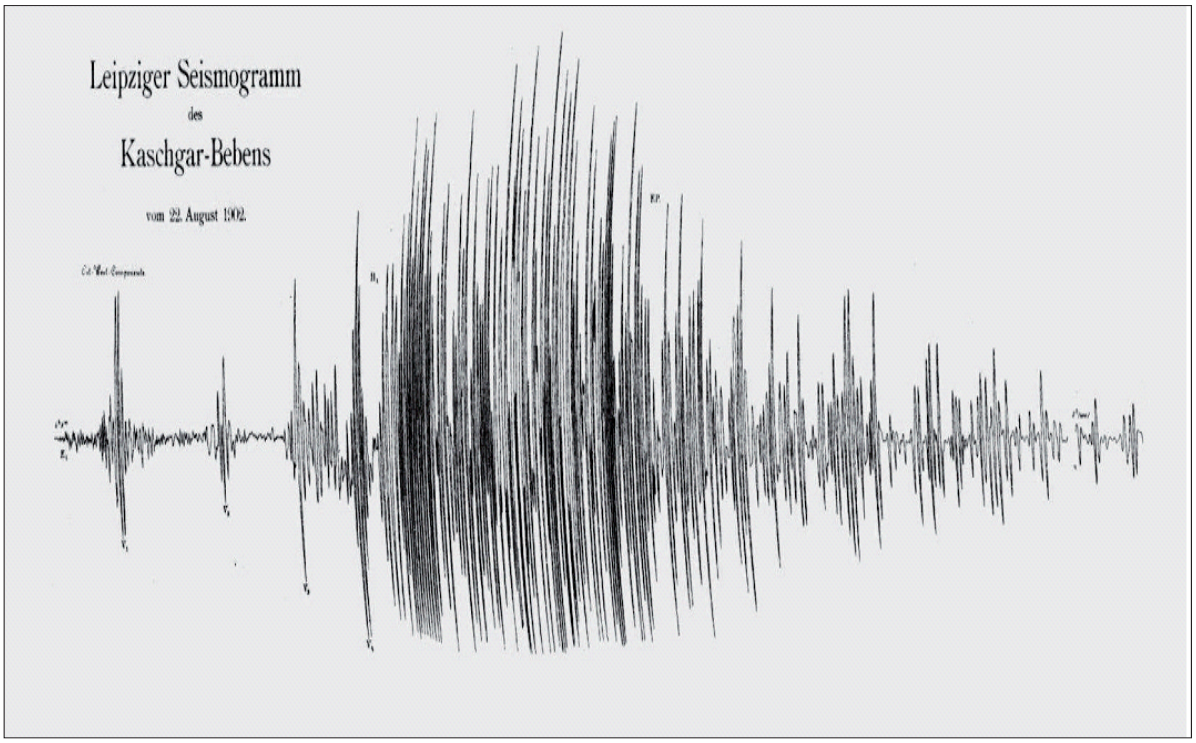


Abb. 11: Registrierung eines Fernbebens am 22. August 1902

VERSCHIEDENES

Auf der Jagd nach wissenschaftlichen Erkenntnissen Bericht zum 12th International Workshop on Modeling of Mantle Convection and Lithospheric Dynamics

Stephan Sobolev, Bernhard Steinberger & Michael Riedel, Potsdam

Der Geodynamik-Workshop fand vom 20.-25. August 2011 im Hotel Döllnsee-Schorfheide statt. Das mehrfach ausgezeichnete 4-Sterne-Hotel liegt inmitten des Biosphärenreservates Schorfheide/Chorin direkt am Großen Döllnsee. Einem aktuellen touristischen Ratgeber zufolge soll es Ideenschmiede für kreative Köpfe und eine Oase der Ruhe für ein konzentriertes „Brainstorming" sein. Weitab von der Hektik des Alltags bietet man dem interessierten Hotelgast Harmonie, Stille, Entspannung, Ruhe und Ausgeglichenheit.

Dies war dabei in seiner wechselvollen Vergangenheit durchaus nicht immer so. Das Haupthaus wurde in den Jahren 1934/1935 im Auftrag von Hermann Göring für seinen „Leibjäger" Willi Schade gebaut. Das Anwesen diente zunächst als Gästehaus für Görings Jagdschloss Carinhall, das sich früher am Nordostufer des Großen Döllnsees befand[1].

Anfang der 1980er Jahre übernahm der DDR-Staatsrat das Anwesen. In den folgenden Jahren fanden im Haus „Döllnkrug" Tagungen des Staatsrates und internationale Konferenzen statt, dazu gehörte z. B. auch das Treffen von Bundeskanzler Helmut Schmidt und Erich Honecker im Jahre 1981[2].

Danach diente das Anwesen des öfteren auch als Treffpunkt für ehemalige DDR-Politbüro-Mitglieder, um gemeinsam in der Schorfheide auf die Jagd zu gehen.

Heute ist das Hotel Döllnsee-Schorfheide, wie bereits erwähnt, zu einer Insel der Ruhe und Entspannung für Urlauber und Wochenendgäste

Bundesarchiv, Bild 183-Z1212-D49
Foto: Mittelstädt, Rainer | 12. Dezember 1981

geworden, eine Quelle des Wissens und der Inspiration für Kreative und Seminarteilnehmer und ein Idyll inmitten des Biosphärenreservates Schorfheide/Chorin.

In dieser gewissermaßen „historischen" Umgebung organisierten vom 20. bis zum 25. August 2011 Mitglieder der Sektion 2.5 am GFZ[3], insbesondere Dr. Stephan Sobolev, Dr. Bernhard Steinberger, Till Bruens (Sekretariat) und Dr. Michael Riedel von der Universität Potsdam, einen wissenschaftlichen Workshop zu aktuellen Problemen der geodynamischen Grundlagenforschung. Eingeladen waren führende Wissenschaftler aus dem In- und Ausland, um mit mehr als 50 Studenten und Doktoranden über die verschiedensten geodynamischen Prozesse in der festen Erde zu diskutieren und ihre aktuellen Forschungsergebnisse vorzustellen.

Die Veranstaltung steht in einer mittlerweile langjährigen Tradition von europäischen Workshops zur Geodynamik, die seit knapp 20 Jahren im 2-Jahres-Rhythmus in verschiedenen europäischen Ländern stattfinden[4].

[1] vgl. http://www.roland-harder.de/carinhall/goerings_carinhall.html

[2] siehe http://de.wikipedia.org/wiki/1981

[3] Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum – GFZ

[4] Eine Übersicht zu vergangenen Geodynamik-Workshops findet man unter http://www.dynamik-des-erdinnern.de

Für die Tagung in diesem Jahr fanden die 121 Teilnehmer ideale Bedingungen im Hotel Döllnsee-Schorfheide[5] vor. 15 einstündige „Keynote“-Vorträge, die alle von führenden Wissenschaftlern gehalten wurden, gaben einen Einblick in die neuesten Entwicklungen in der Geodynamik und in benachbarten Disziplinen.

Im ersten Vortrag stellte Uli Christensen numerische Dynamo-Modellierungen vor, um der Frage nachzugehen, warum manche Planeten Magnetfelder haben und andere nicht. Ein Zusammenhang mit der Manteldynamik wurde insbesondere über die Verteilung des Wärmestroms vom Kern zum Mantel aufgezeigt, der durch die Manteldynamik bestimmt wird und Einfluss auf das Verhalten des Geodynamos hat. Paul Tackley zeigte eine große Zahl von Modellierungen aus seiner Gruppe in Zürich. Die Schwerpunkte lagen dabei einerseits in einer selbstkonsistenten Modellierung der Plattentektonik innerhalb der Manteldynamik, andererseits in der Einbeziehung einer „BAsal Melange” (BAM), die sich chemisch vom darüberliegenden Mantel unterscheidet, in die Modellierung. Der Vortrag von Mike Gurnis behandelte, wie Mantelströmungen zu einer Hebung und Senkung der Lithosphäre (dynamische Topographie) führen können. Zusammen mit den ebenfalls zeitlich variablen Volumen der Ozeanbecken führt dies zu Überflutungen der Kontinente zu unterschiedlichen Zeiten in unterschiedlichen Gebieten, welche mit Beobachtungen verglichen werden können.

Nick Arndt zeigte am zweiten Tag auf, wie Komatiite auf einen heißen Erdmantel während des Archaikums schließen lassen. Der zweite Teil des Vortrags behandelte die Bildung und Veränderung der kontinentalen Lithosphäre im Lauf der Erdgeschichte. Danach erklärte Jeroen van Hunen, welche Beobachtungen darauf schließen lassen, dass Subduktion schon während des Archaikums stattfand. Ein möglicher Einfluß der zu dieser Zeit höheren Manteltemperatur war aber, dass Subduktion mehr episodisch war. Harro Schmeling behandelte die Dynamik der Segregation und Extraktion von Schmelzen in „Plumes”, mittelozeanischen Rücken und kontinentalen „Rifts”. Es wurden drei Formulierungen der Gleichungen, sowie numerische Lösungen vorgestellt, wobei insbesondere der wichtige Einfluss der Scher- und Bulk-Viskosität betont wurde.

Am dritten Tag wurde der Zusammenhang mit Seismologie, Mineralphysik und Klimaforschung hergestellt. Zunächst zeigte Christine Thomas, wie sich Reflexionen von der Ober- bzw. Unterseite subduzierter „Slabs“ im unteren Mantel messen lassen und wie sich damit deren Position bestimmen lässt. Weiterhin diskutierte sie neuere Ergebnisse zur seismischen Struktur des untersten Mantels, insbesondere zu der Struktur von „Ultra-Low Velocity Zones“ knapp oberhalb der Kern-Mantel-Grenze, die auf Aufschmelzungen hindeuten. Shun Karato behandelte, warum die Asthenosphäre „schwach“ ist, was die Plattentektonik erst ermöglicht. Er zeigte, wie partielle Aufschmelzungen – an der Lithosphären-Asthenosphären-Grenze in etwa 70 km Tiefe und an der Phasengrenze in etwa 410 km Tiefe – die Verteilung von Wasser verändern, und wie dies zu einem starken rheologischen Kontrast zwischen Lithosphäre und Asthenosphäre führen kann. Andrey Ganopolski zeigte Klimaveränderungen im Lauf der Erdgeschichte auf, und welche Rolle dabei die Bildung von Hochplateaus und die Verteilung der Kontinente und Ozeanbecken spielte. Insbesondere wurde die wichtige Rolle, die das Öffnen und Schließen von ozeanischen „Gateways“ auf Meeresströmungen und damit auf das Klima hat, betont.

Am vierten Tag stand die Dynamik der Lithosphäre im Fokus. Onno Oncken erklärte das „Paradoxon“, dass sich trotz geringer Spannungen (10-40 MPa) und nur schwa-

[5] http://www.doellnsee.de

cher Kopplung (Reibungskoeffizienten < 0,1) in der Anden-Subduktionszone ein Hochplateau ausbildete. Er betonte, dass der zeitliche Ablauf der Gebirgsbildung sich nicht aus der Plattenkinematik erklären lässt, und stellte den möglichen Einfluss von subduzierten Ozeanrücken, sowie von „Trench"-Sedimenten infolge von Vergletscherungen, auf die Kontaktfläche der Platten dar. Eugene Burov zeigte Modelle der Kollision von Platten und Exhumierung. Insbesondere wurde der Einfluss der Konvergenzrate, und des thermorheologischen Tiefenprofils aufgezeigt, sowie die Kopplung mit exogenen Prozessen betont. Ritske Huismans zeigte die verschiedenen Arten von „Rifts" (eng oder breit, symmetrisch oder unsymmetrisch, vulkanisch oder nichtvulkanisch), die letztendlich zur Bildung passiver Kontinentalränder führen. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal für diese verschiedenen Möglichkeiten ist aus seiner Sicht, ob die Kruste zuerst bricht, oder sich zuerst die Mantel-Lithosphäre einschnürt.

Taras Gerya stellte am letzten Tag eine Vielzahl von Modellen der spontanen oder induzierten Initiierung von Subduktionszonen vor. Mögliche Instabilitäten zur Bildung von Subduktionszonen bieten dabei ozeanische Bruchzonen und passive Kontinentalränder. Im zweiten Teil des Vortrags wurden Modelle zur Bildung von Transform-Störungen als Instabilitäten während der Ozeanboden-Spreizung gezeigt. Laurent Montesi schlug ein Drei-Stufen-Modell zur Extraktion und Fokussierung von Schmelzen am mittelozeanischen Rücken vor: (1) schnelle sub-vertikale Extraktion unter den Platten, (2) sub-horizontale Migration an der Lithosphärenbasis, (3) subvertikale Extraktion an der Plattengrenze. Im letzten Vortrag verglich Boris Kaus verschiedene Finite-Elemente- und Finite-Differenzen-Techniken zur thermo-mechanischen Modellierung von Lithosphärendeformation in 2D und 3D. Im zweiten Teil behandelte er die Modellierung von Zwei-Phasen-Strömungen.

Alle Teilnehmer hatten die Möglichkeit, Poster zu zeigen. Die insgesamt 102 Poster konnten während der ganzen Konferenz aufgehängt bleiben. Es wurde genügend Zeit für Poster eingeplant, so dass alle Beteiligten die Möglichkeit hatten, ihre Forschungen zu präsentieren, was intensive und ausführliche wissenschaftliche Diskussionen anregte. Dabei wurden nicht nur fertige Ergebnisse gezeigt, sondern es war auch möglich, bezüglich der Details zur numerischen Modellierung entsprechende Erfahrungen auszutauschen.

Die Konferenz bot einen geeigneten Rahmen, vor allem jüngere Wissenschaftler (Doktoranden und Postdocs) in die „Scientific Community" (Wissenschaftlergemeinde) einzuführen. Es wurde gezielt die Interaktion zwischen jüngeren

Teilnehmer des Geodynamik-Workshops 2011 in Groß Dölln

und etablierten Wissenschaftlern (insbesondere den eingeladenen „Keynote"-Sprechern) – sowohl innerhalb des wissenschaftlichen Programms als auch des sozialen Rahmenprogramms – betont. Entsprechend groß war der Anteil jüngerer Wissenschaftler – insgesamt 53 Studenten und Doktoranden, und daneben zahlreiche Postdocs. Die Konferenz war sehr international ausgerichtet; neben 43 Teilnehmern aus Deutschland kamen 53 Teilnehmer aus dem europäischen Ausland, 19 aus den USA und 8 aus dem übrigen außereuropäischen Ausland. Bei den Vortragenden war die Aufteilung ähnlich (5 x Deutschland, 7 x europäisches Ausland, 3 x USA). Die etwas abgeschiedene Lage entsprach der Tradition dieser Konferenzserie, die zuvor an Orten wie Braunwald (Schweiz) und Hruba Skala (Tschechien) stattfand, und führte dazu dass neben dem offiziellen Konferenzprogramm am Nachmittag und Abend genügend Zeit für informellen Austausch bestand.

Weitere Informationen zur Konferenz finden sich auf der Webseite http://www.gfz-potsdam.de/events/2011/Mantle_Lithospheric_Dynamics_Workshop

Die Reihe dieser internationalen Geodynamik-Workshops wird in 2 Jahren an der Universität von Oslo (organisiert von Prof. T. Torsvik) fortgeführt. Sie wird zukünftig auch unter der Schirmherrschaft der European Geophysical Union (EGU) stehen, diesem Vorschlag der Organisatoren wurde in Groß Dölln von allen Teilnehmern zugestimmt.

Die Konferenz wurde finanziell unterstützt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) dem Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ), der European Geosciences Union (EGU), der International Association of Seismology and Physics of the Earth Interior (IASPEI) und der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft (DGG). Für amerikanische Teilnehmer wurde außerdem Unterstützung von der National Science Foundation (NSF) eingeworben. Durch die eingeworbenen Gelder konnte insbesondere die Teilnahme der eingeladenen Vortragenden, sowie von Studenten gefördert werden.

D-A-CH-Tagung „Erdbeben und Baudynamik“ 2011 in Hannover

Diethelm Kaiser, Thomas Spies, Jörg Schlittenhardt, BGR Hannover & Carsten Könke, Bauhaus-Universität Weimar

Um die Erdbebensicherheit von Wohnhäusern bis hin zu Industrieanlagen ging es auf der 12. D-A-CH-Tagung „Erdbeben und Baudynamik“, die vom 15. bis 16. September 2011 in Hannover stattfand. Die Deutsche (DGEB), die Österreichische (OGE) und die Schweizer (SGEB) Gesellschaften für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik führen diese Veranstaltung gemeinsam im zweijährigen Turnus durch. Gastgeber und Mitveranstalter der diesjährigen Tagung war die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Hannover. Die örtliche Tagungsorganisation lag in den Händen des Arbeitsbereichs „Ingenieurseismologische Gefährdungsanalysen“ der BGR. Die Tagung wurde vom Vorsitzenden der DGEB Prof. Dr.-Ing. Carsten Könke von der Bauhaus-Universität Weimar geleitet.

Die Tagung bot Bauingenieuren und Seismologen ein gemeinsames Plenum zur Diskussion aktueller Entwicklungen in Forschung und Praxis in den Bereichen des Erdbebeningenieurwesens, der Baudynamik und der Ingenieurseismologie. Das Programm umfasste ein breites Themenspektrum von der Beschreibung der Erdbebeneinwirkungen und der Boden-Bauwerks-Interaktionseffekte über das System-Monitoring und die Messungen dynamischer Kenngrößen bis hin zu Fragen der Beurteilung und Ertüchtigung bestehender Bauwerke. In diesem Jahr jährt sich zum einhundertsten Mal das Albstadt-Erdbeben von 1911. Dieses Beben und Untersuchungen anderer historischer Erdbeben in Deutschland, Österreich und der Schweiz bildeten deshalb einen besonderen Schwerpunkt.

