

Outlook for Swiss Geosciences in the 21st century

Working Group «Future of Geosciences»

Perspektiven für die Schweizer Geowissenschaften im 21. Jahrhundert

Arbeitsgruppe «Future of Geosciences»

Perspectives pour les géosciences en Suisse au 21ème siècle

Groupe de travail «Future of Geosciences»

sc | nat 

GEOforumCH
Forum Geosciences

Platform of the Swiss Academy of Sciences

- 3 Editorial**
- 5 Outlook for Swiss Geosciences in the 21st century**
- 9 Perspektiven für die Schweizer Geowissenschaften im 21. Jahrhundert /
Perspectives pour les géosciences en Suisse au 21ème siècle**
- 17 History of the visions / Zur Entstehung dieser Visionen /
Historique de ces visions**
- 18 Überblick über die Interviews «Zukunft der Geowissenschaften»**
- 30 Literatur**
- 31 Members of the working group / Mitglieder der Arbeitsgruppe /
Membres du groupe de travail «Future of Geosciences»**

IMPRESSUM**Herausgeber / Editeur:**

GEOforumCH, eine Plattform der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz, scnat

Redaktion / Rédaction:

Prof. A. Pfiffner, Institut für Geologie, Universität Bern
Prof. W. Haeberli, Geographisches Institut, Universität Zürich
Dr. P. Dèzes, GEOforumCH, (pd)
Dr. D. Vavrecka-Sidler, GEOforumCH, (dvs)
N. Chollet, Geotest AG, (nch)

Layout / Mise en page:

Ines Senger, sengerinteractive, Zürich

Druck / Impression:

Reprozentrale ETH Zürich
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

ISSN 1422-8017

Titelbild

Gletscherende Steingletscher, Sustenpass. Foto: Esther Peguiron, Institut de
Géologie, Université de Neuchâtel, 8. September 2004.

Image de couverture

Front du Steingletscher, Col de Susten. Photo: Esther Peguiron, Institut de Géologie,
Université de Neuchâtel, 8 septembre 2004.

Liebe Leserin, lieber Leser

In dieser Spezialausgabe des GEOforumCH Actuel finden Sie als Hauptartikel den Bericht «Perspektiven für die Schweizer Geowissenschaften im 21. Jahrhundert», der an der Plenarsitzung des Swiss Geoscience Meetings vom 18. November 2005 präsentiert und von der geowissenschaftlichen Gemeinschaft der Schweiz verabschiedet wurde. Dieser Bericht wurde im Laufe des Jahres 2005 von einer Arbeitsgruppe erarbeitet, die sich unter der Führung des GEOforumCH ad-hoc konstituierte und von Adrian Pfiffner geleitet wurde (siehe GEOforumCH Actuel 1/2005). Die englische Textversion dieser Stellungnahme wurde im Kreis der Schweizer Gemeinschaft der Geowissenschaften breit gestreut, sei es per E-Mail oder über die Website des GEOforumCH.

Eines der wichtigsten Werkzeuge, die den vorliegenden Bericht ermöglicht haben, sind die Interviews, die mit fast fünfzig Experten aus verschiedenen Bereichen der Schweizer Geowissenschaften geführt wurden. In dieser Ausgabe des GEOforumCH Actuel finden Sie ebenfalls eine Synthese dieser Interviews, die von Daniela Vavrecka-Sidler zusammengestellt wurde. Fünfundvierzig vollständige Interviews, sowie andere Dokumente zur Zukunft der Geowissenschaften finden Sie auf der Website www.geoforum.ch/geowiki.

Das Hauptziel dieses Berichtes ist, den entscheidenden Instanzen einige Vorschläge zu machen, die es den Schweizer Geowissenschaften ermöglichen sollen, im Kontext der neuen Hochschulpolitik der Schweiz ihre Exzellenz in Lehre und Forschung zu erhalten oder gar zu erhöhen.

