

INSTITUT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

# SCREENING EARTH - A STUDENT (RE)SEARCH PROJECT

---

Vorschlag für den Landes- und  
Universitätslehrpreis

**Vorgelegt von: Vertreter der Studienkommission Geowissenschaften, Fachschaft  
Geowissenschaften und Teilnehmer des Kurses**

**25.04.2012**

# Inhalt

|  |     |
|--|-----|
| 1) Kurzbeschreibung des Projekts .....   | 2   |
| 2) Begründung des Vorschlags .....   | 3   |
| Ziele der Lehrveranstaltung .....  | 3   |
| Wie funktioniert das Projekt?.....   | 4   |
| 3) Wissenschaftlicher Hintergrund der Lehrveranstaltung.....   | 5   |
| 4) Ablaufplan des Projektes.....   | 7   |
| Schritt 1: Vorstellung der Projektes und seiner Ziele.....   | 7   |
| Schritt 2: Vermittlung der geowissenschaftlichen Grundlagen.....   | 7   |
| Schritt 3: Planung der Projekt-Kampagne.....   | 7   |
| Schritt 4: Durchführung der systematischen Durchmusterung .....  | 8   |
| Schritt 5: Auswahl und Wichtung der Strukturen .....   | 8   |
| Schritt 6: Recherche .....   | 9   |
| Schritt 7: Eigenständige Interpretation der Strukturen.....  | 9   |
| Schritt 8: Planung einer Expedition zur Erforschung der Struktur .....                                   | 9   |
| Schritt 9: Präsentation der Kampagne .....   | 10  |
| Schritt 10: Gemeinsame Diskussion .....  | 10  |
| Schritt 11: Beteiligung an einer Expedition (optional) .....   | 11  |
| Schritt 12: Auswertung und Publikation der Daten (optional).....   | 12  |
| 5) Erworbene Kompetenzen .....   | 13  |
| 6) Integration des Projektes in das Curriculum des Master-Studiengangs Geology .....                     | 15  |
| 7) Bisherige Erfahrungen aus Sicht der Projektteilnehmer .....   | 16  |
| 8) Bisherige Erfahrungen aus Sicht des Dozenten .....  | 18  |
| 9) Übertragbarkeit des Projektes auf andere Fachbereiche innerhalb der<br>Umweltnaturwissenschaften..... | 19  |
| 10) Anhang .....   | I   |
| Curriculum vitae.....  | I   |
| Vorlesungen, Seminare und Exkursionen an der Albert-Ludwigs-Universität.....                             | II  |
| Evaluation des Kurses .....  | II  |
| Verwendung des/der Preisgelder .....   | III |

## **1) Kurzbeschreibung des Projekts**

Im internationalen Masterstudiengang *Geology* des Instituts für Geowissenschaften der Universität Freiburg wurde im Wintersemester 2011/2012 erstmalig die Lehrveranstaltung „SCREENING EARTH - A STUDENT (RE)SEARCH PROJECT“ im Modul „Impact Geology“ durchgeführt. Die Fachschaft Geowissenschaften, Teilnehmer des Projektes und Mitglieder der Studienkommission Geowissenschaften schlugen diese Lehrveranstaltung für den Universitäts- und Landeslehrpreis vor.

Eine zentrale Rolle für diese geowissenschaftliche Lehrveranstaltung spielt die konsequente Nutzung von Google Earth<sup>®</sup> Satellitendaten, die heute jederzeit zur Verfügung stehen. Durch die Integration dieser z.T. hochauflösenden Fernerkundungsdaten in der Lehre steht die gesamte Erdoberfläche im Klassenraum als Anschauungs- und Untersuchungsobjekt für die Studierenden zur Verfügung. In dem Projekt wird die Erdoberfläche nach bislang unentdeckten Meteoritenkratern, auch Impaktkrater genannt, systematisch durchforstet. Viele Hundert bis Tausend stark erodierte Strukturen warten derzeit auf ihre Entdeckung und sind von großer Bedeutung für den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn. Die Teilnehmer des Projektes begeben sich auf die Suche nach diesen verborgenen Strukturen und gehen damit auf eine geowissenschaftliche Entdeckungsreise, die Ihnen Einiges abverlangt. Nach einer ersten Schulung planen die Teilnehmer die satellitengestützte Durchmusterung selbstständig. Die Wahl eines geeigneten Untersuchungsgebietes erfordert die Berücksichtigung diverser geologischer Fachkenntnisse und die fachübergreifende Verknüpfung mit angrenzenden Disziplinen wie der Geomorphologie und Vegetationskunde. Bei der Durchmusterung werden Systematik, Kontinuität, Ausdauer und die präzise Dokumentation trainiert. Um die beobachteten Oberflächenstrukturen interpretieren zu können, muss ein ganzheitliches umweltnaturwissenschaftliches Verständnis der Landschaftsgenese entwickelt werden. Bei der Auswahl potentieller Kraterstrukturen sind dialektische Abwägung und Entscheidungskompetenz gefragt. Die nachfolgende geowissenschaftliche Recherche zu den Strukturen führt zu Berührungen mit Fachinstituten und geologischen Diensten. Auf dieser Basis wird eine Struktur-Interpretation durchgeführt und eine Expedition zur Erforschung der Struktur theoretisch mit allen logistischen Schritten geplant. Die Präsentationen vor den Teilnehmern schließt die erste Phase des Projekts ab. Gemeinsam werden die Meteoritenkrater-Hypothesen hinsichtlich ihrer Wahrscheinlichkeit diskutiert und abgewogen.

Sollte aus wissenschaftlicher Sicht eine weitergehende Erforschung einer oder mehrerer Strukturen geboten sein, beginnt die zweite, optionale Phase des Projektes. Die Projektteilnehmer werden an der konkreten Planung und Durchführung einer Expedition beteiligt und erhalten vor Ort die Aufgabe, die Struktur geologisch zu kartieren, Proben für spätere Untersuchungen zu nehmen, und Beweise für eine Meteoritenkrater-Genese zu sammeln. Sofern sich die Meteoritenkrater-Hypothese verifizieren lässt, erarbeiten die Teilnehmer eine Publikation für ein Fachjournal. Die optionale Phase des Projektes kann im Rahmen von Masterarbeiten durchgeführt werden.

## **2) Begründung des Vorschlags**

Die Lehrveranstaltung „**Screening Earth – a student (re)search project**“ (Geologische Durchmusterung der Erde – ein studentisches Forschungsprojekt) des Instituts für Geowissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg wird von uns für den Universitäts- und Landeslehrpreis vorgeschlagen, weil es neben der klassischen theoretischen Wissensvermittlung unter Nutzung moderner Technologien neue Wege der Wissensvertiefung und Anwendung beschreitet und uns in unmittelbarer Weise an aktueller Forschung partizipieren lässt. In der Lehrveranstaltung kann jeder Studierende mit einem hohen Grad an Freiheit ein eigenes Forschungsprojekt zum Thema „Meteoritenkrater“ konzipieren und durchführen. Die Veranstaltung hat bei den Teilnehmern einen regelrechten „Entdeckergeist“ entfacht. Eine zentrale Rolle für die Veranstaltung spielt die hohe Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen Satellitendaten durch Google Earth<sup>®</sup>. Das Konzept des Kurses basiert auf der konsequenten Integration und Nutzung dieser Fernerkundungsdaten für die Lehrveranstaltung: die gesamte Erdoberfläche steht im Klassenraum gewissermaßen als Untersuchungsobjekt zur Verfügung. Bei der Durchmusterung von selbst gewählten Untersuchungsgebieten muss das gesamte, im Studium erworbene Fachwissen praktisch pausenlos präsent sein, um ein Verständnis der Prozesse der Landschafts-genese zu erhalten und mögliche Relikte von Kraterstrukturen zu entdecken. Ein weiterer, für uns angehende Geowissenschaftler sehr anwendungsbezogener Aspekt der Veranstaltung ist, dass eine Expedition zu einer der von uns gefundenen Strukturen theoretisch geplant werden soll.