Eröffnung im Großen Sitzungssaal der BGR

Tagungsleiter Prof. Dr.-Ing. Carsten Könke

Den Eröffnungsvortrag hielt das Ehrenmitglied der DGEB, Prof. Dr. Götz Schneider, zum Thema „Welche Lehren hat uns das Erdbeben vom 16. November 1911 erteilt?“. Das Beben auf der Schwäbischen Alb gilt als das stärkste der vergangenen 250 Jahre in Deutschland. Prof. Schneider wies in der Zusammenfassung darauf hin, dass eine Einschätzung der Wiederkehrperioden großer Beben in Mitteleuropa, wie dem Albstadt-Beben von 1911, aufgrund der begrenzten Beobachtungsdauer bei der instrumentellen und historischen Seismizität mit hohen Unsicherheiten behaftet ist. Weiter betonte er, dass nicht nur bei Neubauten die Erdbebensicherheit berücksichtigt werden muss, sondern auch Maßnahmen ergriffen werden sollten, durch die bei Altbauten der Personenschutz erhöht wird, vor allem bei Aufenthalt in deren Nähe im Freien bei einem größeren Erdbeben.

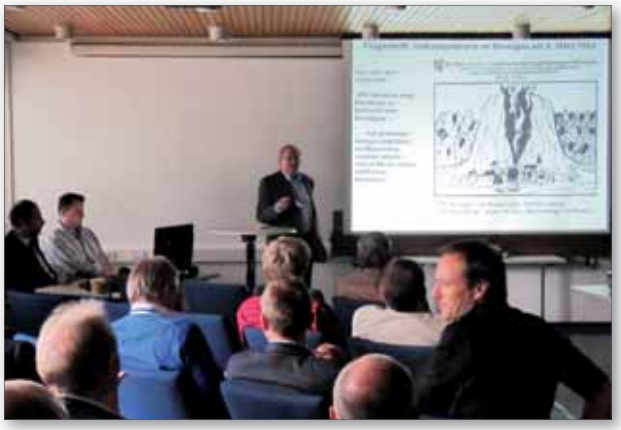
Die rund 50 Vorträge und die Diskussionen der 150 Teilnehmer zeigten eindrucksvoll, dass mit den wachsenden Anforderungen an die Sicherheit von Bauwerken – besonders im Fall von Industrieanlagen wie z.B. Kernkraftwerken

Eröffnungsvortrag von
Prof. Dr. Götz Schneider

– das Erdbebeningenieurwesen und die Baudynamik weltweit eine große Bedeutung erlangt haben. Die Diskussionen wurden in den Pausen intensiv weitergeführt, auch an den Ständen der Aussteller, vor den Postern mit den wissenschaftlichen Beiträgen und nicht zuletzt während des festlichen Abendessens im typisch niedersächsischen Gasthof Meyer im Zoo Hannover.

Das Programm und der 522 Seiten umfassende Tagungsband mit allen wissenschaftlichen Beiträgen stehen auf der Webseite der DGEB www.dgeb.org zur Verfügung.

Am Rande der Tagung fand die Mitgliederversammlung der DGEB statt, auf der der neue Vorstand gewählt wurde. Neuer Vorsitzender ist



Vortrag im zweiten Vortragsraum von
Dr. Günter Leydecker

Diskussion nach dem Eröffnungsvortrag

Dr.-Ing. Christoph Butenweg (RWTH Aachen), stellvertretender Vorsitzender ist nun Dipl.-Geophys. Dr. Diethelm Kaiser (BGR Hannover).

Die für Geophysiker interessantesten Beiträge, die auf der Tagung präsentiert wurden, sind im Folgenden aufgelistet.

- Reinterpretation der Schütterwirkungen des „Mitteleuropäischen Erdbebens“ vom 16. November 1911, *S. Beinersdorf, J. Schwarz*

- Deterministic Scenarios for the Northern Rhine Region, *J. E. Daniell, F. Wenzel*

- Untersuchungen historischer Erdbeben in der Schweiz, *D. Fäh, M. Gisler, G. Schwarz-Zanetti, S. Fritsche, P. Kästli, D. Giardini*

- Historische Erdbebenforschung in Tirol im Rahmen des INTERREG IV Projektes HAREIA – Historical And Recent Earthquakes in Italy and Austria, *Ch. Hammerl*

- DIN 4149 – konforme spektrale Abnahmebeziehungen für deutsche Erdbebengebiete, *Ch. Kaufmann, J. Schwarz*

- Standsicherheitsnachweise an Erdschüttdämmen unter Erdbebenbelastung mittels eines modifizierten Krey-Bishop Algorithmus, *C. Könke, H. Sadegh-Azar*

- Erdbeben im Jahr 1911 – Der Erdbebenschwarm im Hohen Venn, *K. Lehmann*

Lebhafte Diskussionen während einer Pause

- Erdbebenkatalog für Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 800 bis 2008, *G. Leydecker*
- Boden-Bauwerk-Interaktion bei Flüssiggastanks unter Berücksichtigung der frequenzabhängigen Steifigkeiten und Dämpfungen, *P. Sadegh-Azar, J. Roetzer*
- Urbane Seismologie am Beispiel der aktuellen seismischen Ereignisse unter Landau, Südpfalz, *J. R. R. Ritter*
- Ein wellenbasiertes Modell für die Echtzeitvorhersage der Erdbebenbeschleunigung, *R. J. Scherer, A. Zahedi Kameneh*
- Welche Lehren hat uns das Beben vom 16. November 1911 erteilt? *G. Schneider*
- Resultierende Erdbebeneinwirkung aus zwei Horizontalkomponenten, *K. Smoczynski, T. Schmitt*
- Mikroseismizität in Bayern – Eine Herausforderung an den Erdbebendienst, *J. Wassermann, T. Megies, H. Igel*

Ausstellung eines Schütteltisches für Lehrzwecke

- Spatial correlation of strong ground motion and its influence on earthquake loss estimation, *F. Wenzel, V. Sokolov*
- Seismische Beurteilung von Wiener Gründerzeithäusern, *G. Achs, C. Adam*
- Einfluss benachbarter Gebäude auf das seismische Schwingverhalten, *R. Borsutzky, A Sadegh-Azar, H.-G. Hartmann*
- Stand und Entwicklung der Erdbebenvorsorge in der Schweiz, *B. Duvernay*
- Nachweis der Erdbebensicherheit einer Verbrennungsanlage für radioaktive Abfälle, *R. Flesch, H. Friedl, M. Kwapisz*
- Messung der Mikroseismizität im Bereich Landau/Südpfalz, *J. Groos, J. Ritter*

Herbsttagung des Arbeitskreises Geodäsie/Geophysik 2011

Thomas Jahr, Jena

Die Herbsttagung 2011 des Arbeitskreises Geodäsie/Geophysik fand vom 4. bis 7. Oktober in der JUFA (Jugend- und Familienherberge) in Nördlingen statt. 23 Teilnehmerinnen und Teilnehmer folgten den diesmal 22 Vorträgen und beteiligten sich intensiv an den zeitlich unbefristeten Diskussionen. Das Spektrum der Themen unserer Tagung war wie immer breit angelegt und reichte von den neuen Atomgravimetern über terrestrische und GRACE-Schweremessungen bis hin zu aktuellen geodätisch/geophysikalischen Modellierungsmethoden. Die Teilnehmer/innen danken Herrn Dr. Thomas Klügel für die sehr gute Organisation der Tagung, des Museumsbesuchs (Kratermuseum) und der damit einhergehenden, herbstlichen, geologisch geführten Wanderung zu einigen Aufschlüssen am Rande des Nördlinger Ries‘.

Liste der Beiträge (Vortragende mit *):

Jentzsch, G.: Mikrogravimetrie – eine Methode nicht nur für Vulkane, sondern auch für die Antarktis? Nord-Viktoria-Land, Antarktis: Ergebnisse wiederholter GPS-Kampagnen und erste Ergebnisse mikrogravimetrischer Messungen.

Schlippert, D.: Measurements of gravity using atom interferometry – Possibilities and applications.

Schulz, R.: Kontrollprogramm für ZLS Burris Gravimeter: Neue Oberfläche und neue Funktionen unter Windows XP und Windows 7.

Timmen, L.* & O. Gitlein: First Experiences with Registrating Spring Gravimeters.

Zürn, W.* & R. Widmer-Schnidrig: Vergleich von Breitband-Seismometern und „DC-Instrumenten“ unterhalb von 1 mHz.

Mentes, G.: Ein Versuch der Luftdruckkorrektion von extensometrischen Daten mit neuronalen Netzwerken.

Bódis, V.B.: Investigation of the factors causing small surface tilts on the high loess bluffs along the River Danube.

Jahr, T.*, N. Kukowski, G. Jentzsch & P. Schindler: Die neuen Laser-Strainmeter am Geodynamischen Observatorium Moxa: Installation und erste Daten.

Brimich, L.*, M. Charco, I. Kohut & J. Fernandez: 3D analytical and numerical modeling of the regional topography influence on the surface displacement, strain and gravity change due to underground heat source.

Zeumann, St.: Dynamische 3D-Modellierung der Anden-Subduktionszone mit realistischer Geometrie.

Mentes, G.* & I.E. Pápai: Zusammenhang zwischen Gesteinsspannung und Radonkonzentration.

Riederer, M.: SysMon – Flexibles Monitoring für verteilte Messsysteme.

Klügel, T.*, A. Gebauer & U. Schreiber: Neues vom Ringlaser: Sehen wir den Chandler-Wobble?

Klügel, T.* & H. Wziontek: Neues vom ATMACS: Erweiterung auf beliebige Stationen.

Mentes, G.: Tektonische Bewegungen gemessen mit Extensometern im Geodynamischen Observatorium in Sopronbánfalva von 1991 bis 2010 – Vergleich von extensometrischen Daten mit Radonkonzentrationsmessungen.

Völksen, C.: Erfassung von Deformationen in den Alpen mit GPS/GNSS.

Kroner, C., A. Weise & T. Jahr*: Beobachtungen mit supraleitenden Gravimetern als Randbedingungen für hydrologische Modelle.

Gebauer, A.: Neueste Entwicklungen zu PreAnalyse.

Wang, R.*, S. Parolai, M. Ge, M. Jin, T.R. Walter & J. Zschau: The 2011 Mw 9.0 Tohoku-Oki earthquake: Comparison of GPS and strong motion data.

Gerstenecker, C.*, S. Ergintav & E. Lippmann: Aufbau von zwei Tiltmeter-Arrays in der Türkei.

Jentzsch, G.*, M. Queitsch, H. Ishii & H. Asai: Neigungsmessungen am Tono Research Institute for Earthquake Science Mitsunami, Japan.

Schindler, P.: Gravimetrische und magnetische Modellierung im N-Viktoria-Land, Antarktis.

Zum Abschluss der Tagung übergab Prof. Dr. Carl Gerstenecker die geodätische Leitung des Arbeitskreises Geodäsie/Geophysik an Frau Dr. Gwendolyn Läufer (Uni Darmstadt). Die Mitglieder des Arbeitskreises danken Herrn Gerstenecker für die langjährige Leitung des Arbeitskreises und die damit verbundenen Tätigkeiten: ein herzliches Dankeschön, Carl.

Die nächste Herbsttagung findet vom 20.11.-23.11.2012 in Hannover oder der Umgebung statt. Die lokale Organisation übernehmen dankenswerter Weise Dr. Ludger Timmen und Dr. Olga Gitlein. Näheres dazu wird ab Frühjahr 2012 wieder unter der URL www.ak-gg.de des Arbeitskreises zu finden sein oder kann unter thomas.jahr@uni-jena.de; Tel.: 03641-948665, Fax: 03641-948662 erfragt werden. Alle an aktuellen Themen der Geodynamik, Geodäsie und Geophysik Interessierten sind wie immer herzlich zur Teilnahme eingeladen – ganz besonders auch Bachelor-Absolventen und Master-Kandidaten sowie Diplomanden und Doktoranden, die ihre laufenden Arbeiten vorstellen und zur Diskussion stellen möchten. Anmeldungen werden bis 01.10.2012 über die o.a. Web- oder E-Mail-Adresse erbeten.

11. Tagung der FKPE Arbeitsgruppe „Bohrlochgeophysik und Gesteinsphysik“

Thomas Wonik, Hannover & Christian Bücker, Hamburg

Die Arbeitsgruppe „Bohrlochgeophysik und Gesteinsphysik“ des FKPE wurde 1994, in Fortsetzung der KTB-Arbeitsgruppen, gegründet. Am 06. und 07.10.2011 fand ihr nunmehr 11. Workshop statt; Veranstaltungsort war das Hotel Kronsberger Hof in Hannover.

Mit über 50 Teilnehmern aus Hochschulen, Forschungsinstituten und Industrie war der zweitägige Workshop wieder gut besucht. Der erste Tag stand unter dem Schwerpunkt „Geomechanik und Bohrlochgeophysik“; in zehn Vorträgen wurde das Thema gut umrissen und diskutiert. Insbesondere der gemeinsame Abend wurde ausgiebig für Gespräche und Diskussionen genutzt. Hier fand „Networking“ statt ─ alte Kontakte wurden vertieft und neue geknüpft. Und hier wurde auch wieder die Intention des Workshops klar: Interessierte an Bohrlochgeophysik und Gesteinsphysik zusammenzubringen und ein Forum für einen Erfahrungsaustausch zu schaffen.

Der zweite Tag war keinem Schwerpunktthema gewidmet, und es gab zehn Vorträge zu thermischen Parametern, Problemen in Grundwasserbohrungen bis hin zur Anisotropie der magnetischen Suszeptibilität.

In der Abschlussdiskussion zum Workshop wurde einheitlich der Wunsch geäußert, diese Veranstaltung weiter fortzuführen, da dieser Workshop in Deutschland das einzige Forum zum Thema Bohrlochgeophysik und Gesteinsphysik ist. Der nächste Workshop ist für 2013 geplant, für die Durchführung werden Gespräche mit Teilnehmern aus Celle und Jena geführt.

Die finanzielle Durchführung des Workshops (Kaffeepausen, Abendessen, Raummiete) konnte wieder mit Hilfe der Unterstützung von

Sponsoren erfolgen, so dass für die Teilnehmer keine Tagungsgebühren anfielen. Wir bedanken uns herzlich bei den Firmen ANTARES (Stuhr), E.ON Ruhrgas (Essen) und RWE Dea (Hamburg)!

Unter der Internetadresse www.fkpe.org – Arbeitsgruppen – AG Bohrlochgeophysik und Gesteinsphysik sind Tagungsprogramm und Teilnehmerliste nicht nur von diesem, sondern auch von den vorangegangenen Workshops einzusehen. Die Vorträge des aktuellen Workshops werden hier nach Eingang bei den Sprechern der Arbeitsgruppe umgehend zur Verfügung stehen.

Sprecher der Arbeitsgruppe:

Dr. Christian Bücker (RWE Dea AG, Hamburg) und Dr. Thomas Wonik (LIAG, Hannover)

Die Seismik-AG am St.-Michael-Gymnasium in Monschau (Eifel) − Von Jugend forscht zur Seismik-AG

Ulrich Arndt, St.-Michael-Gymnasium Monschau

Eine Projektwoche der Schule zum Thema „Lebendige Steine“ war 1994 der Anlass: 20 Schüler/innen und zwei Lehrer wollten keine historischen Bauwerke und Kirchen-Mosaike in der Umgebung der Schule untersuchen, sondern statt dessen unter dem Motto „Wenn Steine lebendig werden“ etwas über die Ursachen von Erdbeben lernen und wie man diese erforscht. Das starke Erdbeben von Roermond in den Nachtstunden des 13. April 1992 war allen noch deutlich in Erinnerung. Es entstand der Wunsch, selber einen Seismographen zu bauen. Bestens ausgestattet dazu war man ja: die „Kleine Erdbebenkunde“ von Karl Jung und beide Hochschultaschenbücher „Einführung in die Geophysik“ von W. Kertz waren zugänglich. Ganz unbekümmert wurde bei Professor Kertz angerufen.

Den Emeritus freute unser Projektvorhaben; er empfahl uns weiter an einen seiner Schüler, H.-P. Harjes, Ordinarius für Geophysik an der Universität Bochum. Professor Harjes stand unserem Vorhaben genauso positiv gegenüber, wies uns allerdings darauf hin, dass er zwar Geophysiker sei, sich aber nicht auf Seismometrie spezialisiert habe: in Sachen Seismographenbau vermittelte er uns an seinen Studienkollegen Erhard Wielandt in Stuttgart: der sei für diesen Teil der Geophysik die absolut kompetente Adresse und wir sollten uns ruhig bei ihm melden.

Inzwischen hatten wir herausgefunden, dass es sich bei Walter Kertz um keinen Geringeren als den weltweit renommierten Nestor der deutschen Geophysik handelte. Vor weiteren Telefonaten gab es daher für uns eine psychologische Hemmschwelle zu überwinden, was aber völlig unbegründet war: in den Geowissenschaften − so wissen wir heute − sitzen Hochschullehrer nicht auf einem ehrfurchtgebietenden Lehrstuhl, sondern sie sind den Problemen von Studierenden (so sahen wir uns ganz unbescheiden) immer auf sehr persönlich-engagierter Ebene aufgeschlossen.

Diese Erfahrung machten nämlich drei Schüler und ein Lehrer, die in den großen Ferien vor der Projektwoche an das Institut für Geophysik in Stuttgart zu Professor Wielandt fuhren. Er gab uns an zweieinhalb Tagen in der ihm eigenen freundlich zurückhaltenden Art einen für unsere Situation passgenauen, exzellenten Crashkurs in Sachen Seismologie und Bau von Seismographen, ohne den unser weiteres Vorhaben nicht hätte Wirklichkeit werden können. Seitdem ist Professor Wielandt wissenschaftlicher Pate des

Abb. 1: Projektwoche 1994, Projektgruppe „Wenn Steine sich bewegen“ (4. v. li.: Prof. Dr. Wielandt, re. OStR D. Strasser)

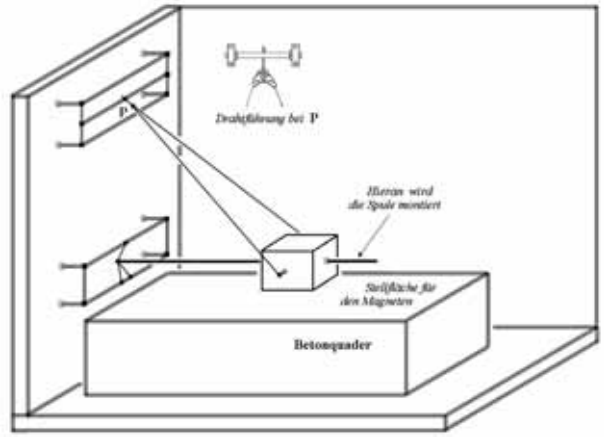


Abb. 2: Prinzipskizze beider Horizontalpendel. Der Draht-Tetraeder wirkt als reibungsarmes Kugelgelenk.