Chers lecteurs

Dans ce numéro spécial de GEOforumCH Actuel vous trouverez comme article central, le rapport «perspectives pour les géosciences en Suisse au 21^{ème} siècle» qui a été présenté et approuvé par la communauté des géosciences Suisse lors de la séance plénière du Swiss Geoscience Meeting du 18 Novembre 2005 à Zurich. Ce document a été élaboré au cours de l'année 2005 par un groupe de travail ad-hoc constitué sous l'égide de GEOforumCH et présidé par Adrian Pfiffner (voire GEOforumCH Actuel 1/2005). La version anglaise du texte de cette prise de position a été largement diffusée au sein de la communauté Suisse des géosciences, que ce soit par courrier électronique ou au travers de la page Web de GEOforumCH.

L'un des outils de travail les plus importants qui a permis d'aboutir au présent rapport ont été les interviews qui ont été menés avec une cinquantaine d'experts provenant des différents domaines des géosciences en Suisse. Dans ce numéro de GEOforumCH Actuel, vous trouverez une synthèse de ces interviews effectuée par Daniela Vavrecka-Sidler. Quarante-cinq de ces interviews, ainsi que d'autres documents relatifs au futur des géosciences peuvent être consultés sur le site Web www.geoforum.ch/geowiki.

Le but principal de ce rapport est de proposer aux instances décisionnelles un certain nombre de recommandations qui permettront aux géosciences Suisses de préserver, sinon d'améliorer leur excellence dans les domaines de l'enseignement et de la recherche dans le contexte de la nouvelle politique

Die Vorschläge dieses Dokuments sind hauptsächlich die folgenden:

1. Eine erhöhte Effizienz in den Bereichen Forschung und Lehre darf nicht über eine Konzentration der Geowissenschaften auf eine beschränkte Anzahl «Zentren der Exzellenz» angestrebt werden, sondern über die Bildung eines wirklichen «Netzwerk der Exzellenz».
2. Dafür muss ein «wissenschaftlicher Schweizer Rat der Geowissenschaften» gebildet werden, der die Lehre und die Forschung in den verschiedenen Institutionen auf nationaler Ebene koordiniert und als Ansprechpartner für hochschulpolitische Fragen dient.
3. Auf der Ebene der Forschung müssen verstärkt Anstrengungen unternommen werden, um die Dynamik der unterschiedlichen Komponenten der Geosphäre und ihre Interaktionen mit der Biosphäre zu untersuchen.
4. Auf der Ebene der Lehre müssen die Geowissenschaften besser im Unterricht der Oberstufe repräsentiert werden.

Pierre Dèzes
Geschäftsleiter des GEOforumCH und
Mitglied der Arbeitsgruppe «Zukunft der
Schweizer Geowissenschaften».

suisse des hautes écoles à l'horizon 2008.

Les principales recommandations contenues dans ce document sont les suivantes:

1. Une efficience accrue dans le domaine de l'enseignement et de la recherche doit être recherchée non pas par une concentration des géosciences sur un nombre restreint de «centres d'excellence» mais au travers de la constitution de véritables «réseaux d'excellence».
2. À cet effet, un «conseil scientifique Suisse des géosciences» doit être constitué afin de coordonner l'enseignement et la recherche dans les différentes institutions au niveau national et afin de servir d'interlocuteur pour les questions de politique universitaire.
3. Au niveau de la recherche, un effort accru doit être porté sur l'étude de la dynamique des différentes composantes de la géosphère et des interactions de celles-ci avec la biosphère.
4. Au niveau de l'enseignement, les géosciences doivent être mieux représentées dans les cours du secondaire.

Pierre Dèzes
directeur du GEOforumCH et membre du
groupe du travail «Futur des géosciences
Suisse».

Outlook for Swiss Geosciences in the 21st century

The pressure on the environment and the Earth resources is continuously increasing. Primary challenges for society concern the living conditions and sustainable development during the coming decades. The Geoscientific community is expected to provide solutions for the management of this situation. This note gives an outlook of the situation and sketches ideas for the future.