Das Projekt schafft eine ideale Allianz zwischen Lehre und Forschung. Das Konzept lässt sich auf andere umwelt-, geo-, und biowissenschaftliche Fragestellungen übertragen. Wir sind der Auffassung, dass mit dieser neuen und zeitgemäßen Lehrform eine anwendungsorientierte Wissensvertiefung und Schaffung eines Entdeckergeistes erreicht werden kann.

### **Ziele der Lehrveranstaltung**

Die Lehrveranstaltung verfolgt mehrere Ziele: Einerseits erwerben die Studierenden wichtige für die Berufspraxis relevante Kompetenzen und Fachwissen, andererseits können sie durch das Projekt der Geoforschung wichtige Dienste erweisen. Das Projekt schafft eine Allianz zwischen Lehre und Forschung.

#### **Fachliche Ziele:**

1. Interdisziplinäre Verknüpfung und Anwendung von Fachwissen aus verschiedenen Disziplinen der Umweltnaturwissenschaften mit dem Ziel, eine ganzheitliche Betrachtung der Landschafts-genese zu erreichen
2. Vermittlung von Fachwissen im Bereich der Meteoriten- und Impaktkraterforschung
3. Erfahrung in der Nutzung und Interpretation von Fernerkundungsdaten

### Methodische Ziele/Kompetenzen:

1. Entwicklung der Fähigkeit, ein Projekt eigenständig zu planen und systematisch durchzuführen
2. Schulung wissenschaftlicher Kommunikation und Präsentation
3. Logistische Vorbereitung einer Expedition
4. Erwerb von Entscheidungskompetenz

### Ziele im Bereich Forschung:

1. Neuentdeckung von Meteoritenkratern
2. Vervollständigung des terrestrischen Datensatzes an Kraterstrukturen durch eine systematische Satellitenbilddurchmusterung

### **Wie funktioniert das Projekt?**

Auf der Erdoberfläche wurden bislang 180 Meteoritenkrater, auch Impaktkrater genannt, entdeckt. Viele Hundert bis Tausend warten noch auf ihre Entdeckung. Doch sie sind nicht alle in ihrer ursprünglichen Form erhalten. Die Teilnehmer des Projektes begeben sich auf die Suche nach diesen verborgenen Strukturen und gehen damit auf eine geowissenschaftliche Entdeckungsreise, die Ihnen Einiges abverlangt. Nach einer ersten Schulung planen die Teilnehmer die satellitengestützte Durchmusterung auf der Basis von Google Earth Aufnahmen selbstständig. Es gibt keinerlei Beschränkung hinsichtlich des Ortes, doch die Wahl eines geeigneten Untersuchungsgebietes erfordert die Berücksichtigung diverser geologischer Fachkenntnisse und die interdisziplinäre Verknüpfung mit angrenzenden Disziplinen wie der Geomorphologie und Vegetationskunde. Bei der Durchmusterung werden Systematik, Kontinuität, Ausdauer und die präzise Dokumentation trainiert. Die Beurteilung der beobachteten Strukturen fordert die Auseinandersetzung mit der Landschaftsgenese. Bei der Auswahl gefundener Strukturen sind dialektische Abwägung und Entscheidungskompetenz gefragt. Die nachfolgende Recherche zu den Strukturen führt zu Berührungen mit Fachinstituten und geologischen Diensten. Auf dieser Basis wird eine Struktur-Interpretation durchgeführt und eine Expedition zur Erforschung der Struktur theoretisch mit allen logistischen Schritten geplant. Die Präsentationen vor den Teilnehmern schließt die erste Phase des Projekts ab. Gemeinsam werden die Meteoritenkrater-Hypothesen hinsichtlich ihrer Wahrscheinlichkeit diskutiert und abgewogen.

Sollte eine Struktur gefunden worden sein, die eine weitergehende Erforschung aus wissenschaftlicher Sicht ratsam erscheinen lässt, beginnt die zweite Phase des Projektes. Die theoretisch geplante Expedition wird unter Beteiligung der Studierenden in die Tat umgesetzt. Die Teilnehmer werden an der konkreten Planung beteiligt und erhalten vor Ort die Aufgabe, die Struktur geologisch zu kartieren, Proben für spätere Untersuchungen zu nehmen, und Beweise für eine Meteoritenkrater-Genese zu sammeln. Sofern sich die Meteoritenkrater-Hypothese durch geeignete Proben (Schockindikatoren) verifizieren lässt, erarbeiten die Teilnehmer eine Publikation für ein Fachjournal. Sie sind ein idealer Aufhängungspunkt um das Masterstudium in ein Promotionsstudium zu überführen.

### **3) Wissenschaftlicher Hintergrund der Lehrveranstaltung**

Unser Planet Erde ist einem ständigen kosmischen Bombardement ausgesetzt. Täglich treffen 30 Tonnen kosmischer Staubpartikel auf die Erde und verglühen im Schutzschild der Erde, der Atmosphäre und Stratosphäre, als Sternschnuppen. Zentimeter- bis metergroße Objekte zerbrechen beim Eintreffen in die Stratosphäre, werden wirkungsvoll abgebremst und fallen als Meteoriten zu Boden ohne großen Schaden anzurichten. Eine nicht zu vernachlässigende Gefahr geht von Körpern aus, deren Größe mehrere Meter übersteigt. Sie treffen die Erde zwar seltener, schlagen aber weitgehend ungebremst mit ihrer kosmischen Geschwindigkeit von 40000 bis 260000 Stundenkilometern auf die Erde ein und erzeugen Meteoritenkrater, auch Impaktkrater genannt. Sie verursachen Schäden, die durch seismische Wellen, Tsunamis, Druckwellen in der Atmosphäre, Freisetzung von Staub und Gasen in die Atmosphäre oder Temperaturänderungen ausgelöst werden und die weit über die Bildung des Kraters hinausgehen. Die globalen Folgen von großen Asteroideneinschlägen für die Lebewelt können z.B. erdgeschichtlich an Schichten, die den Übergang von der Kreide in die Tertiärzeit markieren, studiert werden.

Die Kollision fester Körper ist einer der fundamentalsten Prozesse unseres Sonnensystems. Kollisionen haben nicht nur das Antlitz der Erde und anderer planetarer Oberflächen im Laufe ihrer Entwicklungsgeschichte wiederholt umgestaltet. Sie sind auch für die Bildung der Planeten und Monde selbst ursächlich verantwortlich. Die Kollisionsrate ist in den vergangenen drei Milliarden Jahre in etwa konstant geblieben und damit ist das Gefährdungspotential auch heute real.