Seismik-Projektes am Städtischen St.-Michael-Gymnasium Monschau, der uns mit großer Geduld immer weiterhalf und weiterhilft, wenn es wieder mal nicht mehr weitergehen will. [1]

In der Projektwoche waren alle mit großem Eifer bei der Sache, ohne Rücksicht auf die Uhr: für den Lehrer war es eine neue Erfahrung, eifrig arbeitende Schüler um 23 Uhr nach Hause zu schicken.

Professor Wielandt ließ es sich nicht nehmen, während der Projektwoche in Monschau vorbeizuschauen, beim Wickeln der Spule zu helfen, zusammen mit Schülerinnen und Schülern im Schulkeller am Schraubstock zu arbeiten und auch für die zugehörige elektronische Registrierung wichtige Tipps zu geben.

Als das erste Horizontal-Seismometerpendel (Gartentor-Prinzip) und die Daten-Registrierung fertig waren, staunten wir ungläubig über Wielandts Urteil, das Gerät arbeite einwandfrei. Der Experte hatte die Meeresmikroseismik als kostenloses Testsignal von Mutter Erde „gesehen“, wir (noch) nicht.

Danach wochenlanges Warten auf das erste Signal. Unterdessen wurde die Verstärkung immer mehr hinauf geregelt. Irgendwann bei Aufräumarbeiten im Seismographenkeller wanderte der Schreibstift des Papierrekorders langsam von Anschlag zu Anschlag und wir schalteten erschrocken alles aus. Bald darauf klingelte das Telefon im Keller. Professor Wielandt: „Sie

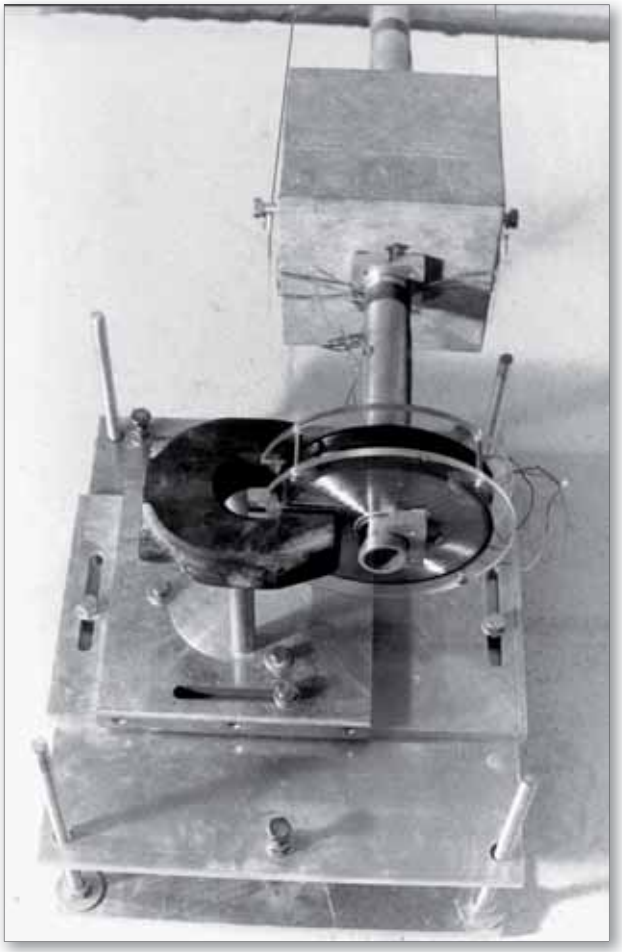


Abb. 3: Dynamo-Einheit des Schulseismometers. Selbstgewickelte Spule mit n = 40000, Generator-Konstante S = 180 Vs/m. (Foto: W. Furkert)

sollten jetzt ein starkes Beben registriert haben.“ Wir beruhigten uns erst wieder, als unser Pate uns darauf hinwies, dass Ähnliches auch schon Profis passiert sei.

Ab dann ging es Schlag auf Schlag: man hatte zwischenzeitlich gelernt, wie man mit gleichsinnig rotierender Bohrmaschine und Kreissäge kreisrunde Plexiglasscheiben für den Spulenkörper herstellen kann. [2] Viele Sponsoren aus fern und nah halfen. [3] Drei Schüler aus der Jahrgangsstufe 12, nämlich Bernd Naeth (Datenauswertung), Thomas Poschen (Mechanik) und Sebastian Schork (Software), bauten die Gerätschaften im Schulkeller zu einer dreikomponentigen Erdbebenwarte mit digitaler Fernabfrage aus und konstruierten zusätzlich noch einen transportablen Lehrseismographen für den Unterricht, der − bis auf den Spulendraht − nur aus Materialien hergestellt ist, die man im Baumarkt bekommt. [4]

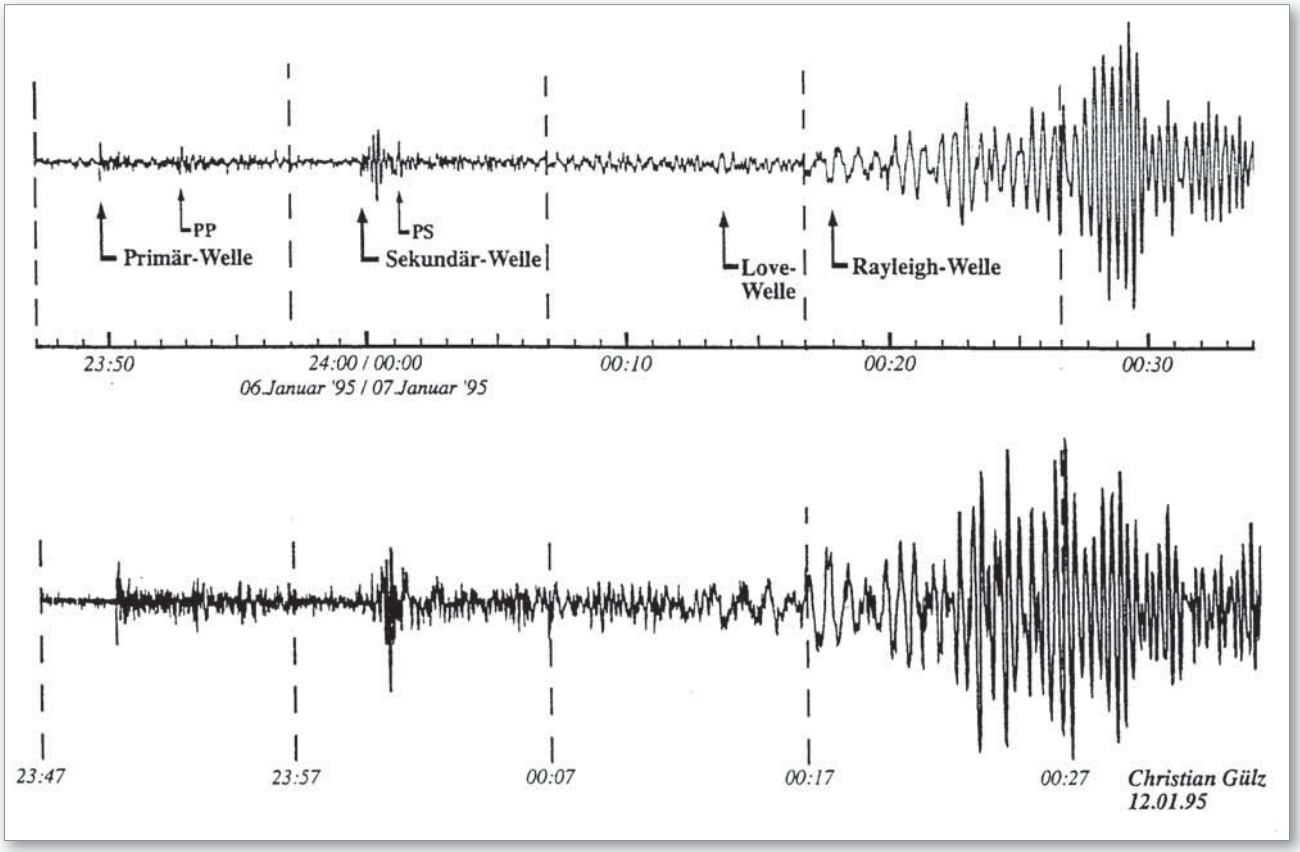


Abb. 4: Vergleich eines der ersten Seismogramme des Schulseismographen (oben) mit einer professionellen Aufzeichnung des Instituts für Geophysik in Stuttgart (unten), Zeitangabe in MEZ. Es zeigt ein Beben der Stärke 7 vor der Ostküste des Nordteils der japanischen Insel Honschu, wenige Tage vor dem großen Beben in Kobe am 17. Januar 1995.

Mit dem Geleisteten nahmen die drei jungen Männer am Wettbewerb „Jugend forscht" (Jufo) teil. Mit der Station konnte ein Seebeben vor Westafrika (nahe Ascension) recht genau lokalisiert werden. Technische Besonderheit: Die Generator-Konstante eines Seismographen war sowohl statisch (via Lorentz-Kraft) als auch dynamisch (via Hall-Sonde und numerischer Differentiation) bestimmt worden.

Die Gruppe wurde 1996 beim Wettbewerb im Bereich Geo- und Raumwissenschaften NRW-Landessieger, bundesweit Zweitbeste. [5]

Nach diesem Erfolg wollte der Lehrer froh die Sache auf sich beruhen lassen; er hatte aber nicht mit dem initiierten Schülerinteresse gerechnet. Ein SII-Schüler ziemlich erbost: „Sie können es doch jetzt nicht einfach dabei bewenden lassen. Die Sache muss doch weitergeführt werden!" So wurde Sebastian Staiger zum Frontmann der ersten Seismik-AG. Martin Jansen setzte die erste Fassung der Homepage ins Netz; die Jufo-Arbeit wird dort ausführlich erläutert und

Abb. 5: Im Seismometer-Keller. „Youngster" Delano Küpper (re.) demonstriert (2011) durch Anzupfen der unteren Drahtaufhängung des Nord-Süd-Seismometers beim Besuch der „Silberabiturienten" klangvoll, wie stark die Drähte gespannt sind. Johannes Lehtonen (SII) hilft, wenn es mal hakt.

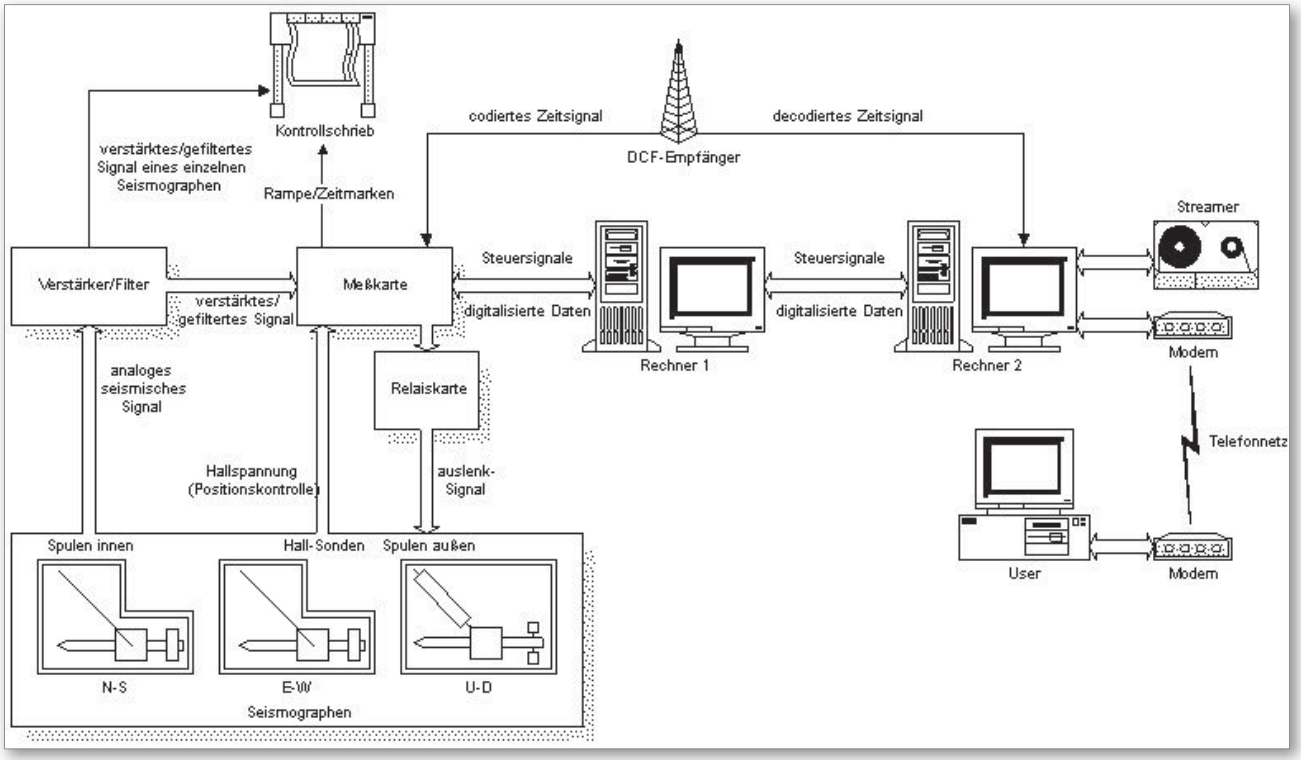


Abb. 6: Zur Organisation der Station

die natürlichen Hauptursachen für Erdbeben mit ihren Folgen für bewohntes Areal beschrieben. Die Erforschung des Erdinnern wird als Analyse der Ausbreitung von Erdbebenwellen aufgezeigt und Seismogramme als Bericht von der Reise dieser Wellen durch die Erde. Der Aufbau und die Funktionsweise von Seismographen sind Thema, ebenso Datennahme und Analyse von Seismogrammen. Über die Schul-Station findet man Wissenswertes und wie das in der Geophysik Gelernte im Unterricht (Themenbereich „Schwingungen und Wellen“) eingesetzt werden kann. Die Daten des letzten Monats können als Datendatei geladen oder neuerdings interaktiv („Flashplayer“) angeschaut werden. [6]

Abb. 7: Drei stolze Preisträger: Sebastian Schork, Thomas Poschen und Bernd Naeth, jetzt Milas (von links nach rechts)

Schülervater Hans Herwartz baute für die AG eine telefonhausartige Behausung des Papierschriebs der Schulerdbebenwarte: so können die momentanen Registrierungen von allen in einer Pausenhalle beobachtet werden.

In der Seismik-AG lernt man, wieso Erdbeben entstehen, wie sich Erdbebenwellen durch die Erde fortpflanzen, wie man dadurch in die Erde hineinhorchen und den Aufbau des Erdinneren erschließen kann, was ein Seismometer von einem Seismographen unterscheidet, wie das alles zusammenspielt und funktioniert. Der Dynamo-Betrieb am Fahrrad wird auf neue Art interessant und auch das Trägheitsgesetz beim von außen erregten Seismographen-Pendel wird als Simulation des „archimedischen Punkts“ anschaulich. Elektronik ermöglicht, geringste Bodenverschiebungen des ganzen Berges, auf dem die Schule steht (Rheinisches Schiefergebirge), zu messen und Störsignale herauszufiltern.

Abb. 8: Die erste Seismik-AG. Links deren Gründer Sebastian Staiger, hinzugesellt hat sich (rechts) Physik-Dezernent Dr. Welz, Bezirks-Regierung Köln.

Thema in der AG sind auch ganz andere Dimensionen: auf der einen Seite steht zwar die Freude über einen gut arbeitenden Apparat, der Signale aus fernen Teilen unseres Globus registriert, auf der anderen Seite können diese Signale aber Boten von einem Ereignis sein, das vielen Menschen Tod, Not und Elend brachte: ein „memento mori“, das allen bewusst wird.

Immer wieder wird uns die Frage gestellt, wie es um die Erdbebenvorhersage bestellt ist. Wir können nur darauf hinweisen, dass viele Forscher den Naturvorgang Erdbeben als prinzipiell unberechenbar bezeichnen, andere optimistischer sind. [7] Wie verletzlich unsere heutige Zivilisation (geworden) ist, wird in der AG diskutiert: dass nach einem Beben Strommasten auf Gasleitungen fallen und verheerende Brände auslösen, das passiert aufgrund vom Menschen erstellter „Infrastruktur“, Mutter Erde trägt da keine Verantwortung. Die Schüler/innen bemerken von ganz allein, wie fragwürdig es ist, in einem derart erdbebenreichen Gebiet wie Japan, wo drei Erdplatten kollidieren, Kernkraftwerke zu bauen.