**Deutsche Version siehe Seite 9
Version française voir page 9**

WORKING GROUP «FUTURE OF GEOSCIENCES»

What are Geosciences?

Geosciences encompass everything that is related to the system Earth, from its inner core to its outer atmosphere. They study the origins, the evolution, the structure and the dynamics of our planet and of the life that it supports. Geosciences investigate the processes (physical and chemical) that occur within and in between rocks, soils, water and the atmosphere, as well as the interactions of these components of the geosphere with the biosphere and human activities.

Relevance of Geosciences

Geosciences permeate our every day's life and have shaped our societies and cultures. Geosciences are essential to understand and mitigate natural hazards (floods, landslides, earthquakes, volcanism). An expertise in Geosciences is indispensable for the safety and feasibility of civil engineering works (roads, dams, nuclear power plants, tunnels, bridges, landfills) or to propose solutions for the long-term storage of chemical and nuclear waste. Global climate and environmental

changes, sustainable development, resources management, as well as our future supply in water, energy and raw materials are major challenges that we will be faced with in the near future. Geosciences are situated at the very heart of these questions and are therefore essential to provide political and economical decision-makers with the necessary expertise to address these issues at the local, cantonal, federal or global level. A safe planning involving Geosciences will help reducing long-term costs to society.

Geosciences contribute for instance:

- To anticipate, assess, understand and provide management solutions for global environmental changes.
- To provide good quality and sufficient groundwater, safe nuclear disposal sites, adequate material for construction, energy, etc...
- To manage natural hazards and pollution issues
- To encourage sustainable tourism
- To provide necessary background and development for safe and effi-



Wasser, Bild: J. Abrecht, Geotest AG

cient construction of infrastructures in difficult geological situations.

- To deliver education and culture about our landscape and life-sustaining environment and continue to develop our understanding of Earth processes.

Future challenges in Geosciences research

Continued and accelerating global changes lead to increasing deviations from equilibrium conditions in geosystems (landscape degradation, changing the water cycle, slope stability, soil, degradation affecting agriculture, sea-level rise, coastal erosion, etc.). Consequently a science dealing with transient processes far beyond the historical-empirical knowledge basis must be developed.

Many of the involved geosystems are extremely complex, have chaotic characteristics and include numerous feedback mechanisms which are difficult to understand, to model and to predict accurately. New approaches and methods have to be developed in order to cope with these issues.

In order to be able to provide solutions to the present and future needs of our society, the Swiss Geoscience commu-

nity has to provide education and research within the following packages:

- Origin and evolution of life and humans
- Structure and dynamics of the Earth
- Global change and sustainable development
- Concepts for dealing with natural hazards
- Resources and energy production
- Land-use and land-management
- Support for civil engineering works

Future challenges in Geosciences research education

Geoscience departments must provide a sufficient stream of well-trained geoscientists to support industry, government, schools and academia, and develop a more effective public awareness of Geosciences. Geoscience departments must play a four-fold role:

1. provide those geoscientists who have academic career aspirations with adequate scientific basis in all fields of Geosciences
2. provide those geoscientists who have practical career aspirations with adequate practical and scientific basis in the relative areas of Geosciences
3. offer introductory Geoscience courses that provide relevant, hands-on



experience in Geosciences to improve the knowledge and attitude toward Geosciences of those students not majoring in Geosciences (e.g. engineers, biologists, social and human sciences)

4. provide an education which emphasizes critical thinking and problem solving, teamwork, oral and written communication skills, and self-teaching skills
5. encourage students who have career aspirations in fields outside of Geosciences to major in Geosciences and obtain a rigorous background in science as a springboard for 21st century careers demanding multiple skill sets.

Towards integrated Geosciences

The Geosciences community is currently facing one of the biggest opportunities in its history, as research and teaching in the Geosciences is now needed more than ever. However, in order to address the ever increasingly complex questions that Geosciences are faced with, education and research in Geosciences have to rely on the cross-fertilization potential that only integrated interdisciplinary research can provide.