Bislang wurden auf der Erde 180 Impaktkrater entdeckt, deren Größe von 15 m bis 250 km reicht. Diese Anzahl ist sehr viel geringer (Faktor 10000) als z.B. diejenige vom Erdmond, der eine vergleichbare Kollisionsgeschichte wie die Erde erlebt hat. Erosion, Sedimentation und Gebirgsbildung gestalten das Antlitz der Erde permanent um, so dass die meisten Krater, anders als auf dem Mond, wieder abgetragen, überdeckt oder verformt werden.

Unter Berücksichtigung dieser Faktoren weicht die Zahl der bislang entdeckten Impaktkrater dennoch erheblich von der zu erwartenden Kraterhäufigkeit ab. Die ungleiche Verteilung der bislang entdeckten Impaktkrater reflektiert dabei z.T. die Intensität der wissenschaftlichen Erforschung sowie die Zugänglichkeit bestimmter Regionen und deren Vegetationsbedeckung. Wir können davon ausgehen, dass noch Tausende von Kratern an der Erdoberfläche auf ihre Entdeckung warten. Die Frage ist nur, wo genau sie zu finden sind.

Die Größe von Impaktkratern wächst mit zunehmender Einschlagsenergie und misst typischerweise das 10-20fache des einschlagenden Himmelskörpers. Die Gestalt der Krater ändert sich mit zunehmender Größe. Bei sehr großen Einschlägen führt die Schwerkraft zu dramatischen Ausgleichsbewegungen des zunächst gebildeten Kraters. Durch spätere Erosions- und Deformationsprozesse werden Kraterstrukturen bis zur Unkenntlichkeit maskiert. Es bedarf einer speziellen Schulung, um Hinweise auf verborgene Kraterstrukturen aus Fernerkundungsdaten abzuleiten. Für die sichere Zertifizierung einer möglichen neuen

Impaktstruktur müssen strikte Kriterien erfüllt sein. Diese erfordern die Untersuchung und Probenahme vor Ort und beinhalten den Nachweis von Schockindikatoren in Mineralen.

Das Institut für Geowissenschaften <https://portal.uni-freiburg.de/geologie> der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg beschäftigt sich mit der Erforschung hochdynamischer geologischer Prozesse. Mit der Neubesetzung des Lehrstuhls für Geologie (04/2010) bildet die wissenschaftliche Erforschung von Meteoriteneinschlägen (Impakt) auf der Erde und anderen planetaren Körpern einen wichtigen Schwerpunkt des Instituts. Von zentraler Bedeutung für die Impaktforschung in Freiburg ist die seit 2009 existierende Forschergruppe FOR-887 „Experimental Impact Cratering“ <http://www.memin.de/>, die aus Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziert wird. Diese Forschergruppe wird von Freiburg aus koordiniert und geleitet. Eine weitere Schlüsselrolle für die Meteoritenkraterforschung in Freiburg spielt das benachbarte Fraunhofer Institut für Kurzzeitdynamik (EMI) <http://www.emi.fraunhofer.de/>, zu dem eine enge Kooperation besteht. In Freiburg werden aufwändige und hochinstrumentierte Meteoritenkrater-Experimente durchgeführt, die weltweit einzigartig sind.

## **4) Ablaufplan des Projektes**

### **Schritt 1: Vorstellung der Projektes und seiner Ziele**

Die Studierenden werden über den inhaltlichen und zeitlichen Ablauf des Projektes und die zu erbringenden Studien- und Prüfungsleistungen informiert. Die Ziele des Projektes werden dargestellt. Dabei wird die enge Verknüpfung von Lehre und Forschung betont. Es wird deutlich gemacht, welche Kompetenzen abgefordert und gefördert werden.

### **Schritt 2: Vermittlung der geowissenschaftlichen Grundlagen**

Die Grundlagen der Meteoriten- und Impaktkraterforschung werden in Form von Vorlesung und Übung vermittelt. Die Powerpoint-Präsentationen der Vorlesung stehen den Teilnehmern des Kurses online zur Verfügung. Die Präsentation basiert auf aktuellsten Forschungsergebnissen und enthält Filmmaterial von Experimenten, numerischen Simulationsmodellen, etc.). Die Gliederung der Vorlesung umfasst:

- (i) *Introduction*
- (ii) *Meteorites, asteroids and comets*
- (iii) *Impact probability and dating planetary surfaces*
- (iv) *Principles of shock wave physics*
- (v) *Stages of impact: contact/compression, excavation, modification*
- (vi) *Remote sensing and Structural geology of impact craters*
- (vii) *Geophysics of impact craters*
- (viii) *Environmental effects of impacts and related mass extinctions*
- (ix) *Shock metamorphism and petrography of impactites*

Die charakteristischen Signaturen von Meteoritenkratern in der Fernerkundung, der Geomorphologie, der Strukturgeologie und der Geophysik werden mit Fallbeispielen vorgestellt und dienen der direkten Vorbereitung des nachfolgenden eigenen Projektes.

Parallel zur Vorlesung werden im praktischen Übungsteil die Grundlagen der Stoßwellenphysik und Kraterdynamik sowie der Wahrscheinlichkeit von Impaktereignissen in der Form einfacher Anwendungsbeispiele erlernt. Beispielsweise wird das Alter der Apollo-Landestellen auf dem Mond aus der Dichte von Impaktkratern abgeleitet. Die für Impaktkrater diagnostisch wichtigen Gesteinstypen werden am Anschauungsobjekt vorgestellt. Praktische Übungen am Polarisationsmikroskop schulen die Studierenden im Erkennen von Schockeffekten in Mineralen und Gesteinen, die für den Nachweis von Impaktkratern diagnostisch wichtig sind.

### **Schritt 3: Planung der Projekt-Kampagne**

Mit der eigentlichen Projektarbeit wird etwa in der Mitte des Kurses GEOL 471 Impact Geology begonnen, sobald die Studierenden über ausreichende Grundlagen verfügen. Je nach Gruppengröße kann die Arbeit selbstständig oder in Zweiergruppen durchgeführt werden. Bei der Planung werden hinsichtlich des zu untersuchenden Gebietes und seiner Größe keine

Vorgaben gemacht. Jedoch muss der Studierende eine Vielzahl von Aspekten für eine erfolgversprechende Wahl berücksichtigen. Nachfolgend sind einige Faktoren gelistet, die Eingang in die Planung finden sollten:

Geologie: Wie alt sind die anstehenden Gesteinsschichten? Ist mit einer hohen Kraterdichte zu rechnen?

Sedimentologie: Befindet sich das Gebiet in einem Sedimentations- oder Erosionsgebiet? Kann die Erosionsrate abgeschätzt werden?

Strukturgeologie: Liegt das Gebiet im Bereich eines Gebirgszuges und ist mit Deformation der Gesteinseinheiten zu rechnen?

Geomorphologie: Liegt das Gebiet im Bereich quartärer Vereisung oder im Periglazialraum?

Vegetationskunde: Können potenzielle Strukturen durch Vegetation maskiert werden?

Bodenkunde: Wie tief reicht die Bodenbildung?