Die Katastrophenbewältigung nach Erdbeben wird auch diskutiert: Die Aussage – nun sei alles vorbei – die ein türkischer Gouverneur 1995 nach einem Beben gegenüber der Bevölkerung machte, diese Aussage hatte für viele Menschen tödliche Folgen: das Hauptbeben kam erst danach. [8]

Außenwirkungen der AG

Erste Vortragserfahrungen sammelte die AG beim Besuch von Physik-Studienreferendaren aus den Seminaren Aachen, Bonn, Köln und

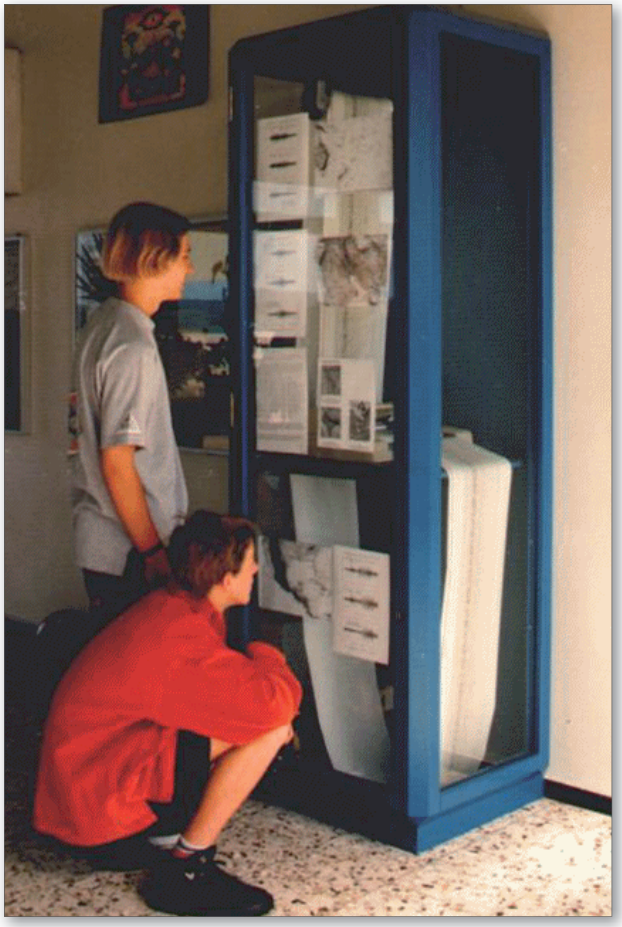


Abb. 9: Der Sichtschrieb in einer Pausenhalle (Foto Dr. L. Stresius)

Abb. 10: Der Kontrollraum 2011 (v. li. n. re.: Stations-Logbuch, Abzweig-Sichtschrieb, Verstärker-Filter-Einheit, Relais (Fernwartung), Stationsrechner, USV und Modem, Telefon, Archiv, Empfangsantenne DCF)

Siegburg in Monschau. Die Junglehrer staunten nicht schlecht, als AG-ler Anno Schreier dabei „die allseits geliebte Seismographen-DGL“ diskutierte. (Heute ist Anno erfolgreicher zeitgenössischer Komponist.)

1998 folgte ein Vortrag auf der Hauptversammlung des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (kurz MNU) an der Universität Leipzig: wir freuten uns über das große Interesse an unserer Arbeit, insbesondere über den Besuch von Professor Jacobs (damaliger Vorsitzender der DGG).

Zu einem gemeinsamen Vortrag auf der IAGA-IASPEI-Tagung in Hanoi lud uns 2001 Professor Bormann vom GFZ Potsdam ein. Professor Treusch (damals Vorstand des FZ Jülich) hatte anlässlich seines Vortrags an unserem Gymnasium die Seismik-Station besichtigt; er ermöglichte es in Absprache mit der Helmholtz-Gesellschaft und mit Professor Emmermann (Vorstand GFZ), dass beide „Sebastians“ Professor Bormann zum Vortrag nach Vietnam ohne Selbstkosten begleiten konnten. [9]

2002 stellte die AG bei „Science on Stage 2“ (ESA Noordwijk, deutscher Hauptvortrag) ihr Tun vor und Professor T. Hebbeker (Physikal. Inst. IIIA RWTH Aachen) lud uns zu einem Referat am Tag der Schulphysik ein. 2008 waren wir Gast an der Universität Köln (MNU-Tagung) und freuten uns darüber, Professor Tezkan als interessierten Zuhörer zu haben.

An viele Interessenten wurde eine Anleitung zum Nachbau unseres Lehrseismographen geschickt. Wenn es klemmte, haben wir – so wie selbst erlebt – vor Ort geholfen.

Die Seismik-AG zu Besuch bei anderen

Sehr bald nach Gründung der AG besuchten wir die Erdbebenwarte der Uni Köln in Bensberg, wo uns Professor Ahorner interessante Informationen über seismische Aktivitäten in der Eifel und im Rurtalgraben gab. Bei einem weiteren Besuch vertieften wir dies mit Professor Hinzen.

Kurz darauf waren wir Gast beim Geologischen Landesamt NRW (jetzt Geologischer Dienst, (GD)) in Krefeld bei Dr. Pelzing, der uns das Landesamt und dessen Seismographen-Array vorstellte. Unvergessen ist eine vom GD für uns gestaltete geologische Exkursion durch das Monschauer Land mitsamt der Beobachtung und Interpretation einer Kernbohrung bei Süssendell in der Eifel.

Mehrfach hat die AG das Institut für Geowissenschaften an der Ruhr-Uni Bochum besuchen können, wo Professor Harjes immer für ein interessantes Programm sorgte, das alle Teilnehmer der AG aus den Jahrgangsstufen 5 bis 13 „pack-

Abb. 11: Nachbau; Annika Ferk aus Memmingen benötigte keine Hilfe beim Nachbau unseres Seismographen. Annika Ferk ist heute Dipl.-Geophysikerin.

Abb. 12: Besuch beim BFO (hinten rechts Dr. T. Forbriger)

te“, vom Rütteltisch bis zum kontrolliert hervorgerufenen Gesteinsbruch.

Ein ganz besonderes Highlight war für die SII-Abteilung der AG ein für diese Schüler/innen erster Besuch am Institut für Geophysik in Stuttgart, vor allem aber der Besuch des BFO in Schiltach. „Ihr wisst, dass Schiltach weit ab von der Zivilisation tief im Schwarzwald liegt, man dort keinen Handy-Empfang hat, dass die Jugendherberge in Hornberg ziemlich tot ist?“ – „Ja, genau da wollen wir hin!“ Auch ein Motorschaden während der Reise mit Gepäckwechsel im Stau änderte daran nichts. Und alle waren begeistert: Professor Wielandt zeigte im Seismographen-Bunker historische Ruß-Seismogramme mit unvermutet hoher Auflösung und erklärte, wie man das uns von der e/m-Bestimmung her bekannte Helmholtz-Spulenpaar zur Abschirmung gegen elektromagnetische Störungen benutzt, die von der Strom-Rückleitung durch die Straßenbahnschienen herrühren.

Im BFO hatten wir unerwartet großes Glück: wegen amtlicher Inspektionsarbeiten durften wir durch die Luftdruckschleuse direkt bis an die Messgeräte, die etwa 700 m tief in einer alten Silbermine liegen und ansonsten zur Erzielung präziser Messergebnisse sogar den Forschern nur in Ausnahmefällen zugänglich sind. Dr. Widmer-Schnidrig erklärte uns die unglaubliche Auflösung des Askania-Pendels, Dr. Forbriger zeigte uns, wie genau eine „Schlauchwaage mit Tuning“ sein kann und Dr. Zürn veranschaulichte uns eindrucksvoll, wie das BFO nach schweren Erdbeben holistische Erd-Torsionsschwingungen mit extrem hoher Präzision misst. Die Verwandtschaft der Signatur solcher Schwingungen mit den Termschemata der Atomphysik verblüffte uns alle, den mathematischen „Background“ (Eigenwertproblem) verstanden wir „nicht in allen Details“.

Bau eines Groß-Globus und AG-Jubiläum

Als die Seismik-AG nahezu zehn Jahre alt war, wollten wir das feiern. Schulleiter Dr. Stresius sicherte uns seine Unterstützung zu. Dazu musste aber etwas Neues her… Schon immer war uns aufgefallen, dass bei der Darstellung der Lokalisation eines Bebens mit unserer dreikomponentigen Station bei vielen Zuhörern eine Verständnislücke auftrat, wenn wir dies an einem kleinen „Kreide-Globus“ verdeutlichten. Also alles „in Groß“, am besten genau so, wie es das „Cover“ von Professor Shearers Buch „Introduction to Seismology“ eindrucksvoll zeigt. Der Globus sollte ca. 2 m Durchmesser haben und zu öffnen sein.

Wieder fanden wir große Unterstützung: Das DLR in Oberpfaffenhofen versorgte uns mit PC-„Files“ von Globussegmenten (Satellitenaufnahmen). Matrazengroße Platten aus Styropor fertigte BASF (Ludwigshafen) für uns an. Die Platten wurden dann von uns mit einer Stichsäge grob in Halbzylinderform gebracht, mit einem heißen Draht Lage für Lage kugelmäßig zurecht-

Abb. 13: Zurechtschneiden der Globus-Segmente; aktiv sind Jan Reuter, Philipp Weiß und Mike Giese (Abi 2007)

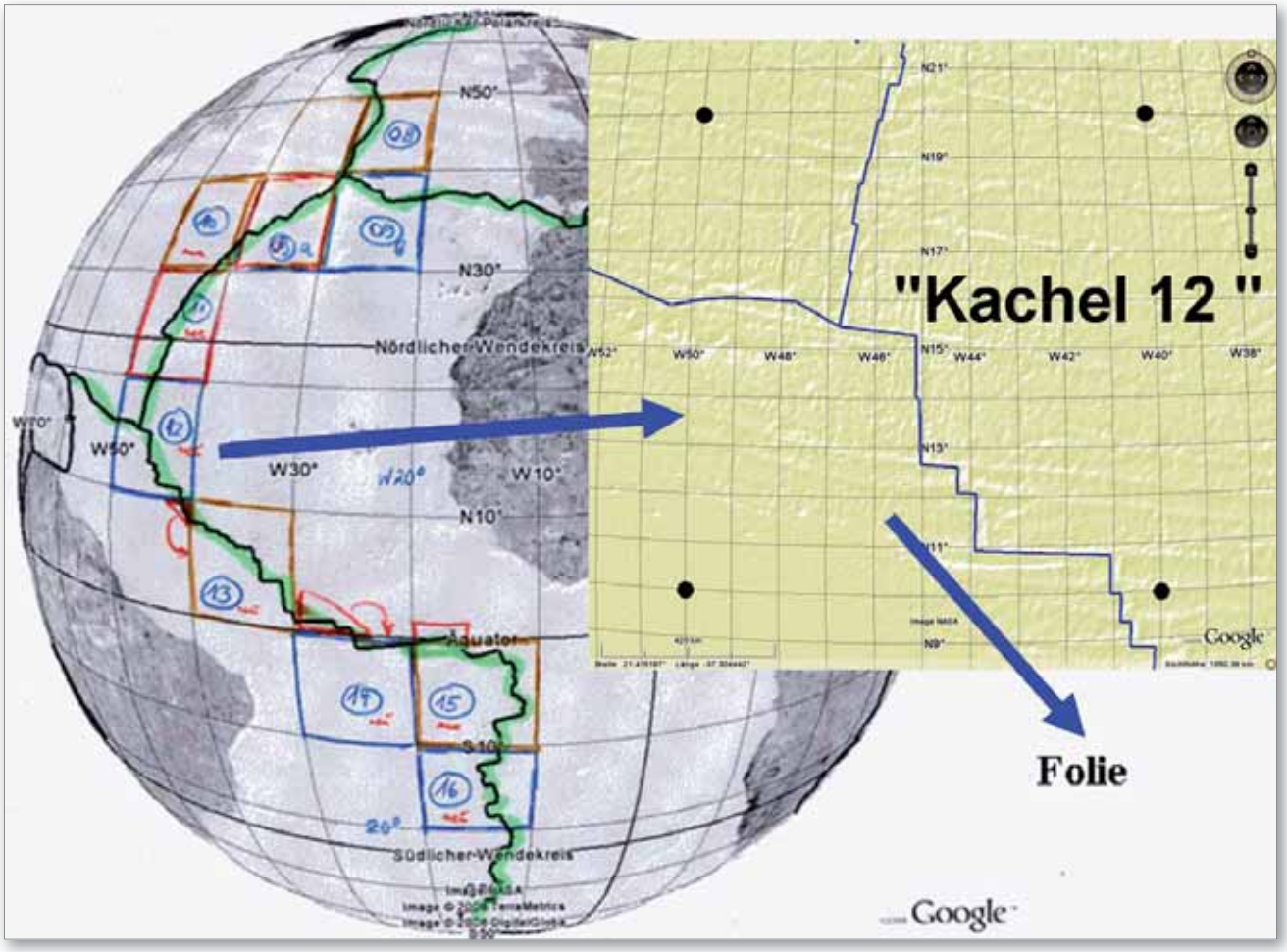


Abb. 14: Übertragen der Plattensegmente; aktiv sind Timo Woopen und Alexander Smit

geschnitten, verleimt und mit Schaschlik-Stäben fixiert.

Später wurde von jeder Halbkugel ein Viertel separiert. Die Oberfläche des Objekts wurde mit viel guter Spachtelmasse sphärisiert (was nicht trivial war) und danach mit Meridianen versehen. Auf den Satellitenaufnahmen vom DLR war das Meer fast schwarz... sollte auf dem Globus aber hellblau aussehen: Computerfreaks umgrenzten in monatelanger Arbeit Landmassen und Inseln und färbten „den Rest“ blau an. Die „Files“ wurden in Druck gegeben und die apfelsinenscheibenartigen, etwa 2 m langen und sehr dünnen selbstklebenden Foliensegmente passrichtig auf die beiden Halbkugeln aufgebracht... alles etwas nervenaufreibend.

Die Innenseiten des geöffneten Globus wurden entsprechend der Hauptschichten des Erdinnern farbig angestrichen. Die Trajektorien für die Erdbebenwellen-Ausbreitung wurden per OHP-Folie auf die Kugel projiziert und dort nachgezeichnet. Dazu hatte uns Professor Shearer eine nicht 3D-verzerrte Darstellung sei-

nes Buch-„Covers“ zugeschickt. Wie markiert man die Plattengrenzen auf dem Globus dort, wo nur Meer ist? Google-Earth wurden per „USGS-Overlay“ Plattengrenzen „verpasst“. Ein Koordinatennetz kachelte die Grenzen ein.

Die „Grenz-Kacheln“ wurden ausgedruckt, alle Plattengrenz-Elemente per Folie auf den entsprechend präparierten Globus übertragen und dann mit Klebepunkten markiert. Der ganze Prozess hat etwa zwei Jahre gedauert: kurz vor dem Jubiläum 2007 war der Globus fertig. In eine von Schreinermeister Siebertz kostenlos für die AG hergestellte Mulde mit Rollen wurde der Globus hineingesetzt.

Bei der Feier begrüßte Schulleiter Dr. Stresius viele Anwesende aus nah und fern. Grußworte entrichteten Bürgermeister T. Steinröx und Dr. W. Welz (Bezirksregierung Köln). Die ehemaligen Jufos fragten „Jugend forscht, und was dann?“, Professor Wielandt untersuchte, wozu Physiklehrer eigentlich gut sind, und die Oberstufe der AG informierte über Erdbeben und über den Aufbau der Erde. Dabei wurde der zunächst hinter dem Aula-Vorhang versteckte Globus präsentiert: die Aula wurde verdunkelt, unter Musikbegleitung wurde der Globus im Dunkeln auf die Bühne gerollt. Als dann im Spotlight der Globus gedreht und eröffnet wurde, brandete spontan Beifall auf.

Abb. 15: Globus im Haus. Manuela Seifert (Kl. 6) erklärt, wie Seismologinnen-Vorbild Inge Lehmann den festen Erdkern entdeckte.

Zwei Seismographen-Nachbauerinnnen kamen dann zu Wort: Susanne Kestner (Augsburg) sprach über Probleme beim Anfertigen ihrer Facharbeit, Annika Ferk (Memmingen) berichtete über eine Forschungsreise auf der „Polarstern“. Den Festvortrag zum Thema „Physik, eine

Abb. 16: Die Seismik-AG bei der DGG an der Ruhr-Universität Bochum (2010) (hinten 2. v. li. Prof. Dr. Friederich)

Abb. 17: Erdbebenvorhersage: unmöglich? Alexander Smit (nun etwas älter) erklärt; Johanna Knauf (Mitte) wird gleich den Bruchvorgang auslösen. Janna Liedtke passt auf, dass die Apparatur ohne Schaden bleibt.

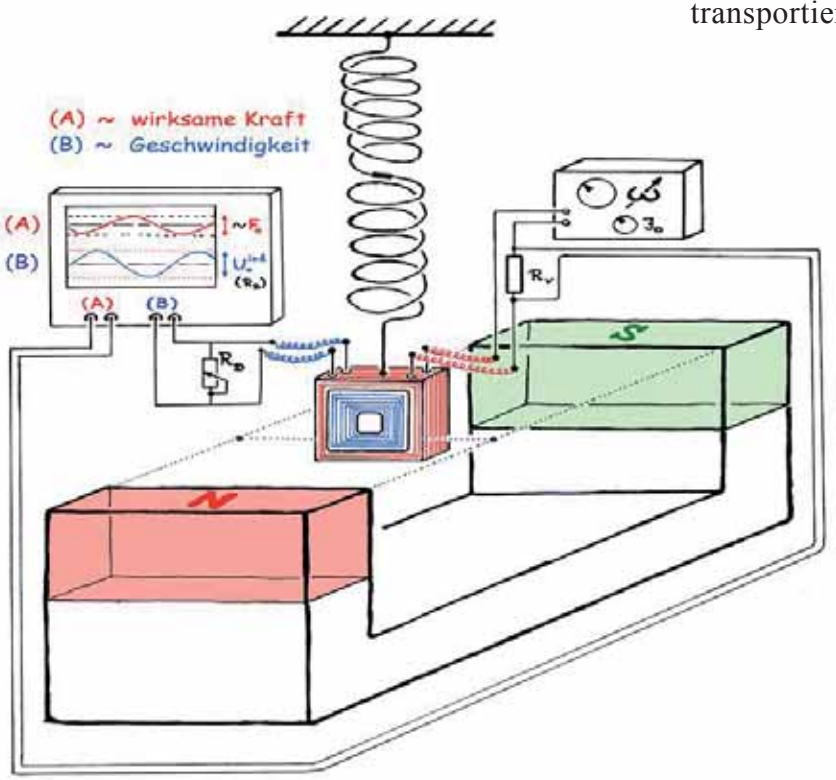


Abb. 18: Prinzip-Skizze des „Wielandt-Pendels“: Die Anordnung entspricht dem Seismographen-Test, so wie wir ihn von Professor Wielandt gelernt haben.