To stay at the top of the new cutting-edge areas of science, the Swiss Geoscience

community must therefore co-operate with a higher intensity than hitherto practised, especially on nation-wide, global and long-term projects.

Swiss Geosciences have attained an internationally well-regarded high standard of research and teaching. In the past decade, collaborative structures in terms of research, education and infrastructure, between or within existing institutions have already been developed (ELSTE between Lausanne and Geneva, BENEFRI between Bern, Neuchâtel and Fribourg, just to name two examples from Earth sciences).

However, new cooperation programs, partnerships, networks and strategic alliances need to be created and existing ones need to be strengthened, not only within Switzerland but also at an international level.

By promoting collaborative research and education between laboratories and institutes, the goal of maintaining excellence in Swiss Geosciences can be reached more efficiently in creating networks of excellence rather than by concentration on a few selected sites. The training of Swiss researchers in thinking and working more in the spirit of inter-institutional and interdisciplinary collaboration will also be ben-



Altlasten, Bild: N. Chollet, Geotest AG

eficial for Swiss Geosciences in terms of international competitiveness.

Steps for implementation

As a first step, concepts for the allocation of individual disciplines need to be discussed, and decided upon, at a national level. This could be done through a coordinated plan in the replacement of retiring professors, possibly under the supervision of a «scientific board of trustees». Such a Geoscience Advisory Board is essential to avoid monoculture and the loss of relevant specialized knowledge. The board should collaborate with the political level which develops the future university structure of natural sciences in Switzerland.

It needs to be determined for each discipline (e.g., geography, Earth sciences) which university maintains an inde-

pendent or coordinated program at a bachelor and/or master level. For this purpose, it has to be clearly identified how much teaching is required and should be maintained at each university. This also includes an assessment of possible collaborations between universities (including ETHs) and technical universities.

Geosciences require infrastructure at various levels. Basic infrastructure is required for bachelor programs, major infrastructure of high quality has to be accessible for MSc and PhD students. Networking needs to be further strengthened and access, availability and utilization should be implemented at a national level.

The functional groups for Geoscience education at universities should be large enough to grant diversity and still be small enough to allow flexibility and adaptability. A possible size to consider is 5 – 10 full professors per unit. These can be coordinated at the university level.

Geosciences need to be better represented at the high school level to increase the awareness of its significance and, on a long-term permit to satisfy the above defined needs.

The implementation of the visions for Geosciences will further enhance the visibility and the potential as a partner in European and global research and innovation.

For the history of this note and the members of the working group see page XXX.

Perspektiven für die Schweizer Geowissenschaften im 21. Jahrhundert

Der Druck auf die Umwelt und die natürlichen Ressourcen steigt ständig. In den kommenden Jahrzehnten werden schnelle Änderungen der Lebensbedingungen und Möglichkeiten der nachhaltigen Entwicklung die Gesellschaft primär herausfordern. Von der geowissenschaftlichen Gemeinschaft wird erwartet, dass sie Lösungsvorschläge zur Bewältigung dieser Situation liefert. Dieser Bericht zeigt Perspektiven aus der heutigen Situation auf und skizziert Ideen für die Zukunft.

Perspectives pour les géosciences en Suisse au 21ème siècle

La pression sur l'environnement et les ressources naturelles se fait ressentir de manière de plus en plus accentuée. Les principaux défis auxquels notre société va être confrontée ces prochaines décennies ont trait à la gestion durable de ces ressources ainsi qu'à la préservation de notre qualité de vie. La communauté géoscientifique est l'un des acteurs clés pouvant identifier et apporter des réponses à ces défis. Ce document offre un aperçu de la situation et esquisse des idées pour l'avenir.

ARBEITSGRUPPE / GROUPE DE TRAVAIL «FUTURE OF GEOSCIENCES»

Was sind Geowissenschaften?