Die Klärung der aufgeführten Fragestellungen sollte im Rahmen der Kampagnen-Planung vorab erfolgen. Die Vielseitigkeit der zu berücksichtigenden Faktoren zeigt, dass die Studierenden sich interdisziplinär mit der Landschaftsgenese beschäftigen müssen und dabei das bislang Erlernte notwendigerweise in aktiver Form rekapitulieren müssen.

#### **Schritt 4: Durchführung der systematischen Durchmusterung**

Wurde das generelle Zielgebiet ausgewählt, müssen sich die Studierenden über die Größe des Areals, dessen Zuschnitt, und die Durchmusterungs-Strategie im Klaren werden. Die Beobachtungsdistanz hat direkten Einfluss auf die Größe der beobachtbaren Strukturen. Der/die Studierende legt also das Beobachtungsraster fest und kalkuliert den voraussichtlichen Zeitbedarf, der für die systematische Durchmusterung nötig ist. Die Durchführung der Durchmusterung sollte an einem geeigneten großen Bildschirm erfolgen. Sie erfordert Ausdauer und Konzentration. Während der Durchmusterung wird zunehmend der Blick für die Landschaftsformen geschärft. Hinweise auf mögliche verborgene Kraterstrukturen werden unter Angabe der Koordinaten notiert und in einer nachfolgenden Durchmusterung erneut angesteuert.

#### **Schritt 5: Auswahl und Wichtung der Strukturen**

Nach Abschluss der systematischen Durchmusterung werden die markierten Bereiche, die Auffälligkeiten gezeigt haben, von den Studierenden vergleichend untersucht und eine Reihenfolge hinsichtlich ihrer Möglichkeit, das Relikt einer Kraterstruktur darzustellen, aufgestellt. Bei dieser Wichtung sollen alle in Schritt 2 erlernten Erkennungskriterien kritisch geprüft werden. Bei diesem Schritt wie bei allen anderen Schritten sind der Informationsaustausch und die Diskussion der Studierenden untereinander erwünscht. Der

Dozent kann bei der Gewichtung behilflich sein. Es gibt keine Vorgabe bezüglich der Anzahl der auszuwählenden Strukturen.

### **Schritt 6: Recherche**

Die Studierenden sollen Informationen zu den ausgewählten Regionen zusammentragen, die geeignet sind, die Interpretation der gefundenen Strukturen zu erleichtern. Hierzu zählt die Recherche insbesondere nach geologischem Kartenmaterial, geowissenschaftlicher Fachliteratur, Exkursionsberichte, geophysikalische Erkundungen, etc. Die Recherche erfordert vermutlich die Kontaktaufnahme mit dem für die Region zuständigen Geologischen Dienst oder Wissenschaftlern, die in der Region arbeiten oder gearbeitet haben.

### **Schritt 7: Eigenständige Interpretation der Strukturen**

Die eigenständige Interpretation erfolgt auf der Basis der vermittelten Fachkenntnisse (Schritt 2), der unter Schritt 3 aufgeworfenen Fragestellungen sowie der Datenrecherche (Schritt 6). Die Interpretation soll beinhalten:

Größe der Struktur, relative Alterseinschätzung, vermutete Entstehungsgeschichte, Erosionsgrad, Benennung der zu beobachtenden Einzelelemente. Abschließend sollen Pro und Contra der Meteoritenkrater-Hypothese aufgelistet und gegeneinander gewichtet werden.

### **Schritt 8: Planung einer Expedition zur Erforschung der Struktur**

Mit diesem Schritt soll eine Situation simuliert werden, die viele der Studierenden in der Berufspraxis des Geowissenschaftlers erwarten wird. Die logistische Planung einer Expedition in ein möglicherweise unzugängliches oder politisch unsicheres Gebiet. Eine gute Vorbereitung und eine an die örtlichen Begebenheiten angepasste Ausrüstung entscheiden häufig über Erfolg oder Nichterfolg einer Expedition. Die Erfolgsaussichten und Durchführbarkeit einer Expedition zum Zielgebiet sollen kritisch beleuchtet werden. Fragen, die hier berücksichtigt werden sollen betreffen:

#### Anreise und Unterbringung:

- Wie ist das Untersuchungsgebiet erschlossen?
- Wie lange wird die Anreise dauern?
- Welche Fahrzeuge sind zu wählen (z.B. Helikopter, Jeep)
- Gibt es Unterkünfte, die genutzt werden können?

#### Klima und Naturraum:

- Mit welchen Temperaturen und Niederschlägen ist zu rechnen?
- Wann ist die beste Reisezeit? (Regenzeit/Trockenzeit)
- Ist die Wasserversorgung und –aufbereitung gewährleistet?
- Mit welchem Relief ist zu rechnen? (z.B. Kletterausrüstung)
- Geht eine Gefahr von Tieren aus?

### Logistische Vorbereitungen:

- Sind Genehmigungen erforderlich? (Nationalpark, Reservate)
- Welche Personen/Behörden sind zu kontaktieren?
- Welche Kartengrundlagen/bisherigen Untersuchungen existieren?
- Wie ist die politische Situation des Landes einzuschätzen?
- Mit welchen Kosten ist zu rechnen? ( Finanzierungsmöglichkeiten)
- Welche Dauer ist angemessen?

### **Schritt 9: Präsentation der Kampagne**

Die Teilnehmer/innen des Kurses stellen Ihr jeweiliges Projekt als Powerpoint-Präsentation den anderen Kursteilnehmern vor. Nach Vorstellung des Zielgebietes und der Untersuchungsstrategien werden die hypothetischen Strukturen präsentiert und dialektisch interpretiert. Eckpunkte der theoretischen Expedition werden vorgestellt.