Erlebniswissenschaft *und* Der Atlantik rauscht bis Monschau“ hielt Dr. Forbriger.

Zum Schluss machte die SI-Abteilung der AG den Anwesenden klar, was P- und S-Wellen sind; mit „PowerPoint“-Vortrag und Groß-Globus wurde danach gezeigt, wie man mit unserer Station ein Erdbeben lokalisieren kann. [10] Später konnte der Globus dank vieler Sponsoren draußen auf dem Schulgelände aufgestellt werden, damit keine „Brandlast im Fluchtweg“ steht.

Die Seismik-AG bei der DGG 2010 in Bochum

Ein ganz großes Erlebnis war es für die AG, beim obersten Fachgremium in Deutschland, nämlich der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft einen Vortrag halten zu dürfen.

Alle hatten gut trainiert und fieberten dem Vortrag entgegen. Professor Friederich hatte für die Logistik gesorgt: in einem Universitäts-Lkw wurden Globus und andere benötigte Materialien von Monschau nach Bochum und wieder zurück transportiert. Globus, Lehrseismograph und unsere beiden Poster konnten im Postersaal ausgestellt werden.

Die Modem-Verbindung zur Station in Monschau wurde problemlos installiert und die Live-Beobachtung der von Bochum aus angestoßenen Pendel funktionierte.

Beim Vortrag fanden wir großen Zuspruch, nicht nur von der Teilnehmerzahl her: der viele spontane Applaus ist für uns bleibende Motivation. Die Beben-Lokalisation wurde mit dem Groß-Globus erklärt. Die Schwierigkeit von Erdbebenvorhersagen veranschaulichte ein einfaches, mit Mitteln aus dem Baumarkt hergestelltes Modell (vgl. Abb.17). Es zeigt, dass die Menge Sand, die in das Lastgefäß eingefüllt werden muss, immer

eine andere ist, damit sich die rechte „Platte“ in Bewegung setzt.

Dann stellten wir das im Physik-Unterricht erprobte, von uns so getaufte „Wielandt-Pendel“ vor, das Mechanik und Elektrik verknüpft: die mit Hilfe einer kleinen Spule elektromotorisch erzwungene Schwingung eines mechanischen Pendels wird induktiv mit einer parallel dazu montierten Spule größerer Windungszahl registriert.

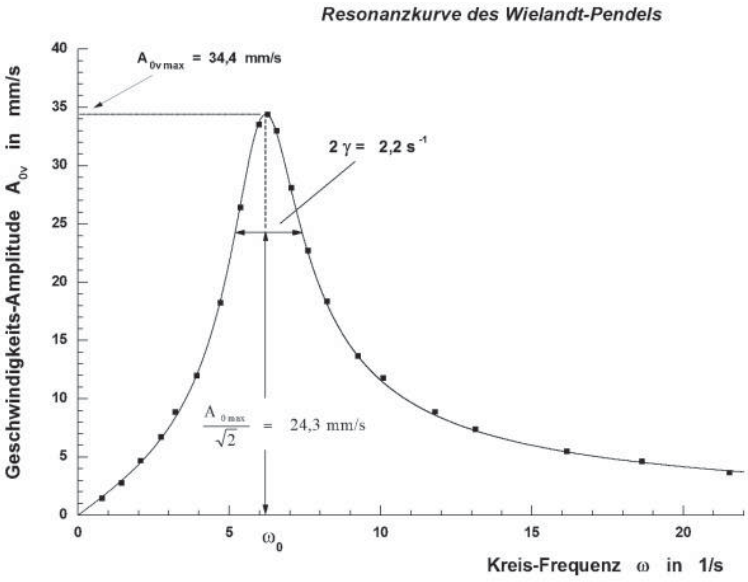


Abb. 19: Resonanzkurve des „Wielandt-Pendels“

Es war für uns alle eine Riesenüberraschung, als uns eine Geophysik-Studentin nach dem Rücktransport des Globus von der Ruhr-Uni nach Monschau 60 € überreichte, die im Studentenkreis spontan nach unserem Vortrag gesammelt worden waren: bei einer großen Portion Eis erinnerten wir uns alle gerne an unseren Besuch bei der DGG.

Danksagung

Für jahrelang nachhaltige Förderung danken wir dem Förderverein VEFF unseres Gymnasiums, insbesondere Herrn Professor Rasche. Ebenso gilt es der Fa. Myrenne in Roetgen als großem Sponsor Dank zu sagen, materiell wie finanziell.

Quellen und Anmerkungen

[1] Wielandt, E.: *Seismographen.* - In: Universität Stuttgart (Hrsg.): Wechselwirkungen, Jahrbuch 1966, 108-119; Internet: http://www.geophys.uni-stuttgart.de/oldwww/seismometry/seismo_htm/seismographen.htm

[2] Physikalische Blätter **52** (1996), Aktuelles, S. 1208: *Mit Bohrmaschine und Kreissäge*

[3] http://seismic.mgm-monschau.de/german/helfer.php

[4] Arndt, U., Schork, S. & Wielandt, E. (2006): *Signale aus der Erde.* - Physik in unserer Zeit 37, **6**, 281-285.

[5] Schork, S., Poschen, T. & Naeth, B.: *Bau und Organisation einer Schulseismographenstation mit digitaler Fernabfrage und Konstruktion eines Lehrseismographen*, Bundeswettbewerb Jugend forscht, - http://seismic.mgm-monschau.de/german/publikationen/jufo/jufo_1.php.

[6] Der Ehemalige C. Wollgarten (jetzt RWTH Aachen) schrieb für uns das Implement.

[7] http://www.nature.com/nature/debates/earthquake/equake_26.html.

[8] B. Güngor beschreibt die Folgen einer Fehlinformation der Bevölkerung durch einen türkischen Gouverneur: „*Der Tod kam erst nach der Entwarnung*“, Aachener Nachrichten Nr.230, 3.10. 1995, Panorama-Seite.

[9] Arndt, U., Bormann, P. Schork, S. & Jansen, M. (2001): *A Seismic WG at a German High School: Goals and Web-Products.* - In: IAGA-IASPEI Joint Scientific Assembly, Vietnam 2001, Abstracts, 415.

[10] Wir danken H. Herwartz, der einen Video-Zusammenschnitt der Jubiläumsfeier anfertigte.

AIDA – ein Opus für die Inversion und Interpretation von airborne-geophysikalischen EM-Messsungen

Hans-Jürgen Götze, Ralph-Uwe Börner, Peter Menzel, Uwe Meyer, Michael Schröder, Bernhard Siemon, Bülent Tezkan, Jutta Winsemann & die AIDA-Verbundgruppe[1]

Einleitung und Gesamtziele des Vorhabens

Ziel der Verbundarbeiten ist es, nutzerorientierte Informationen aus geophysikalischen Messdaten zu generieren, die physikalisch-quantitative Beschreibungen des Untergrundes, z. B. Leitfähigkeiten, Dichten, Suszeptibilitäten etc., in räumliche Strukturen und Informationen umsetzen, so dass sie der Erfahrung und dem Verständnis der Anwender entsprechen. Dies sind Strukturgeologen, Hydrogeologen, Ingenieure und andere. Diese Umsetzung soll mit automatischen numerischen Verfahren, einer wirklichkeitsnahen 3D-Visualisierung und einem Prozessverständnis unterstützt werden, das die entsprechenden räumlichen Strukturen berücksichtigt. Je näher man sich dabei der Erdoberfläche aus der Tiefe her nähert, desto größer werden Nutzungsdichte und Nutzungsvielfalt in Bezug auf die Bewirtschaftung als auch die Verfügbarkeit von Geoinformation. Deshalb soll versucht werden, den Anteil oberflächennaher, kleinskaliger Charakteristika mit großem Detailreichtum zu erfassen.

Zum Erreichen der soeben beschriebenen Gesamtziele werden die Verbundpartner im Wesentlichen bereits vermessene Untersuchungsgebiete nutzen, die durch eine besonders hohe Dichte qualifizierter Daten der Aero- und Bodengeophysik (insbesondere Seismik) sowie Bohrlochinformationen etc. charakterisiert sind. Diese sollten für ausgewählte Wirtschaftsräume repräsentativ sein, um durch verbesserte, iterativ rückgekoppelte und auf Plausibilität getestete Mess- und Inversionstechnik ein erheblich verbessertes und angewandtes Verständnis für die 3D-Strukturen im Untergrund zu entwickeln und darin ablaufende Prozesse quantitativ zu beschreiben.

Da insbesondere Datensätze der Aerogeophysik schnell und flächenhaft in großer Präzision gemessen werden können und Bodendaten an darin festgestellten Strukturen gezielten Aufschluss geben können, werden bevorzugt entsprechende Datensätze der BGR für die Untersuchungen verwandt. Ziel ist es, die weitgehend optimierten Messungen der Aerogeophysik auch optimal zu prozessieren und zu interpretieren. Insbesondere die Industrie nutzt seit Jahren verstärkt die Aerogeophysik zur regionalen und lokalen Exploration. Hier gilt es, der deutschen Wirtschaft über wesentlich verbesserte Auswertemethoden einen Vorteil zu verschaffen.

Der Projekt-Verbund AIDA untergliedert sich in mehrere Teilprojekte (TP), an denen verschiedene Einrichtungen und Industriepartner beteiligt sind:

- TP 1:
  Universität Köln, Institut für Geophysik und Meteorologie

- TP 2:
  Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, Abt. Geophysikalische Erkundung und
  Mobile Geophysical Technologies, Celle (Industriepartner)

- TP 3:
  TU Bergakademie Freiberg, Institut für Geophysik und Geoinformatik

- TP 4:
  TU Dresden, Biotechnologisches Zentrum und
  Transinsight – Semantic Search Technologies, Dresden (Industriepartner)

- TP 4/5:
  Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Geowissenschaften

[1] neben den genannten Autoren: Rainer Bergers, Rolf Eröss, Sudha, Malte Ibs von Seht, Rolf Rüdiger Ludwig, Angelika Ullmann, Johannes Baptiste Stoll, Klaus Spitzer, Martin Afanasjew, Michael Eiermann, Oliver Ernst, Matthias Scheunert, Liliana Barrio-Alvers, Michael Alvers, Claudia Haase, Sabine Schmidt, Christian Brandes, Dominik Steinmetz

- TP 5:
  Leibniz Universität Hannover, Institut für Geologie

TP 1: Aero-Ground-Joint-Inversion

Ziel des Teilvorhabens ist die Entwicklung neuer Interpretationsalgorithmen zur gemeinsamen Inversion von Daten der Hubschrauber-EM (HEM), der Transientelektromagnetik (TEM) und der Radiomagnetotellurik (RMT). Die gemeinsame 1D-Inversion von HEM-, TEM- und RMT-Daten verbindet die Vorteile der einzelnen Methoden: zum einen die hohe Messpunktdichte (HEM und RMT), und zum anderen die Auflösung der elektrischen Leitfähigkeit sowohl sehr oberflächennah (HEM und RMT) als auch in großen Tiefen (TEM). Die gemeinsame Inversion liefert daher flächenhafte Leitfähigkeitsmodelle über einen weiten Tiefenbereich. Dabei sind HEM-Messungen in der Lage, schnell große Flächen zu vermessen. Die Messtiefe der mit HEM gewonnenen Daten ist jedoch beschränkt im Vergleich zu EM-Bodenmessungen. Um die Genauigkeit der Modellparameter sowohl für große Tiefen als auch oberflächennah zu verbessern, ist geplant HEM-, TEM- und RMT-Messungen durch eine numerische *„joint inversion“* zu kombinieren.

Abb. 1: Erste UAS-VLF/LF-Messung 2009 der Aeroscout GmbH, Gewicht 75 kg

Abb. 2: UAS mit dem SHIFT-Sensor

Neben RMT-Messungen an der Erdoberfläche sollen VLF/LF-Messungen auf einer neuartigen, fliegenden Messplattform, einem sogenannten *„Unmanned Aerial System“* (UAS), durchgeführt werden. Dazu wird auf einem UAS ein Induktionsspulentriple der Firma Metronix installiert. Ziel der UAS-gestützten Messungen ist die Entwicklung einer neuen Messplattform (bzw. neuer Inversionsalgorithmen) für effiziente, flächenhafte Leitfähigkeitsuntersuchungen.

Im Jahre 2008 wurde von der Metronix GmbH ein *„Super High Frequency Triple“-Sensor* (SHIFT-Sensor) entwickelt, mit dem die von VLF/LF- und Radiosendern abgestrahlten elektromagnetischen Felder über einen weiten Frequenzbereich von 10 kHz bis 250 kHz erfasst werden können. Durch die große Anzahl der zur Verfügung stehenden Sender, welche ein breites Frequenzband abdecken, wird eine feine Tiefenauflösung erreicht. Dieser bei Metronix entwickelte Sensor wurde von Pedersen & Dynesius (2008) im Rahmen eines schwedischen aerogeophysikalischen Forschungsprojektes eingesetzt.

TP 2: AIDA-Modellkopplung HEM1D+

Die Hubschrauberelektromagnetik ist ein effektives Verfahren, um die räumliche Leitfähigkeitsverteilung im Erduntergrund für große Gebiete wiederzugeben. Da die Abbildungsfläche von HEM-Messungen vergleichsweise klein ist, lassen sich viele Leitfähigkeitsstrukturen mit geringen lateralen Variationen als quasi eindi-

mensional einstufen. Daher werden aneinandergesetzte 1D-Inversionsmodelle genutzt, um eine annähernd 3D-Leitfähigkeitsverteilung zu erhalten. Lateral stark variierende Leitfähigkeitsstrukturen (Anomalien) erfordern jedoch eine 3D-Modellierung. Eine genaue 3D-Inversion von HEM-Datensätzen ist meistens aber nicht praktikabel oder nötig. In diesem AIDA-Teilprojekt sollen Verfahren entwickelt werden, um die Inversion von Daten der HEM zu verbessern. Hierfür soll ein Programmpaket erstellt werden, das alle Aufgaben bezüglich Datenimport/-export, Inversion von HEM-Daten, Modellkopplung sowie Modellimport/-export koordiniert. Wichtige Teilziele sind:

- Einbeziehung von Inversions- und anderen Datensätzen (zusammen mit TP 1 „Aero-Ground-Joint-Inversion“),
- Berücksichtigung von Zusatzinformationen bei der HEM-1D-Inversion
- Untersuchung der erhaltenen Leitfähigkeitsverteilung auf 3D-Effekte,
- Selektion der Anomalien für die 3D-Inversion,
- Widerspruchsfreie Kombination der 1D- und 3D-Inversionsmodelle.

Die Qualität der Ergebnisse der HEM-1D-Inversion kann durch Hinzunahme von weiteren Datensätzen und Zusatzinformationen verbessert werden. Es soll ein Verfahren entwickelt werden, das die großen HEM-Datensätze mit eher lokalen Datensätzen der Bodengeophysik, Geologie oder Hydrogeologie verknüpft. Mit einem noch zu erstellenden Suchalgorithmus sollen die HEM-1D-Inversionsmodelle auf Leitfähigkeitsanomalien untersucht werden. Diese Anomalien sollen selektiert und an die 3D-Inversion (TP 3 HEM-3D-Inversion) übergeben werden. Anschließend sollen die resultierenden 3D-2D-Modelle mit den 1D-Inversionsmodellen wieder kombiniert und zur Überprüfung mit hydrogeologischen und geologischen Modellen an die Projektpartner im TP 5 „Modellentwicklung und Ergebnisbewertung“ weitergegeben werden.

TP 3: HEM-3D-Inversion

Ziel des AIDA Teilvorhabens TP 3 ist die Entwicklung von dreidimensionalen Inversionsansätzen zur Interpretation von hubschrauberelektromagnetischen Daten. Hierfür sollen numerische Algorithmen geschaffen und implementiert werden, welche auf einen kürzlich fertiggestellten, schnellen und genauen 3D-Finite-Elemente-Vorwärts-Operator zurückgreifen. Mit dessen Hilfe soll die räumliche Verteilung des relevanten petrophysikalischen Parameters, der elektrischen Leitfähigkeit, rekonstruiert werden.

Die 3D-Inversion von HEM-Daten ist eng verknüpft mit der Lösung von großen, dünn besetzten linearen Gleichungssystemen. Diese ergeben sich aus der räumlichen Diskretisierung der zugrunde liegenden partiellen Differentialgleichung, dem Vorwärtsproblem. Die Struktur der Gleichungssysteme wird durch die große Anzahl diskreter Senderpositionen bestimmt. Die rechte Seite wird daher aus einer Aneinanderreihung von Spaltenvektoren gebildet, welche aus den unterschiedlichen räumlichen Positionen der sich bewegenden Dipolquelle resultieren. In der linearen Algebra existiert eine Vielzahl von gut erforschten Methoden zur Lösung solcher Gleichungssysteme.

Die Größe der Gleichungssysteme für typische 3D-Probleme führt jedoch zu Schwierigkeiten bei ihrer numerischen Lösung.

Aufgrund ihres geringen zusätzlichen Speicherbedarfes sind iterative Lösungsverfahren zwar besonders geeignet, jedoch wegen der typischerweise großen Matrixkonditionszahlen durch eine langsame Konvergenzrate gekennzeichnet.

Eine Verbesserung dieser mangelhaften Konvergenzeigenschaften ist durch eine numerisch aufwändige Vorkonditionierung der Systemmatrix erreichbar.