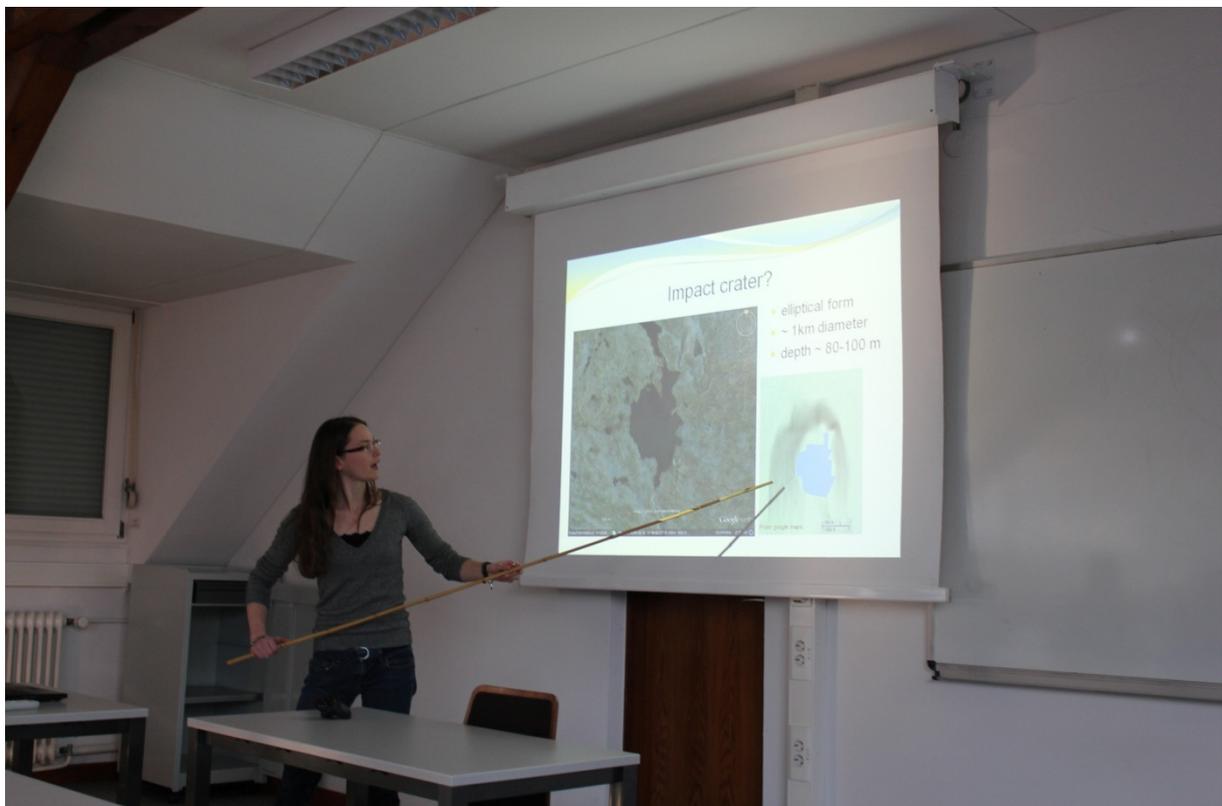


Abbildung 1 - Vorstellung der gefundenen Strukturen durch eine Studierende

### **Schritt 10: Gemeinsame Diskussion**

An jede Präsentation schließt sich eine gemeinsame Diskussion an, die das Ziel verfolgt, die vorgestellten Strukturen hinsichtlich ihrer Genese zu deuten. Bei dieser Diskussion werden verschiedene Aspekte der Landschaftsgenese gemeinschaftlich erörtert. Die Studierenden können bei dieser Diskussion testen, inwieweit sie in der Lage sind, Strukturen der Erdoberfläche richtig zu deuten. Die Fachkenntnisse im Bereich der Strukturgeologie und

Tektonik, physischen Geographie, Fernerkundung und Sedimentologie werden in der gemeinsamen Diskussion aktiv angewandt.

Die Teilnehmer des Kurses sollen abschließend beurteilen, ob und wenn ja, welche der identifizierten Strukturen eine weitergehende geowissenschaftliche Untersuchung rechtfertigen. Mit dieser Feststellung hat das Projekt zunächst einen formalen Abschluss gefunden. Sollten weitergehende Untersuchungen aus Sicht des Dozenten gerechtfertigt sein, wandelt sich das Lehrprojekt in ein Forschungsprojekt, an dem die Teilnehmer/innen des Kurses beteiligt werden.

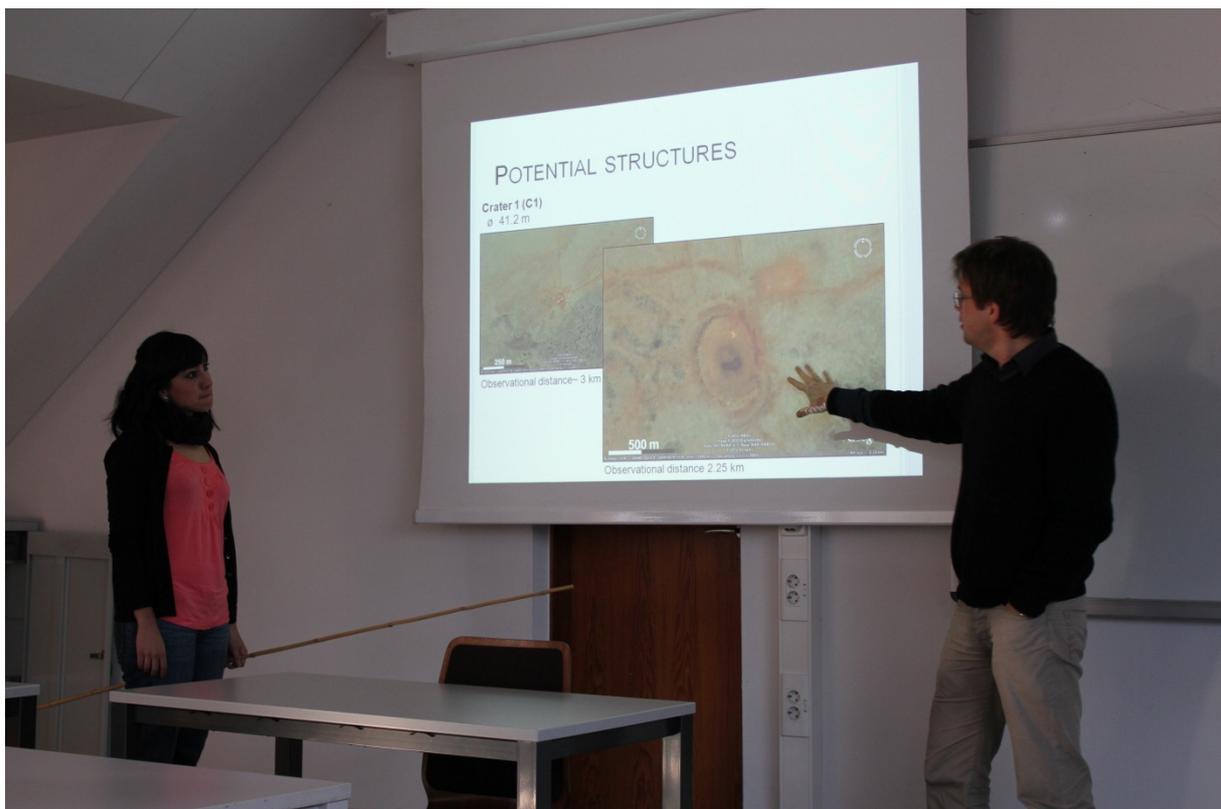


Abbildung 2 - Diskussion der möglichen Ursachen mit dem Kursleiter

### **Schritt 11: Beteiligung an einer Expedition (optional)**

Die Schritte 11 und 12 sind nur geplant, wenn aus wissenschaftlicher Sicht eine nähere Untersuchung der identifizierten Struktur gerechtfertigt und geboten ist. Weitergehende gründliche Voruntersuchungen und die Sichtung aller recherchierbaren Daten sind unerlässlich. Da die eindeutige Prüfung und Zertifizierung eines Impaktkraters eine Probennahme und den Nachweis von Schock-Effekten beinhalten, muss die Realisierbarkeit einer Expedition unter Beteiligung von Projektteilnehmern geprüft werden. Die Finanzierung stellt hierbei den größten Vorbehalt dar. Die Studierenden sollen in alle Planungsschritte aktiv involviert werden. Die Expedition wird mit interessierten Teilnehmern des Kurses durchgeführt. Im Rahmen der Geländearbeit soll eine geologische Kartierung der Struktur

angefertigt werden. Die Studierenden erhalten die Möglichkeit, das Projekt als Masterarbeit durchzuführen.