Als Alternative zu iterativen Methoden nutzen direkte Gleichungslöser eine Faktorisierung der Systemmatrix, mit deren Hilfe Lösungen der Gleichungssysteme über Vorwärts-Rückwärts-Substitutionen mit sehr geringem zusätzlichem Aufwand berechnet werden können.

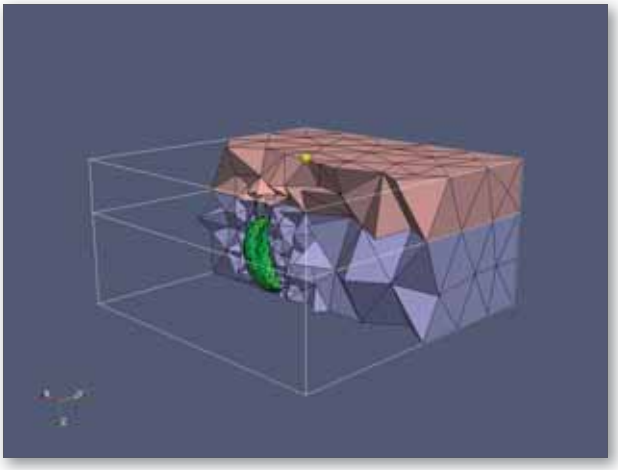


Abb. 3: Eine typische 3D-Finite-Elemente-Diskretisierung auf einem Tetraedergitter. Das Beispiel demonstriert anschaulich, dass Tetraedergitter optimal geeignet sind, lokale dreidimensionale Objekte mit sehr geringem Diskretisierungsfehler räumlich zu approximieren. Weiter sind lokal verfeinerte Gitter typisch für unstrukturierte finite Elemente. Auf diese Weise kann die Anzahl der im Vorwärtsproblem auftretenden Unbekannten deutlich reduziert werden.

Zur Lösung des 3D-Inversionsproblems sollen zunächst Varianten einer regularisierten Gauß-Newton-Methode zur Anwendung kommen. Aufgrund ihres enormen Speicherbedarfs ist es nicht ratsam, die Jacobi- oder Sensitivitätsmatrix für das inverse 3D-Problem explizit aufzustellen. Die von uns verwendeten Krylov-Methoden benötigen lediglich die Wirkung dieser Sensitivitätsmatrix auf einen Vektor, was über eine Vielzahl von Lösungen des diskreten Vorwärtsproblems realisiert wird. Dabei ist eine geeignete Faktorisierung der Systemmatrix von großem Vorteil.

Synthetische Modellstudien liefern wichtige Informationen über die Leistungsfähigkeit des inversen Problems. Die prinzipbedingt geringe Tiefenauflösung der elektromagnetischen Verfahren liefert diffuse Rekonstruktionsergebnisse, welche von der wirklichen Verteilung der Parameter abweichen. Darüber hinaus ist das inverse Problem mehrdeutig, so dass eine subjektive Bewertung einer Vielzahl von konkurrierenden Modellen notwendig wird.

TP 4: Evolutionäre Algorithmen für die 3D-Inversion geophysikalischer Felder

Die Anwendung von evolutionären Algorithmen im Zusammenhang mit der 3D-Inversion geophysikalischer Felddaten – Potentialfelder und deren Gradienten – ist der Hauptfokus des TP 4. Auch relevant ist die Optimierung der Zielfunktionen für die dreidimensionale Modellierung von Suszeptibilität, Dichte und Leitfähigkeitsverteilungen mittels Evolutionsstrategien (CMA-ES). Nach der Implementierung der Algorithmen und verschiedener Tests mit synthetischen Datensätzen werden sie auf reale Datensätze angewendet.

Arbeitsziel des Vorhabens TP 4 ist die Entwicklung neuer Inversions- und Modellierungsverfahren zur verbesserten räumlichen Modellbildung und für die Nutzer-Interpretation des oberflächennahen Untergrunds bei der Erkundung von Georessourcen und Umweltveränderungen. Inverse Probleme der Geophysik sind hochgradig nicht-linear und mehrdeutig, sobald auch Geometrieparameter optimiert werden. Evolutionäre Algorithmen lösen Probleme automatischer Multiparameter-Inversionen mit Ansätzen der Informatik durch die Adaption von Prinzipien der natürlichen Evolution: Rekombination − Mutation − Selektion − Isolation. In Zusammenarbeit mit der Transinsight GmbH wird ein neuer Ansatz getestet: Darin soll nicht das Modell verändert werden, sondern der Raum, in dem sich das Modell befindet. Damit wird nicht mehr das Modell optimiert, sondern der Raum, so dass das in ihm verankerte Modell Topologie-erhaltend deformiert wird. Dazu wird das zu optimierende Modell mit einem regelmäßigen Tetraedergitter durchzogen. Das Gitter wird derart verändert, dass die Form des in diesem Raum befindlichen Modells optimal im Sinne der Qualitätsfunktion wird.

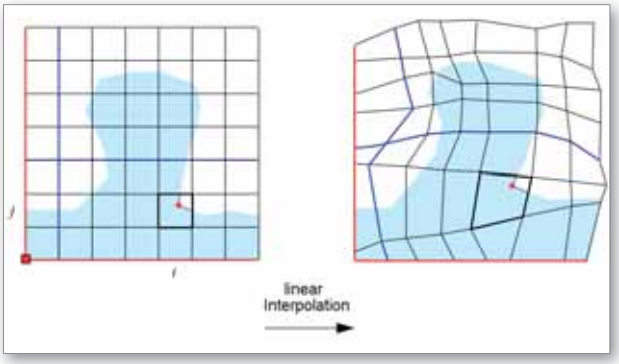


Abb. 4: Deformation des Raumes erhält die Topologie des Modells

TP 5: Modellentwicklung und Ergebnisbewertung

Aerogeophysikalische Messungen zur regionalen und lokalen Exploration werden seit vielen Jahren in der Industrie genutzt. Insbesondere in der Kohlenwasserstoff- Industrie ist die Kombination von geophysikalischen und sedimentpetrographischen, petrophysikalischen und faziellen Daten ein etabliertes Verfahren, wird aber bei der Analyse von sedimentären Grundwasserleitern erst in den letzten Jahren zunehmend angewendet. Hier fehlen insbesondere kostengünstige moderne Konzepte für die 3-dimensionale Interpretation und Visualisierung der Ablagerungs- und Grundwassersysteme, sodass für hydrogeologische Modellierungen oftmals nur sehr stark vereinfachte Faziesmodelle herangezogen werden, die eine grobe Annäherung der tatsächlichen geologischen Verhältnisse darstellen und bei falscher Interpretation irreführende Ergebnisse liefern können. Die fehlende direkte (Rück-)Kopplung der Geophysikmodelle mit den Anwendermodellen erschwert dabei insbesondere die effektive Nutzung der Datenbasis der Aerogeophysik. Im AIDA-TP 5 sollen synthetische 3D-Untergrundmodelle mit Hilfe des Programms GOCAD erstellt und mit vorhandenen Daten (z.B. Aerogeophysik, Bodengeophysik, Bohrlochinformationen, Seismik etc.) der BGR und der anderen Projektpartner verknüpft werden.

Im Gegensatz zu echten Daten haben diese Modelle keine Fehler. Somit können die verschiedenen Ergebnisse aus den Inversionen und Vorwärtsmodellierungen besser miteinander verglichen werden. Zudem können gezielt Probleme für die Inversion oder Modellierung eingebaut werden, wie zum Beispiel Störungszonen. Ebenso werden auch Anfangs- oder Nebenbedingungen für die Inversionen und Modellierungen (A-priori-Parameter) und ihre Kontrollbedingungen für die jeweiligen Ergebnisse (A-posteriori-Parameter) im Austausch getestet. Dabei wird sichergestellt, dass die ausgesuchten Datensätze kompatibel mit der verwendeten Software sind und gegebenenfalls neue Programm-Schnittstellen erstellt. Zum Austausch der Ergebnisse und zum gemeinsamen und einheitlichen Vergleich soll das Softwarepaket IGMAS+ zur 3D-Visualisierung der Ergebnisse ausgebaut werden. Hierzu sollen Schnittstellen zwischen GOCAD und IGMAS+ bzw. anderer Anwendersoftware im AIDA-Projekt entwickelt und implementiert werden. Die Daten und 3D-Modellierergebnisse sollen zusammen mit ihren Bearbeitungsunsicherheiten in einer „low-cost graphic cave“ sichtbar gemacht werden.

Danksagung

Das Verbundprojekt AIDA ist Teil des GEOTECHNOLOGIEN-Programms „Tomography of the Earth’s Crust – From Geophysical Sounding to Real-Time Monitoring“ und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert. Wir danken für die Förderung und Unterstützung. Projekt-Website: http://www.geotechnologien-aida.de

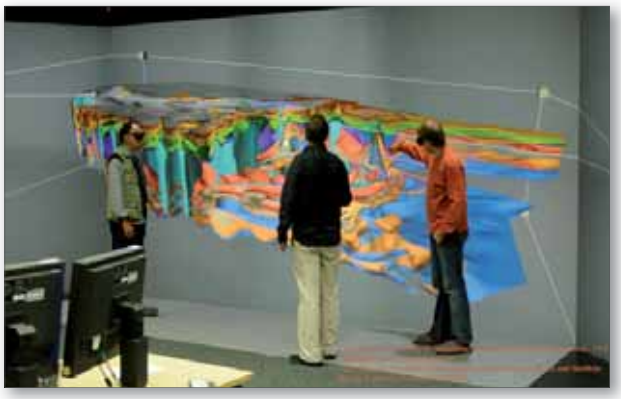


Abb. 5: Visualisierung komplexer geologischer Strukturen – hier am Beispiel des Untergrundes von Schleswig-Holstein – im Visualization Centre des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ, Leipzig. 3D-Modell: F. Hese, LLUR, Flintbek; Foto/Visualisierung: B. Zehner, UFZ, Leipzig

Literatur

GEOTECHNOLOGIEN (2011): Tomography of the Earth's Crust – From Geophysical Sounding to Real-Time Monitoring, Science Report 18; Programm & Abstracts des Status-Seminars am GFZ; 2. Mai 2011. http://www.geotechnologien.de/portal/cms/Geotechnologien/Ressourcen/Docs/Science+Report/ SR18?binary=true&status=300&language=de

PEDERSEN & DYNESIUS (2008): Final report on the Multi Frequency VLF/LF receiver (MFR) project. Internal report Uppsala University.

Geophysikalische Lehrveranstaltungen an den deutschsprachigen Universitäten und Hochschulen im Wintersemester 2011/2012

A: selbständiges Arbeiten	AG: Arbeitsgemeinschaft	B: Blockkurs
DW/WA: Wissenschaftliches Arbeiten	E: Exkursion	FW: Freie Wahl
GÜ/GP: Geländeübung/-praktikum	IV: Integrierte Veranstaltung	K: Kolloquium
KU: Kurs	P: Praktikum	PV: Privatissimum
S: Seminar	T: Tutorium	TH: Theoretikum
V: Vorlesung	Ü: Übung	

(Zahlen vor diesen Abkürzungen geben die Anzahl der Semesterwochenstunden an.)

RWTH Aachen – Lehrstuhl für Applied Geophysics and Geothermal Energy

Studiengänge:

BSc Georessourcenmanagement (1)
BSc Angewandte Geowissenschaften (2)
MSc Angewandte Geowissenschaften (3)
MSc Applied Geophysics (4)

Einführung in die Geophysik (1,2)	2V/2Ü	Bosch
Grundlagen der angewandten Geophysik I (Seismik, Gravimetrie) (1,2)	4V/2Ü	Clauser / Klitzsch
Geophysics Special Methods: SIP (4)	2V/P/S	Klitzsch
Geothermics (3,4)	2V/2Ü	Clauser
Geophysical Logging and Log Interpretation (3,4)	4V/Ü/P	Pechnig / Bosch
Petrophysics (3)	4V/Ü/P	Krooß / Bosch
Geophysics Special Methods: NMR (4)	2V/P/S	Haber-Pohlmeier
Engineering Geophysics (4)	2V/P/S	Niederleithinger
Offenes Geophysik-Seminar (1,2,3,4)	2S	Bosch
Anleitung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten (1,2,3,4)	2WA	Clauser

RWTH Aachen – Lehr- und Forschungsgebiet Hydrogeophysik (FZ Jülich)

Hydrogeophysics (3,4)	2V/K	van der Kruk

RWTH Aachen – Lehr- und Forschungsgebiet Wissenschaftliches Rechnen in terrestrischen Systemen (FZ Jülich)

Data Analysis in Geosciences (3,4)	1V/1Ü	Hendricks-Franssen

U Bayreuth / Bayerisches Geoinstitut

Introduction to Numerical Methods in Geophysics	3V	Samuel
Das System der festen Erde	2V	Dubrovinsky
Seminarreihe Experimentelle Geochemie und Geophysik	2S	Katsura
High Pressure Experimental Techniques and Applications (Blockkurs im Februar 2012)	2V/Ü(B)	Keppler

FU Berlin – Fachrichtung Geophysik

Bachelor-Studiengang Geologische Wissenschaften

Die Erde Teil I	3V	Scheuber / Brasse / Hammerschmidt
Die Erde Teil I	2Ü	Scharf / N. N. / N. N. / N. N. / N. N.
Großprojekte und Förderungsmöglichkeiten für Geowissenschaftler	2S	Mayr

Master-Studiengang Geologische Wissenschaften

Geophysikalisches Seminar	2S	Shapiro / Kummerow / Wigger / Brasse / Kaufmann
Methoden der angewandten Seismik	2S	Shapiro / Mayr
Seismische Wellenfelder	2S	Shapiro
Elektromagnetische Tiefenforschung	2S	Brasse / Ritter
Dynamik der Erde	2S	Kaufmann
Seismologie - Erdbeben und Struktur der Erde	2V/2Ü	Kummerow
Physik der Erde	2V/2Ü	Kaufmann
Planetenphysik	2V/2Ü	Wünnemann
Gesteinsphysik von Sedimenten	2V/2Ü	Mayr
Inversions- und Abbildungsverfahren in der Geophysik	2V/2Ü	Tilmann
Bearbeitung reflexionsseismischer Daten	2Ü	Schmelzbach / Stürmer
Mathematische Grundlagen der Geophysik	2V/2Ü	Shapiro
Angewandte Geophysik II	2V/2Ü	Kaufmann / Brasse
Seismische Experimente zur Erforschung der Lithosphäre	2S	Wigger
Experimentelle Gesteinsphysik (Festgesteine)	2S	Mayr
Institutskolloquium	2K	alle Dozent/inn/en des Institutes, Michael Schudack (Koord.)

TU Berlin – Fachgebiet Angewandte Geophysik

Studiengang Geotechnologie B.Sc.

Aufbau und Physik des Erdkörpers	1V/Ü(B)	Börner / Rücker
Grundlagen der Angewandten Geophysik	2V/1Ü	Börner / Braun
Integrierte Angewandte Geophysik	2V	Börner / Rücker
Surface wave based seismic techniques	1V(FW)	Parolai
Reflexionsseismik	2IV(FW)	Krawczyk
Rohstofferkundung in Afrika – Fallbeispiele aus der Explorationsgeophysik	V/1P(FW)	Eberle
Anleitung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten in der Angewandten Geophysik	WA	Yaramanci / Börner / Krawczyk

Studiengang Geotechnologie M.Sc.

Erkundungsmethoden in der Geophysik	2IV	Börner / Braun
Geophysikalische Erkundung in der Praxis	2IV	Börner / Braun
Datenverarbeitung und Filter in der Geophysik	2IV	Yaramanci / Rücker
Inversion und Modellierung in der Geophysik	2IV	Yaramanci / Rücker

Rohstofferkundung in Afrika – Fallbeispiele aus der Explorationsgeophysik	V/1P(FW)	Eberle
Anleitung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten in der Angewandten Geophysik	WA	Yaramanci / Börner / Krawczyk

U BOCHUM – Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik

B.Sc.-Studiengang Geowissenschaften

Einführung in die Geophysik mit Übungen	4V/Ü	Friederich / Fischer
Einführung in die Seismologie mit Übungen	3V/Ü	Friederich
Tektonophysik	2V	Renner
Geophysikalische Messtechnik	2V	Renner

M.Sc.-Studiengang Geowissenschaften

Dynamik der Erde I	3V	Renner
Geophysikalisches Seminar I	2S	Fischer
Geophysikalisches Seminar II	2S	Fischer
Fortgeschrittenenpraktikum	P	Friederich / Fischer / Renner / N.N.
Analysis and Interpretation III (Signalverarbeitung)	3V	Friederich
Theoretische Geophysik III: Seismische Wellen	3V	Renner
Geothermie	2V	Jung / Renner
Marine Geophysik	2V	Heyde / Renner
Einführung in die geophysikalischen Methoden der Archäologie	1V	N.N.