### **Schritt 12: Auswertung und Publikation der Daten (optional)**

Das erklärte Ziel des Kurses ist die Entdeckung und Zertifizierung neuer Impaktkrater auf der Erde. Wenn durch die Geländearbeit und anschließende mikrostrukturelle Untersuchung der entnommenen Gesteinsproben tatsächlich Schockindikatoren nachweisbar sind, werden die Kursteilnehmer/innen unter Anleitung des Dozenten eine wissenschaftliche Publikation anfertigen.

## **5) Erworbene Kompetenzen**

Im Rahmen des Projektes erwerben die Studierenden verschiedenste Kompetenzen, die für den späteren Werdegang und die Berufspraxis wichtig sind.

Im *Schritt 2* werden zunächst Fachkenntnisse auf den Gebieten der Meteoritenkraterforschung vermittelt, welche die Studierenden in die Lage versetzen, das Projekt durchzuführen. Die Studierenden sollen das vermittelte Wissen rekapitulieren können. Die Studierenden können aus Kraterstrukturen Bildungsbedingungen ableiten und berechnen. Auf der Basis mathematischer Algorithmen können sie das Alter geologischer Strukturen mit der zu erwartenden Anzahl von Kraterstrukturen korrelieren.

*Schritt 3* erfordert eine eigenständige Planung, für die eine Fülle von interdisziplinären geowissenschaftlichen Aspekten berücksichtigt und gegeneinander abgewogen werden müssen. In die Planung sollen neben dem im Schritt 2 vermittelten Wissen, auch Kenntnisse aus der Exogenen und Endogenen Geologie, der Tektonik, der Geomorphologie, der Vegetationskunde und Klimatologie einfließen. Die Studierenden werden somit an das komplexe System Erde herangeführt und lernen Fachbereiche zu verknüpfen und das erworbene Fachwissen anzuwenden.

*Schritt 4* fordert und fördert sowohl die systematische Herangehensweise als auch eine präzise wissenschaftliche Datenerhebung und Dokumentation. Daneben werden Kontinuität und Ausdauer für die systematische Durchmusterung abgefordert. Im Zuge der satellitengestützten Durchmusterung beschäftigen sich die Studierenden intensiv mit der Landschaftsgenese und wenden kontinuierlich ihre Kenntnisse der Geomorphologie und der Geologie an.

*Schritt 5* Die Auswahl potentieller Kraterstrukturen erfordert die Entwicklung einer Entscheidungskompetenz auf der Basis der Fachkenntnisse. Die geforderte Gewichtung der Strukturen nach ihrem Potenzial bewirkt, dass der Studierende mit sich und den Kommilitonen die dialektische Argumentation trainiert.

*Schritt 6* fördert das eigenständige Arbeiten. Da die Recherche sich nicht nur auf die Literatursuche und dessen Studium beschränkt, sondern auch Einsichtnahme in geowissenschaftliche Datensätze, geologische Karten, Satellitenbilder etc. umfasst, wird der Studierende mit Landesämtern, Geological Surveys, Instituten im Ausland in Kontakt treten und erwirbt hierdurch fach-kommunikative Kompetenzen.

*Schritt 7* erfordert die Fähigkeit, aus der Analyse der eigenen Beobachtungen und der recherchierten Daten eine umfassende Synthese zu entwickeln. Diese Kompetenz ist im Berufsleben von großer Bedeutung und befähigt zur Durchführung eigener Projekte in leitender Funktion

*Schritt 8* soll unmittelbar auf die Praxis des Berufslebens vorbereiten, in denen die logistische Planung von Projekten im Ausland eine zentrale Rolle einnehmen kann. Dies betrifft Tätigkeiten in der Forschung, bei Geologischen Diensten, wie in der Privatwirtschaft und Industrie.

*Schritt 9* fördert die Fähigkeiten zur überzeugenden Darstellung von Inhalten. Professionelle Präsentationen bilden heute in praktisch allen Berufszweigen eine notwendige Voraussetzung für den Erfolg.

*Schritt 10* Die aktive Teilnahme an Diskussionen und die Einnahme von Standpunkten schult die wissenschaftliche Kommunikation. Sie ist integraler Bestandteil des allgemeinen Berufslebens

Die optionalen *Schritte 11 und 12* des Projektes, die eintreten, wenn die Durchmusterung erfolgreich war und eine Finanzierung gesichert ist, lassen den Studierenden unmittelbar an der Forschung partizipieren. Sie sind ein idealer Aufhängungspunkt um das Masterstudium in ein Promotionsstudium zu überführen.

## **6) Integration des Projektes in das Curriculum des Master-Studiengangs Geology**

Das Projekt wurde im WS 2011/12 erstmalig durchgeführt und ist vollständig kompatibel mit der aktuellen Prüfungsordnung des Studiengangs. Das Projekt ist in dem Modul *GEOL 47 Impact Geology* (6 ECTS) des Masterstudiengangs *Geology* verankert. Dieser Kurs wird in der Regel von Masterstudenten des ersten Semesters belegt. Hier werden die Grundlagen für das Projekt vermittelt. Das Projekt beginnt in der zweiten Hälfte des Kurses. Das Projekt kann als *GEOL 631 Independent Project* (3 ECTS) im Rahmen des Modul *Particular Topics in Geosciences* fortgesetzt werden. Sofern Schritt 11 und 12 des Projektes realisiert werden können, werden die studentischen Leistungen im Rahmen des Moduls *GEOL 54 Field Mapping* (6 ECTS) angerechnet. Das gesamte Projekt findet in englischer Sprache statt. Studienleistungen, die im Rahmen des Projektes zu erfüllen sind, umfassen die aktive Durchmusterung eines Gebietes freier Wahl einschließlich der Dokumentation der Ergebnisse und die Präsentation des Projektes. Es wird erwartet, dass sich alle Teilnehmer an den intensiven Diskussionen beteiligen. Sofern sich eine Geländestudie an das Projekt anschließt (Schritt 11+12), wird die Erstellung einer geologischen Karte der Struktur oder eines Teils der Struktur erwartet (wenn die Struktur größer als 10 km<sup>2</sup> sein sollte), die von einem Kartierbericht, der eine lithologische Untersuchung der beteiligten Gesteine enthält, begleitet. Eine dreitägige Exkursion zu den Meteoritenkratern Nördlinger Ries (Bayern und Bad.-Württemberg) und Steinheim (Bad.-Württemberg) wird den Teilnehmern des Projektes empfohlen.

## **7) Bisherige Erfahrungen aus Sicht der Projektteilnehmer**

Unter den Studenten ist das Pilotprojekt durchwegs positiv aufgefasst worden. So steht es durch den großen Freiraum, der den Studenten beispielsweise bei der Wahl ihres Untersuchungsgebietes gegeben ist, in schönem Kontrast zu den üblichen thematisch mehr begrenzten Vorlesungsveranstaltungen. Die Studierenden haben damit die Möglichkeit, eigene Präferenzen oder Vorkenntnisse mit einzubringen.

Einen besonderen Anreiz stellte die potentielle Exkursion bei Weiterführung des Projekts dar. Somit kann das Projekt gleichzeitig als Heranführung an projektbezogenes wissenschaftliches Arbeiten gesehen werden.