Promotionsstudiengang (Graduate School of Earth Sciences)

Seismologisches Seminar: Struktur, Seismizität und Dynamik der Hellenischen Subduktionszone	S	Friederich / Fischer

U BONN – Geodynamik und Angewandte Geophysik

Einführung in die Geophysik	2V/2Ü	Miller
Angewandte Geophysik	2V/2Ü/GÜ	Kemna
Hydrogeophysik	2V/2Ü	Kemna
Physics and Mechanics of Earthquakes	2V/2S	Miller
Prognostische Modellierung (an U Köln)	2V/2Ü	Saur / Shao
Forschungsseminar Angewandte Geophysik	2S	Kemna
Research Topics in Geodynamics	2S	Miller
Dynamik von Massenbewegungen I	2V/1Ü	Pudasaini

TU BRAUNSCHWEIG – Institut für Geophysik und extraterrestrische Physik

Physik I: Mechanik und Wärme	V/Ü	Blum
Physik V: Geo- und Astrophysik	V/Ü	Blum / Glaßmeier / Hördt
Astrophysikalisches Praktikum	P	Blum
Forschungspraktikum	P	Blum
Geophysical Processes in the Solar System	S	Blum / Glaßmeier / Hördt
Geo- und Astrophysik	S	Blum / Glaßmeier / Hördt
Spezialisierungsseminar Geo- und Astrophysik	S	Blum

Realisierung physikalischer Großprojekte am Beispiel von Raumfahrtmissionen	V	Block
Fortgeschrittene Methoden der Experimentalphysik: Daten- und Signalanalyse	V/Ü	Glaßmeier
Propädeutikum Physik	V/Ü	Glaßmeier
Vorkurs Mathematik für PhysikerInnen	V/Ü(B)	Glaßmeier
Hydrogeophysik	V/Ü	Hördt
Numerische Simulation geophysikalischer Prozesse	Ü	Hördt
Physik I für Pharmazeuten, Lebensmittelchemiker und Erziehungswissenschaftler	V/Ü	Hördt
Elementarteilchen in der Astrophysik	V	Narita

U BREMEN – Fachbereich Geowissenschaften

Studiengang Bachelor of Science Geowissenschaften

Einführung in die Physik der Erde I	2V	Villinger
Geowissenschaftliche Computeranwendungen	2Ü	von Dobeneck
Einführung in die Programmierung	2Ü	Villinger
Kartographie	1Ü	Fekete / Keil / Spieß
Marine Geophysik	3V/Ü/P	Frederichs / Kaul / Schwenk
Seegeophysikalische Geländeübung	2GÜ	Frederichs / Schwenk / Spieß
Arbeiten mit Geographischen Informationssystemen	3V/Ü	Keil / Schlüter / Spieß
Geländeübung zur Magnetik	2GÜ	Müller / von Dobeneck
Magnetische Exploration	2V/Ü	Müller /von Dobeneck
Seismische Exploration	2V/Ü	Fekete / Spieß
Geothermik	1V	Villinger
Modellierung geodynamischer Prozesse	2V/Ü	Huhn
Seismologie	2V/Ü	Schlindwein

Studiengang Master of Science Geowissenschaften

Angewandte Geophysik in der Glaziologie	1V/Ü	Eisen
Seismic and acoustic imaging of sedimentary structures	2V/Ü	Schwenk / Spieß
Geowissenschaftliche Projektübung	12Ü	von Dobeneck

Studiengang Master of Science Marine Geosciences

Stratigraphic methods	2V/Ü	Bickert / Mollenhauer / von Dobeneck
Gas hydrates: formation, detection, relevance	3V	Bohrmann / Feseker / Heuer / Hinrichs / Kasten / Spieß
Sedimentary structures and processes of passive continental margins	2V/Ü	Hanebutt / Henrich / Schwenk / Spieß
Seismic and acoustic imaging of sedimentary structures	2V/Ü	Schwenk / Spieß
Geophysics of mid-ocean ridges and abyssal plains	2V	Spieß / Villinger
Geoscientific project	12Ü	von Dobeneck

TU CLAUSTHAL – Institut für Geophysik

Hydro- und Umweltgeophysik	2V/Ü	Weller / Debschütz
Petrophysik I	3V/Ü	Weller
Einführung in die angewandte Geophysik / Geophysikalische Erkundung	2V/Ü	Debschütz / Weller

Allgemeine Geothermie	2V	Buntebarth
Petrophysikalisches Praktikum	3P	Weller / Debschütz
Praktikum mit Studienarbeit für Fortgeschrittene	3P	Dozenten und Mitarbeiter des Instituts
Geophysikalisches Seminar	2S	Dozenten und Mitarbeiter des Instituts
Diplomanden/Doktoranden-Seminar	2S	Dozenten und Mitarbeiter des Instituts
Kolloquium des Instituts für Geophysik	2K	Dozenten und Mitarbeiter des Instituts

TU CLAUSTHAL – Institut für Geotechnik und Markscheiderei

Master-Studiengang Geoenvironmental Engineering

Erdbeben	2V	Spies (BGR)

BTU COTTBUS – Institut für Boden, Wasser, Luft

Studiengänge Umweltingenieurwesen, Landnutzung und Wasserbewirtschaftung

Geophysikalische Untersuchungsmethoden	2V	Petzold

Studiengang Master of Science Environmental and Resource Management

Prospection and Exploration of Natural Resources	2V	Herd

U FRANKFURT – Institut für Geowissenschaften, Facheinheit Geophysik

Geophysikalisches Seminar	2 S	Bagdassarov / Junge / Rümpker / Schmeling
Physik von Magmen und Vulkanen	3V/Ü	Bagdassarov
Einführung in die wissenschaftliche Programmierung in den Geowissenschaften – Finite-Elemente-Methode	2V/Ü	Beuchert
Geophysikalische Geländeübungen für Archäologen	2GÜ	Junge
Geophysikalische Methoden in der Archäologie	2V	Junge
Geophysik für Archäologen	P	Junge
Einführung in die Geophysik II	3V/Ü	Junge / Schmeling
Spezielle Themen aus der Angewandten Geophysik: Georadar	3V/Ü	Junge
Modellierungen aktueller geophysikalischer Probleme mit COMSOL	2V/P	Junge / Schmeling
Angewandte Geoelektrik	3V	Junge
Anwendung spezieller geoelektrischer und elektromagnetischer Verfahren in der Geophysik	2S	Junge
Seismologie und Struktur des Erdkörpers	3V/Ü	Rümpker
Spezielle Probleme aus der Seismologie	2S	Rümpker
System Erde	4V	Schmeling
Geophysikalisches Laborpraktikum & Hauspraktikum Geophysik	3P	Schmeling
Computational methods in geophysics	2V/Ü	Schmeling
Geodynamik: Plattentektonik und Rheologie	3V/Ü	Schmeling

Spezielle Probleme aus der Geodynamik und Gesteinsphysik	1S	Schmeling
Geodynamisches Modellieren Teil II (A)	3P	Schmeling

TU Bergakademie Freiberg – Institut für Geophysik und Geoinformatik

Theorie seismischer Wellenausbreitung	2V	Buske
Geowissenschaftliche Grundlagen	2V	Breitkreuz / Buske / Heide / Schneider / Schulz / Bernhard
Wellenverfahren II	2V/1Ü	Buske
Physik der Atmosphäre	2V	Börner
Magnetik	2V	Käppler
Allgemeine Geophysik	3V	Börner / Mittag
Angewandte Geophysik	2V/2Ü	Buske
Elektromagnetik	2V	Börner
Zeitreihenanalyse	2V	Buske
Zeitreihenanalyse	2Ü	Buske / Linke
Geoelektrik	2V	Börner
Gravimetrie	2V	Käppler
Wissenschaftliche Kommunikation für BSc & MSc	2S	Spitzer / Buske / Schaeben / Börner / Görz / Käppler
Potentialtheorie	2V/1Ü	Börner
Numerische Simulationsmethoden in der Geophysik	2V	Spitzer
Numerische Simulationsmethoden in der Geophysik	2Ü	J. Börner / Wilhelms
Einführung in selbstständige wissenschaftliche Arbeiten	2S	Buske / Spitzer

U Freiburg – Institut für Geowissenschaften

Im WS 2011/2012 keine geophysikalisch ausgerichteten Lehrveranstaltungen.

U Göttingen – Geowissenschaftliches Zentrum

Masterstudiengang Hydrogeology and Environmental Geoscience

Deep Geothermics	2V	Buntebarth

U Göttingen – Institut für Geophysik

Elektromagnetische Tiefenforschung	2V/Ü	Bahr
Numerische Strömungsmechanik	2V/2Ü	Tilgner
Plattentektonik und geophysikalische Exploration	2V	Bahr
Physikalisches Praktikum für Fortgeschrittene	8P	Bahr
Geophysikalisches Seminar	2S	Tilgner
Mischungsgesetze	3V	Bahr
Forschungsschwerpunkt Astro- und Geophysik	6V/Ü	Bahr

U Graz – Institut für Physik, Bereich Geophysik, Astrophysik und Meteorologie

Introduction to Solar and Stellar Physics	2V	Hanslmeier
Introduction to Plasma Physics	2V	Rucker

Introduction to Geophysics and Planetary Physics	2V	Foelsche / Kargl
Methoden der Modellierung und Simulation	2V/2Ü	Kirchengast / Steiner
Physik der Sternatmosphäre	3V	Möstl
Physik der Sternatmosphäre	1Ü	Leitzinger
Astrophysikalische Datenanalyse	3V/2Ü	Greimel / Veronig
Klimasystem der Erde und Klimawandel	2V	Kirchengast
Ausgewählte Kapitel der Weltraumphysik und Aeronomie (Eis, Wasser, Luft: Erde und Mars im Vergleich)	2V	Kömle
Masterseminar	1S	Hanslmeier
Spezialseminar für DissertantInnen (Ausgewählte Probleme der Physikalischen Weltraumforschung)	2S	Biernat / Kargl
Spezialseminar für DissertantInnen (Remote Sensing, Climate System, Global Change: Current Problems and Solutions)	2S	Gobiet / Kirchengast
Physik der Atmosphäre 1 (Zusammensetzung und Dynamik)	2V	N.N. / Putz
Einführung Meteorologie und Klimaphysik	2V	Foelsche
Übungen Meteorologie und Klimaphysik	1Ü	Foelsche / Scherllin-Prischer
Obere Atmosphäre 2 (Erdionosphäre und Planeten-ionosphären)	2V	Biernat
Privatissimum aus Geophysik für DiplomandInnen	2PV	Biernat / Foelsche / Kirchengast / Kömle / Rucker

U GREIFSWALD – Institut für Geographie und Geologie

Einführung in die Geophysik	2V	Büttner

U HALLE-WITTENBERG – Institut für Geowissenschaften und Geographie

Bachelor-Studiengang Angewandte Geowissenschaften

Geophysikalische Methoden	4V/Ü	Schuck

U HAMBURG – Institut für Geophysik

Studiengang Bachelor of Science Geophysik/Ozeanographie

Einführung 1: Geophysik	4V	Dahm
Fluiddynamik	3V/2Ü	Backhaus / Hort
Datenverarbeitung und Programmierung in den Geowissenschaften	2V/4Ü	Stammer / Tessmer
Angewandte Geophysik 2	3V/1Ü	Gajewski / Vanelle
Geologische Interpretation geophysikalischer Daten	1V/1Ü	Hübscher
GIS-Anwendung in der Geophysik und Potentialfeld-Datenverarbeitung	1V/1Ü	Dehghani / Zaksek
Geophysikalische Messübungen (1 Woche ganztägig)	B	Dehghani / Hort / Hübscher / Tessmer
Messmethoden und Fernerkundung	2V/1Ü	Jochumsen / Stammer

Masterstudiengang Geophysik: Naturgefahren und Rohstoffe

Bruchprozesse in Seismologie und Vulkanologie	2V/1Ü	Dahm

Dynamik planetarer Körper	1V/1Ü	Hort
Geophysikalische Beckenanalyse	2V/1Ü	Hübscher
Seismische Datenbearbeitung	1V/2Ü	Hübscher
Methodenkenntnis, Projektplanung (Fachliche Spezialisierung)		Die Lehrenden der Geophysik
Datenverarbeitung in Mariner Gravimetrie und Magnetik (1 Woche ganztägig)	V/Ü(B)	Dehghani
Glaziologie 1	1V/1Ü	Humbert
3D Seismic Acquisition and Processing (Blockveranstaltung 15.-17.02.2012)	B	Elboth / Hertweck

Seminare und Kolloquia

Geophysikalisches Seminar	2S	Dahm / Gajewski / Hort / Humbert
Geophysikalisches Kolloquium	2K	Der Lehrkörper der Geophysikalischen Fächer
Seminar Geophysik/Ozeanographie Grundlagen	2S	Die Lehrenden der Geophysik und Ozeanographie
Geophysikalisches Seminar für Fortgeschrittene	2S	Die Lehrenden der Geophysik
Seminar über antarktische Glaziologie	2S	Humbert
Polar ice and sea level changes – processes and impacts	2S	Humbert / Scheffran

U HANNOVER – Geowissenschaften

Bachelorstudiengang Geowissenschaften

Geophysik	2V/Ü	Bönnemann / Barckhausen
Methoden der angewandten Geophysik	4V/Ü	Binot / Grinat / Gabriel / Thomas

Masterstudiengang Geowissenschaften

Geophysik	2V	Alheid

U HEIDELBERG – Institut für Geowissenschaften

Im WS 2011/2012 keine geophysikalisch ausgerichteten Lehrveranstaltungen.

U JENA – Institut für Geowissenschaften

Geophysikalische Felder und Verfahren, Teil 2: Seismik	2V/1Ü	Kukowski / Jahr
Geophysikalisches Laborpraktikum	2P	Jahr / Goepel
Geophysikalisches Geländepraktikum (Grundstufe) (02.-05.04.2012)	4GP(B)	Jahr / Kukowski
Einführung in geowissenschaftliche Software	2V/1Ü	Kukowski
Seminar für Diplomanden, Doktoranden, Bachelor- und Master-Studierende der Geophysik	2S	Kukowski / Jentzsch / N.N.
Seismologie und Seismotektonik	2V/1Ü	Kukowski
Bohrlochgeologie und -geophysik	2V/Ü	Kiefer / Jahr / Pirrung / Büchel
Geodynamik	2V	Kukowski / Hindle
Petrophysik	1V/2P	Goepel

Theorie seismischer Wellen	2V	Malischewsky
Rheologie	2V/Ü	Kukowski
Gekoppelte Geoprozesse in der Lithosphäre	2V/Ü	Kukowski / Clauß
Hydrogeophysik	2V/1S	Kroner
Angewandte elektromagnetische Methoden der Geophysik (Blockkurs 10.-14.10.11)	1V(B)	Stolz
Forschungsseminar Geowissenschaften	1S	Jahr

KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE (KIT) – Geophysikalisches Institut

Einführung in die Geophysik I	2V/1Ü	Bohlen / Gottschämmer
Rechner- und Programmnutzung am GPI	1V/2Ü	Bohlen / Jetschny
Reflexionsseismik	2V/2Ü	Bohlen / Mann
Geological Hazards and Risks	2V/1Ü	Wenzel / Gottschämmer / Barth
Physik seismischer Messinstrumente	2V/1Ü	Wenzel / Forbriger / Schäfer
Seismologische Signalverarbeitung	2V/1Ü	Wenzel / Harrington / Groos
Berufspraktikum	2Ü	Bohlen / Jetschny
Simulation seismischer Wellen	2V/1Ü	Bohlen / Gottschämmer / Rehor
Reflexionsseismisches Datenprocessing mit Global Claritas	2V/2Ü	Bohlen / Veile / Przebindowska
Praktische Geophysik	1V	Ritter
Array Processing	1V	Ritter
Geophysikalische Exkursion zum Landeserdbebendienst Freiburg und zum Schauinsland-Bergwerk	2E	Ritter / Gottschämmer
Seminar über aktuelle Themen aus der angewandten Seismik	2S	Bohlen / Jetschny
Seminar über aktuelle Fragen der Seismologie	2S	Ritter
Seminar über aktuelle Fragen der Risikoforschung	2S	Wenzel / Gottschämmer
Institutsseminar	2S	Bohlen / Wenzel / Jetschny
Geophysikalische Laborübungen	4Ü	Ritter / Gottschämmer / Jetschny / Mann / N.N.
Karlsruher Geowissenschaftliches Kolloquium	2S	Heck / Kotny / Ritter

U KIEL – Institut für Geowissenschaften

Bachelorstudiengänge Physik des Erdsystems und Geowissenschaften

Einführung in die Geophysik I	2V	Kopp / Klaucke
Geophysik des Systems Erde	4V/Ü	Meier / Bedbur
Seismik	4V/Ü	Rabbel
Geoeletrik, EMI und GPR	4V/Ü	Rabbel / Jegen-Kulcsar / Thorwart
Mathematische Grundlagen der Geophysik	4V/Ü	Meier
GIS / Visualisierung	2V/Ü	Schmidt / Götze
Einführung in Matlab	2V/Ü	Schmidt / Weidle

Masterstudiengang bzw. Diplom Geophysik

Plattentektonik	4V/Ü	Mahatsente / Kopp
Schwerkraft und Figur der Erde	4V/Ü	Götze
Inversionstheorie in der Geophysik	4V/Ü	Rabbel
3D-Seismik	4V/Ü	Berndt
Akustische Abbildung von sedimentären Strukturen im Ozean	4V/Ü	Krastel-Gudegast

Digitale Bearbeitung geophysikalischer Daten (mit GMT)	4KU	Thorwart / Weidle
Digitale Bearbeitung geophysikalischer Daten (Aktive Seismik)	4KU	Thorwart / Rabbel
Einführung in die Sedimentbecken-Modellierung	4V/Ü	Rüpke
Geoinformatik	4V/Ü	Schmidt / Götze
Geohydromodellierung	4V/Ü	Bauer / Beyer
Geophysikalisches Seminar	2S	N.N. / Doz. Geophysik
Geophysikalisches Kolloquium	1S	Meier / Rabbel
Schwerpunktseminar aktuelle Forschungsthemen	1S	Weidle / Doz. Geophysik
Aktuelle Forschungsthemen in der Marinen Geodynamik	2S	Behrmann / Kopp
Literaturseminar der Meteorologie, Ozeanografie, Geophysik	2S	Brandt / Rabbel / Martin / Doz. Geophysik

U ZU KÖLN – Institut für Geophysik und Meteorologie

Bachelor-Studiengang Geophysik und Meteorologie

Geophysik des Erdkörpers	V/Ü/P	Saur / von Papen
Datenverarbeitung und Programmieren	V/Ü	Wennmacher
Mathematische Methoden der Geophysik und Meteorologie II	V/Ü	Shao
Bachelor, Literaturseminar	S	Crewell / Tezkan

Masterstudiengang Physik der Erde und Atmosphäre

Prognostische Modellierung	V/Ü	Shao / Saur / Simon
Elektrische und elektromagnetische Verfahren der Geophysik	V/Ü	Tezkan / Gurk
Geophysik des Sonnensystems	V/Ü	Saur / Simon
Seismologie	V/Ü/S	Hinzen / Weber
Master, Literaturseminar	S	Kerschgens / Crewell / Shao / Saur / Tezkan
Projektarbeit	S	Dozenten der Geophysik und Meteorologie

Diplom-Studiengang Geophysik

Planetenforschung	S	Pätzold / Tellmann
Fortgeschrittene Datenverarbeitungsmethoden der Geophysik	S	Wennmacher
Oberseminar Angewandte Geophysik (privatissime)	S	Tezkan / Gurk / Bergers
Oberseminar Extraterrestrische Physik (privatissime)	S	Saur / Neubauer / Wennmacher

Bachelor, Master, Diplom

Bachelor-, Master-, Diplomanden- und Doktorandenseminar	S	Crewell / Kerschgens / Saur / Shao / Tezkan / Fink / Emeis / Löhnert
Kolloquium der Geophysik und Meteorologie (publice)	K	Kerschgens / Crewell / Shao / Saur / Tezkan / Wahner / Fink / Elbern

International Master of Environmental Sciences

Introduction to Environmental Geophysics	V	Tezkan

U LEIPZIG – Institut für Geophysik und Geologie

Einführung in die Geophysik	2V	Korn
Geodynamik	2V	N.N.
Seismizität	2V	Korn
Vulkanismus	2V	Flechsig
Endogene Georisiken	1Ü	Korn / Flechsig
Geophysikalische Forschungsthemen	2S	Korn / Flechsig
Bohrlochmessverfahren	B	Roth
Institutskolloquium	2K	alle HSL

U LEOBEN – Lehrstuhl für Angewandte Geophysik

Pflichtfächer

Advanced Borehole Geophysics	3IV	Klopf / Niesner
Allgemeine Geophysik	1V	Foelsche
Applied Geophysics	2IV	Millahn
Bachelorarbeit II im Bereich der Angewandten Geophysik	1PV	Lenhardt / Millahn / Niesner / Schnepp / Scholger / Schön
Geophysikalische Bohrlochmessungen	3IV	Niesner

Wahlfächer

Geophysical Reservoir Characterization	3IV	Millahn
Geophysikalische Prospektion	2IV	Niesner / Scholger
Lab in Seismostratigraphy	1Ü	Fischer
Modellierung, Inversion und Interpretation in der Geophysik	2IV	Steiner-Luckabauer
Produktionslogs	2IV	Niesner
Seismostratigraphy	2V	Fischer
Seminar: Geophysik & Erdölgeologie	1S	Millahn
Sequenz- und Seismostratigraphie	2V/1Ü	Fischer
Spezielle Bohrlochmessungen	2IV	Niesner

Freifächer

Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten auf den Gebieten Magnetik und Paläomagnetik	2WA	Schnepp
Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten auf den Gebieten der Paläomagnetik und Umweltmagnetik	2WA	Scholger
Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für die Masterarbeiten und Dissertationen auf den Gebieten der Angewandten Geophysik und Petrophysik	2WA	Schön
Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Masterarbeiten und Dissertationen auf den Gebieten der Angewandten Geophysik	4WA	Millahn
"Computational Intelligence" in der Angewandten Geophysik	2IV	Fruhwirth
Geomagnetik und Paläomagnetik	2IV	Scholger

Geophysikalische Exkursion	1E	Gegenhuber / Millahn / Niesner / Scholger / Steiner-Luckabauer
Geothermie	1IV	Gegenhuber
Gesteinsphysik	2IV	Leonhardt
Nachdenken über Technik	2V	Millahn
Paläomagnetische Feld- und Laborverfahren	2Ü	Scholger
Physikalische Datierungsmethoden in der Geochronologie	2IV	Schnepp
Seminar im UZAG Doktoratsprogramm	2S	Gawlick / Millahn / Prochaska / Raith / Sachsenhofer / Scholger / Thalhammer / Vortisch
Spezielle Verfahren in der Ingenieurseismik	2IV	Lehmann

U MAINZ - Institut für Geowissenschaften

Diplomstudiengang

Angewandte Geophysik I – Geomagnetik und Geoelektrik	2V/Ü	Bock
Geländepraktikum zur Angewandten Geophysik I	2GP	Bock
Geophysikalisches Seminar	2S	Kaus / Bock
Numerische Methoden I	2V/Ü/B	Kaus

U MÜNCHEN – Department für Geo- und Umweltwissenschaften, FR Geophysik

Bachelorstudiengang Geowissenschaften

Angewandte Geophysik I	2V/1Ü	Igel
Datenverarbeitung in der Geophysik I	2Ü	Oeser
Ergänzungen zur Angewandten Geophysik I	2V/2Ü	Igel / Sigloch
Globale Geophysik I	2V/2Ü	Bachtadse
Mathematische Methoden der Geophysik I	1V/1Ü	Horbach

Internationaler Masterstudiengang Geophysics

Application of Magnetic Methods in Practice	B	Gilder
Archaeological Prospection	2V	Faßbinder / Irlinger
Earth Rotation and Solid Earth Physics (Geocontinua I)	3V/2Ü	Bunge
Engineering Geophysics	2V	Geiß
Introduction to Earth System Science	4V	Horbach / Rummel
Linux Primer: Introduction to Linux and Matlab for students in the Master's Programme in Geophysics	B	Mohr / Oeser
MACES: Seismic Tomography	2S	Igel / Sigloch
Mathematical Geophysics	4V/2Ü	Egli / Mohr
Meteorite Magnetism	2V	Gilder
Physical Properties of Rock	2V/2Ü	Kruhl
Special Topics in Geodynamics	2S	Bunge
Special Topics in Seismology	2S	Igel
Special Topics in Paleo- and Geomagnetism	2S	Gilder
Statistical Geophysics	2V/1Ü	Küchenhoff
Systems Theory and Signal Processing	2V/1Ü	Bamler

Techniques of Scientific Working	2Ü	Pfuhl
Volcano Geophysics	2V	Wassermann

Weitere Veranstaltungen

Field and laboratory methods in biomagnetism	1V/1Ü	Egli
Frontiers in Earth Sciences	2S	Dozenten des Münchner GeoZentrums
Geocomputing	2S	Mohr
Geschichte der Erforschung des Erdmagnetfeldes: Vom chinesischen Kompass zur Vermessung mit Satelliten	1V	Soffel
Instrumentation in Magnetism	2V/1Ü	Wack
Lunch Time Seminar	2S	Bunge / Egli / Gilder / Igel
Magnetic Field Recording at Geomagnetic Observatories	B	Wack
Meteorites II: Classification and parent bodies	2V	Hoffmann
High Pressure Magnetism	P	Gilder

U MÜNSTER – Institut für Geophysik

Studiengang Geophysik (Diplom)

Einführung in die Geophysik	2V/1Ü	Hansen / Thomas
Geophysikalische Grundlagen II	2V/1Ü	Schmidt / Thomas
Geophysikalisches Kolloquium I	2K	Hansen / Thomas
Geophysik für Fortgeschrittene II	2V/1Ü	Hansen / Stellmach
Geophysik für Fortgeschrittene III	4V	Hansen
Übungen zur Vorlesung „Geophysik für Fortgeschrittene III“	1Ü	Brannaschke / Hansen
Spezialvorlesung Geophysik I	2V	De Siena / Stellmach / Thomas
Numerische Simulation geodynamischer Prozesse	2V	Hansen
Übungen zur Vorlesung „Numerische Simulation geodynamischer Prozesse”	2Ü	Hansen / Stein
Programmierung unter Anleitung durch Tutoren	1V	Hansen
Advanced Seismology	2V	Thomas
Übungen zur Vorlesung „Advanced Seismology”	1Ü	Hempel / Saki / Thomas
Advanced Computing	2V/1Ü	Schmalzl / Thomas
Seminar für Diplomanden und Doktoranden zu aktuellen Themen der Geophysik	1S	Hansen / Thomas / wiss. Mitarbeiter
Theoretikum: Geophysik, Theoretische Physik	TH	Becken / Hansen / Schmalzl / Schmidt / Stellmach / Thomas
Hauptpraktikum: Geophysik, Experimentalphysik	P	Becken / Hansen / Schmalzl / Schmidt / Stellmach / Thomas
Geophysik: Geodynamik, Umweltgeophysik, Seismologie	WA	Becken / Hansen / Harder / Schmalzl / Schmidt / Stein / Stellmach / Thomas

Studiengang Geophysik (Bachelor)

Einführung in die Geophysik	2V/1Ü	Hansen / Thomas
Geophysikalische Grundlagen II	2V/1Ü	Schmidt / Thomas
Geophysik für Fortgeschrittene II	2V/1Ü	Hansen / Stellmach
Geophysik für Fortgeschrittene III	4V	Hansen
Übungen zur Vorlesung „Geophysik für Fortgeschrittene III“	1Ü	Brannaschke / Hansen

Geophysikalische Praktische Übungen	P	Hansen / Harder / Schmalzl / Schmidt / Stein / Stellmach / Thomas, Chr
Spezialvorlesung Geophysik I	2V	De Siena / Stellmach / Thomas
Geophysikalisches Kolloquium I	2K	Hansen / Thomas

Studiengang Geophysik (Master)

Numerische Simulation geodynamischer Prozesse	2V	Hansen
Übungen zur Vorlesung „Numerische Simulation geodynamischer Prozesse"	2Ü	Hansen / Stein
Programmierung unter Anleitung durch Tutoren	1V	Hansen
Advanced Seismology	2V	Thomas
Übungen zur Vorlesung „Advanced Seismology"	1Ü	Hempel / Saki / Thomas
Advanced Computing	2V/1Ü	Schmalzl / Thomas
Geophysikalisches Kolloquium	2K	Hansen / Thomas
Experimentelle Übung	6P	Hansen / Thomas
Seminar	1S	Hansen / Thomas

U POTSDAM – Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Arbeitsgruppe Geophysik

Bachelorstudiengang

Grundlagen der Allgemeinen Geophysik	V/Ü	Krüger
Numerische Methoden in der Geophysik	V/Ü	Ohrnberger
Spezielle mathematische Methoden der Geophysik	V	Hainzl
Übung zu speziellen mathematischen Methoden in der Geophysik	Ü	Kühn
Grundlagen der Seismologie	V/Ü	Ohrnberger
Angewandte Geophysik für Fortgeschrittene	V/Ü	Lück / Tronicke

Masterstudiengang

Mitarbeiterseminar: Seismologie	S	Scherbaum / Krüger / Ohrnberger / Kühn
Mitarbeiterseminar: Angewandte Geophysik	S	Lück / Tronicke
Theorie elastischer Wellen	V/Ü	Weber / Krüger
Geophysikalische Laborübung (Geophysics Lab)	P/Ü	Krüger / Kühn / Lück / Nowaczyk
Seismische Gefährdungsanalyse	V/Ü(B)	Scherbaum
Praktische Übungen zur Seismischen Gefährdungsanalyse	Ü	Scherbaum
Potenzialverfahren in der Geophysik	V/Ü	Lück
Potenzialverfahren in der Anwendung (Blockkurs, 4 Tage)	Ü(B)	Lück
Seismische Methoden	V/Ü	Tronicke
Seismische Verfahren in der Anwendung (Blockkurs, 4 Tage)	V/Ü(B)	Tronicke

U STUTTGART – Institut für Geophysik

Allgemeine Geophysik I	3V/Ü	Joswig
Digitale Signalverarbeitung	2V	Joswig
Geophysikalisches Oberseminar	2S	Joswig

Geophysikalisches Seminar	3S	Widmer-Schnidrig / Joswig
Seismologie	2V	Joswig

U TÜBINGEN – Arbeitsgruppe Geophysik

Bachelorstudiengänge Geowissenschaften, Umweltnaturwissenschaften, Geoökologie

Experimentalphysik I – Ergänzung	1V	Appel
Modul Geophysics 1	3V/Ü	Appel

Masterstudiengang Geowissenschaften

Modul Advanced Geophysics	6V/Ü	Appel / Dietrich

U WÜRZBURG – Physikalisch-Vulkanologisches Labor

Geophysik im Nebenfach

Einführung in die Physik des Systems Erde	2V	Zimanowski
Methoden der Angewandten Geophysik	2V	Zimanowski / Ernstson / Büttner
Geophysikalisches Forschungsseminar	1S	Zimanowski

ETH ZÜRICH – Institut für Geophysik

Bachelor

Dynamische Erde I	4V/2Ü	Bernasconi-Green / Wieler / Haug / Kissling / Kober / Kradolfer / Schmidt
Lithosphäre	2V	Kissling / Wiemer
Tectonics	2V	Burg / Kissling / Hetényi
Engineering and Environmental Geophysics	3V	Rabenstein / Greenhalgh
Seismologie	2V/Ü	Giardini / Fäh

MSc Erdwissenschaften

Continuum Mechanics	2V	Gerya
Tectonics	2V	Burg / Kissling / Hetényi
Geophysical fluid dynamics	2V/Ü	Noir
Geophysical data processing	2V/Ü	Cauzzi
Numerical Modelling I & II: Theory & Applications	4V/Ü	Gerya / Tackley
Seismotectonics	2V/Ü	Wössner / Zechar
Seismic Tomography	2V/Ü	Boschi / Husen / Kissling
Potential Field Theory	2V/Ü	Jackson / Khan

MSc Applied Geophysics

Wave Propagation	2V/Ü	Fäh
Engineering Seismology	2V/Ü	Fäh / Burjanek / Giardini
Rock & Environmental Magnetism	2V/Ü	Hirt
Mathematical Methods	2V/Ü	Kuvshinov
Numerical Modelling in Fortran	2V/Ü	Tackley

Term Paper Geophysics I	S	Kissling
Engineering and Environmental Geophysics	3V	Rabenstein / Greenhalgh
Earthquakes Source Physics	2V/Ü	Dalguer Gudiel
Seminar in Applied and Environmental Geophysics	1S	Green
Seminar in Seismology	1S	Giardini / Edwards / Fäh / Wiemer
Geophysikalisches Kolloquium	1K	Nissen-Meyer

Einladung

Anlässlich des 150. Geburtstags von Emil Wiechert
gibt der Bundesminister der Finanzen ein Sonderpostwertzeichen heraus.

Wir freuen uns, dass der Parlamentarische Staatssekretär beim Bundesminister der Finanzen, Herr Hartmut Koschyk, MdB, die Briefmarke vorstellen wird.

Die Deutsche Geophysikalische Gesellschaft (DGG) möchte Sie herzlich zu dieser Präsentation und zu einem anschließenden Empfang einladen:

Dienstag, den 8. November 2011
11:30 Uhr, Vertretung des Landes Niedersachsen beim Bund
In den Ministergärten 10, 10117 Berlin

Prof. Dr. Eiko Räkers
Präsident

Dr. Alexander Rudloff
Schatzmeister

Diese Einladung gilt gleichzeitig als Einlasskarte.
*Um Rückmeldung bis zum **2.11.2011** wird gebeten: E-Mail: wiechert2011@dgg-online.de oder Fax (0331) 288-1002*

So kommen Sie zu uns!

Anreise
Es wird eine Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln empfohlen.

Die Vertretung des Landes Niedersachsen beim Bund befindet sich in der Nähe des S- und U-Bahnhofs Potsdamer Platz.

Termine geowissenschaftlicher Veranstaltungen

Mintrop-Kolloquium "Ludger Mintrop (1880-1956) - Pionier der Seismik" 24.11.2011
Universität Leipzig
http://www.dgg-online.de/_data/downloads/DGG_Mintrop_Kolloquium_241111.pdf

GELMON 2011 - Workshop on Geoelectric Monitoring 30.11.-02.12.2011
Wien, Österreich
http://www.dgg-online.de/_data/downloads/GELMON2011_Call_for_papers.pdf

AGU Fall Meeting 2011 05.12.-09.12.2011
San Francisco, USA
http://sites.agu.org/fallmeeting/

First International Conference on Engineering Geophysics 11.12.-14.12.2011
Al Ain, United Arab Emirates
http://www.eage.org

EAGE Workshop on Applications & Challenges of Rock Physics for Quantitative Geophysical Interpretation 15.01.-18.01.2012
Dubai, United Arab Emirates
http://www.eage.org

72. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft 05.03.-08.03.2012
Hamburg
http://www.geophysics.zmaw.de/index.php?id=532

25th Anniversary Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems (SAGEEP)
Tucson, Arizona USA 26.03.-27.03.2012
http://www.eegs.org/AnnualMeetingSAGEEP/SAGEEP2012.aspx

Understanding the Behaviour of CO_2 in Geologic Storage Reservoirs 26.03.-27.03.2012
Edinburgh, UK
http://www.eage.org

European Geosciences Union General Assembly 2012 22.04.-27.04.2012
Wien, Österreich
http://meetings.copernicus.org/egu2012/

12th Baltic Sea Geotechnical Conference 31.05.-02.06.2012
Rostock
http://www.12bsgc.de/

74th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 04.06.-07.06.2012
Kopenhagen, Dänemark
http://www.eage.org/events/index.php?evp=4901&ActiveMenu=2#

33rd General Assembly European Seismological Commission (ESC 2012) 19.08.-24.08.2012
Moskau, Rußland
http://www.esc2012-moscow.org/

Near Surface Geoscience 2012 – the 18th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics 03.09.-05.09.2012
Paris, Frankreich
http://www.eage.org/events/index.php?eventid=577&Opendivs=s3

15th World Conference on Earthquake Engineering 24.09.-28.09.2012
Lissabon, Portugal
http://www.15wcee.org/

Bitte die Termine geowissenschaftlicher Konferenzen, Seminare, Workshops, Kolloquien, Veranstaltungen etc., die für die Mitglieder der DGG von Interesse sein könnten, an Dr. Thomas Günther (E-Mail: thomas.guenther@liag-hannover.de) oder an die Redaktion schicken, damit diese in dieser Aufstellung erscheinen können.

Absender:
Deutsche Geophysikalische Gesellschaft e.V. (DGG) -
Geschäftsstelle Helmholtz-Zentrum Potsdam
Deutsches GeoForschungsZentrum - GFZ, 14473 Potsdam
PVSt., Deutsche Post AG, Entgelt bezahlt