*“The pursued impact crater searching project encouraged us, first of all: to develop the necessary skills to identify potential craters structures, as well as to deep in the characterization of a non previously identified crater, not just the physical features were considered but the geological framework was taken into account producing an integrated knowledge. Besides impact cratering, general geology knowledge was strengthened. Another big advantage of this project is the hypothetical contribution not just in scientific terms, to the place where a new structure was recognized, but also the social impact and improvement of the community, which in many cases corresponds to a developing country area. In order to improve the recent impact geology scientific line, it is primordial to pursue projects like this. Thus, as many students get involved, the more the progress in Impact geology is reached.”*

Insbesondere die an die Präsentationen folgenden Diskussionen ist von den Studenten als sehr lehrreich empfunden worden. Wesentliche strukturgeologische Phänomene wurden in diesem Rahmen behandelt.

*"It was an unique use of google earth to find the structures that look like craters or seem to be craters, it was not only to find craters on all over the world but for me it was learning of structure geology and tectonics of the earth from the vertical height and honestly speaking I have learned lots of things about tectonics and structural geology and somehow, now I am able to identify the tectonics of a particular area by google earth.*

*I would strongly recommend this type of activities in upcoming semesters and for upcoming student, it was such a nice experience for me.”*

*„Das Projekt der Impact-Suche per Google Earth gab uns die Möglichkeit, selbständig unterschiedliche Strukturen an der Erdoberfläche zu suchen/untersuchen und somit das Gelernte über Impact-Strukturen im Kurs anzuwenden.*

*Es wurde ein selbstständiges Arbeiten gefordert, das den Studenten die Möglichkeit gab, zu zeigen, was sie aus dem Kurs mitgenommen haben und wie sie es in der Realität anwenden können.*

*Man hat zudem einen generellen Überblick über unterschiedliche, spezielle Strukturen auf der Erde bekommen, die man zuvor eventuell nicht kannte (auch wenn es keine Impact-Strukturen waren).“*

Nicht zuletzt ist somit ebenfalls zu erwähnen, dass das Projekt ideal dafür geeignet ist, Selbständigkeit in der Arbeitsmethodik der Studenten zu fördern und ihnen Sicherheit darin zu geben, eigene Ideen zu erläutern und zu verteidigen.

*“For me this project was very interesting. I had learned to make a complete research from it. It widened my view on finding and studying geological structures with the help of Google Earth. It also let me apply my knowledge of crater structures to find new structures. It gave me confidence to represent my ideas and motivated me to search and learn more about Impact sciences.”*



**Abbildung 3 - Einige Kursteilnehmer**

## **8) Bisherige Erfahrungen aus Sicht des Dozenten**

Das Projekt wurde im Wintersemester 2011/2012 entwickelt und mit 10 Studierenden des Studiengangs M.Sc. Geology durchgeführt. Die Teilnehmer/innen des Kurses stammten aus Pakistan (4), Mexico (1), Indonesien (1) und Deutschland (4). Das Projekt stieß bei den Studierenden auf großes Interesse. Bei der Durchführung war regelrechter Enthusiasmus festzustellen. Als Untersuchungsgebiete wurden Gebiete in Australien, Pakistan, Mexiko, Indien, Saudi Arabien, Jemen und Skandinavien ausgewählt, die eine Größe von 10.000 km<sup>2</sup> und mehr aufwiesen und die mit einem systematischen, teilweise sehr hochauflösenden Untersuchungs raster in unterschiedlichen Vergrößerungen durchmustert wurden. Pro Person wurden 1-5 potentiell interessante Strukturen identifiziert, deren Größe zwischen 50 m und etwa 25 km variierte. Nach Rücksprache mit den Studierenden zählte die gemeinsame Diskussion der vorgestellten Strukturen nach der Präsentation durch die Teilnehmer zu den wichtigsten und lehrreichsten Teilen des Projektes, da hier die verschiedenen Möglichkeiten der Landschaftsgenese gemeinsam erörtert wurden. Ein Teil der ausgewählten potentiellen Strukturen konnten schließlich als geologische Faltenstruktur, Salzstock, Vulkan oder Intrusion identifiziert werden. Ein anderer Teil konnte hinsichtlich seiner Genese nicht eindeutig zugeordnet werden und erfordert eine vertiefte geowissenschaftliche Untersuchung. Es wurden insgesamt drei Strukturen gefunden, deren Entstehung als Impaktkrater möglich erscheint. Besonders herauszustellen ist die Entdeckung eines in Saudi Arabien gelegenen Kraters durch eine Studentin. Diese Struktur wurde erstmalig vor zwei Jahren der Fachwelt bekannt. Erste Vorort-Untersuchungen belegten tatsächlich dessen Entstehung als Meteoritenkrater.

Es hat sich außerdem gezeigt, dass das Projekt in besonderem Maße geeignet ist, den interkulturellen Austausch zwischen den Studierenden anzuregen. So wurden von den pakistanischen Studierenden Untersuchungsgebiete teilweise in Asien, insbesondere Pakistan, ausgewählt, während die mexikanische Studierende Gebiete in Lateinamerika auswählte. Durch die Präsentation der Projekte konnten die Teilnehmer Kenntnisse aus ihren Heimatländern einfließen lassen und den Kommilitonen Ihr jeweiliges Land näherbringen.



Abbildung 4 - Der Kursleiter mit den Teilnehmern des Projektes

## **9) Übertragbarkeit des Projektes auf andere Fachbereiche innerhalb der Umweltnaturwissenschaften**

Mit der Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen Satellitendaten durch Google Earth<sup>®</sup>, steht den Studierenden und Dozenten heutzutage jederzeit die gesamte Erdoberfläche als Untersuchungsobjekt zur Verfügung. Das Konzept des Kurses basiert auf diesen geänderten Rahmenbedingungen und technischen Möglichkeiten, die nun konsequent in die Lehre integriert werden. Der vorgestellte Kurs konzentriert sich auf die Suche nach Impaktkratern auf der Erde. Denkbar sind jedoch auch andere geo- und umweltnaturwissenschaftliche Fragestellungen, die im Rahmen von praktischen Kursen und Seminaren durch die Studierenden untersucht werden können. Hierzu könnte z.B. gehören:

- Identifizierung von Georisikogebieten (z. B. Bergstürze, Muren, Tsunamis)
- Aufspürung von Umweltschäden (z.B. Raubbau am Regenwald)
- Untersuchung der Landwirtschaftlichen Nutzung
- Verbreitung von klimageographisch-geomorphologischen Provinzen

Damit lässt sich das Kursformat auf angrenzende Fachgebiete der Umweltnaturwissenschaften insbesondere der Geographie, Bodenkunde, Forst- und Landwirtschaft direkt übertragen.

## 10) Anhang

### Curriculum vitae

1. Name, Vorname: Kenkmann, Thomas Bernd
2. Geburtstag: 27. Dezember 1966 / Iserlohn
3. Schulbildung: Besuch von Grundschule und Gymnasium in Solingen, Abitur
4. Studium: 1988-1994: Studium Geologie/Paläontologie an der Universität zu Köln  
1994: Abschluss als Diplom-Geologe, Köln
5. Akademische Grade: 1997: Promotion FU-Berlin
6. Habilitation: 2003: Habilitation FU-Berlin, venia legendi für Geologie
7. Berufslaufbahn: 1994-1997: Doktorand am GeoForschungsZentrum Potsdam  
1997-1998: Postdoktrant am GeoForschungsZentrum Potsdam  
1998-2001: Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Mineralogie, Museum für Naturkunde, Humboldt-Universität Berlin  
2001-2010: Akademischer Rat am Institut für Mineralogie, Museum für Naturkunde Berlin  
2001-2010: Leiter des Zentrum für Rieskrater und Impaktforschung Nördlingen (ZERIN)  
(<http://www.museum.hu-berlin.de/min/zerin/zerin.html>)  
2003-2010: Privatdozent an der Freien Universität Berlin für das Fach Geologie  
seit 2009: Sprecher der DFG-Forschergruppe FOR-887 "Experimental Impact Cratering"
8. Tätigkeit an der
  - a. Fakultät: seit 2010: Studiendekan Geowissenschaften an der Uni Freiburg
  - b. Institut: seit 2010: Leitung des Bereichs Geologie
  - c. Lehrstuhl: seit 2010: Lehrstuhl für Geologie und Strukturgeologie
9. Es steht ein Wechsel des vorgeschlagenen Preisträgers vor:  
Nein.
10. Kontaktdaten des vorgeschlagenen Preisträgers an der Hochschule:  
E-Mail: thomas.kenkmann@geologie.uni-freiburg.de  
Telefon: 0761 -203 6495



## Vorlesungen, Seminare und Exkursionen an der Albert-Ludwigs-Universität

| Kurs   | Typ            | Semester      |
|--|----------------|---------------|
| Endogene Geologie  | VL + Ü         | B.Sc. 1       |
| Exogene Geologie   | VL + Ü         | B.Sc. 2       |
| Geo-Praxis 1: Kartierkurs  | Geländeübung   | B.Sc. 2       |
| Strukturgeologie und Tektonik                                      | VL + Ü         | B.Sc. 4       |
| Geowissenschaftliches Seminar II                                   | Seminar        | B.Sc. 5       |
| Modul Umwelt: Erneuerbare Energien                                 | VL             | B.Sc. 5       |
| Structural Geology   | VL + Ü         | M.Sc. 1       |
| Planetary Geology  | VL + Ü         | M.Sc. 2       |
| Impact Geology   | VL             | M.Sc.         |
| Independent Mapping Project  | Kartierprojekt | M.Sc.         |
| Diverse Exkursionen:<br>Alpen, Skandinavien, Harz, Nördlinger Ries | Exkursion      | B.Sc. & M.Sc. |

### Evaluation des Kurses

Der Kurs wurde im Rahmen der Vorlesung Impact Geology mit evaluiert. Die übergreifende Bewertung der Studierenden hat ergeben, dass der Kurs sehr gut bis gut gehalten und organisiert wurde. Dies ist auch der Darstellung der durchschnittlichen Bewertung aus untenstehender Grafik (Abb. 5) zu entnehmen.

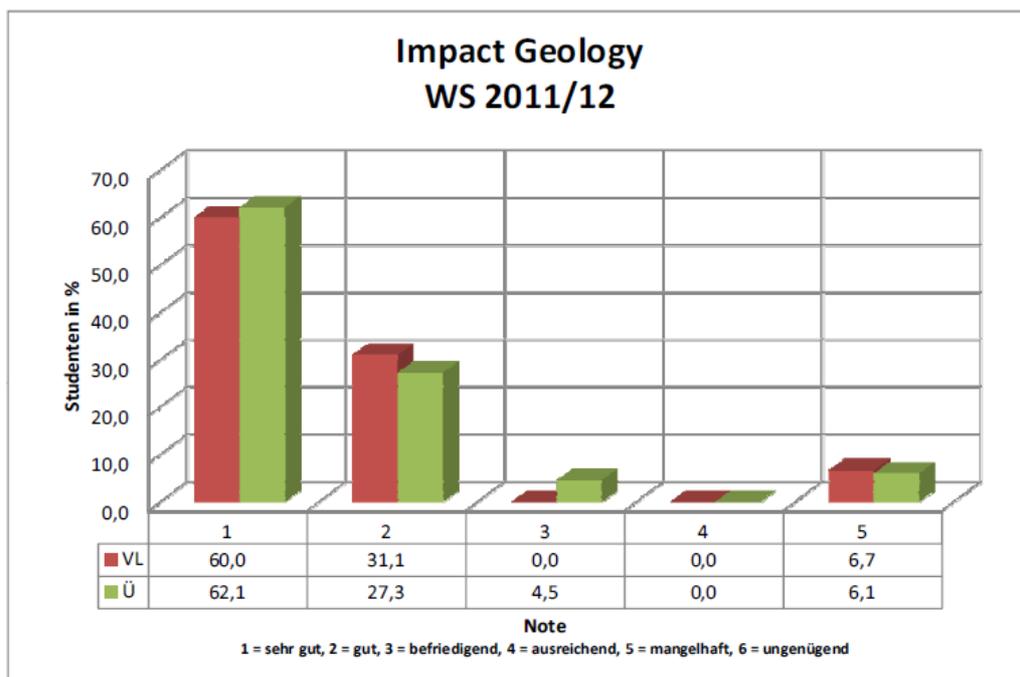


Abbildung 5 - Evaluation des Kurses Impact Geology

## **Verwendung des/der Preisgelder**

Wie in der Projektbeschreibung bereits vorgestellt, setzt sich diese Lehrveranstaltung aus verschiedenen Projektteilen zusammen: Sie beginnt mit der satellitengestützten Suche nach verborgenen, bisher nicht bekannten Impakt-Strukturen auf der Erde. Dabei gibt es keinerlei Beschränkung hinsichtlich des Ortes, doch die Wahl eines geeigneten Untersuchungsgebietes erfordert die Berücksichtigung diverser geologischer Fachkenntnisse und die interdisziplinäre Verknüpfung mit angrenzenden Disziplinen wie der Geomorphologie und Vegetationskunde. In einem zweiten Schritt wird eine Struktur-Interpretation durchgeführt und eine Expedition zur Erforschung der Struktur theoretisch mit allen logistischen Schritten geplant.

Sollte eine Struktur gefunden werden, die eine weitergehende Erforschung aus wissenschaftlicher Sicht ratsam erscheinen lässt, beginnt die zweite Phase des Projektes. Die theoretisch geplante Expedition wird unter Beteiligung der Studierenden in die Tat umgesetzt. Die Teilnehmer werden an der konkreten Planung beteiligt und erhalten vor Ort die Aufgabe, die Struktur geologisch zu kartieren, Proben für spätere Untersuchungen zu nehmen, und Beweise für eine Meteoritenkrater-Genese zu sammeln. Die Finanzierung dieser Expedition, die für Studierende mit erheblichen Kosten verbunden wäre, soll für die beteiligten Studierenden aus den Preisgeldern bereitgestellt werden.

Eventuelle Restmittel würden ebenfalls komplett den Studierenden zu Gute kommen, sie würden ausschließlich zur Verbesserung der Lehre verwendet. Geplant ist dabei vorrangig die finanzielle Unterstützung von geländebezogener Ausbildung auf Exkursionen etc., insbesondere von ausländischen Studenten, die in den Freiburger Geowissenschaften ihre B.Sc.- oder M.Sc.-Ausbildung machen.