Geowissenschaften umfassen alles, was mit dem System Erde in Beziehung steht, vom inneren Kern bis zur äusseren Atmosphäre. Sie erforschen die Ursprünge, die Entwicklung, die Struktur und die Dynamik unseres Planeten und des Lebens, welches er beherbergt. Geowissenschaften untersuchen die physikalischen und chemischen Prozesse, die in und zwischen Gesteinen, Böden, Wasser und der Atmosphäre ablaufen und erforschen die Wechselwirkungen dieser Komponenten der Geosphäre mit der Biosphäre und mit menschlichen Aktivitäten.

Que sont les géosciences?

Les géosciences intègrent tout ce qui a trait au système Terre, de son noyau jusqu'à son atmosphère. Elles étudient les origines, la structure, l'évolution et la dynamique de notre planète ainsi que de la vie qu'elle supporte. Les géosciences traitent également de l'impact de l'activité humaine sur l'environnement, de même que de l'influence qu'à l'environnement sur l'homme et la société.

Die Bedeutung der Geowissenschaften

Die Erkenntnisse der Geowissenschaften beeinflussen unser tägliches Leben und haben unsere Gesellschaften und Kulturen geprägt. Geowissenschaften sind grundlegend, um Naturgefahren wie Überschwemmungen, Erdbeben, Erdbeben und Vulkanismus zu verstehen und deren Risiko zu mindern. Eine geowissenschaftliche Expertise ist unerlässlich für die Sicherheit und Machbarkeit von Bauprojekten, z.B. Strassen, Dämme, Atomkraftwerke, Tunnel, Brücken und Aufschüttungen sowie um Lösungen für die langfristige Lagerung von chemischen und radioaktiven Abfällen zu erarbeiten. Die globalen Veränderungen des Klimas und der Umwelt und die nachhaltige Entwicklung, aber auch unsere zukünftige Versorgung mit Wasser, Energie und Rohstoffen sind die grossen Herausforderungen, mit welchen wir in naher Zukunft konfrontiert werden. Die Geowissenschaften liegen im Kern dieser Fragen und sind darum essentiell um Entscheidungsträgern aus Politik und Wirtschaft die nötige Expertise zu liefern, damit sie diese Themen auf lokaler, kantonaler oder globaler Ebene behandeln können. Sichere diesbezügliche Planungen unter Einbezug der Geowissenschaften werden helfen, die langfristigen Kosten für die Gesellschaft zu reduzieren.

Geowissenschaften liefern unter anderem Beiträge

- um globale Umweltveränderungen vorherzusehen, zu beurteilen und zu verstehen sowie Lösungskonzepte zu liefern,
- um die Gesellschaft mit qualitativ einwandfreiem und genügend Grundwasser, mit sicheren Lagern für radioaktive Abfälle, mit passen-

Importance des géosciences

Les géosciences sont omniprésentes dans notre vie de tous les jours et ont façonné nos sociétés et cultures. Elles sont essentielles pour identifier, comprendre et atténuer les conséquences liées aux dangers naturels (tremblements de terre, inondations, volcanisme, désertification...). Une expertise en géosciences est indispensable pour assurer la sécurité et la faisabilité des œuvres de génie civil (routes, barrages, centrales nucléaires, tunnels) ou pour apporter des solutions à l'entreposage à long terme de déchets toxiques. Les modifications du climat et de l'environnement, la gestion durable des ressources naturelles, de même que notre approvisionnement futur en eau, énergie et matières premières sont des défis majeurs auxquels notre société va devoir faire face afin de préserver nos standards de vie. Les géosciences se situent au cœur même de ces questions et sont de ce fait indispensables pour fournir aux milieux politiques et économiques l'expertise nécessaire pour résoudre les problèmes au niveau local, cantonal, fédéral ou global. Une planification faisant appel aux compétences des géosciences permet de réduire les coûts à long terme pour la société.

Les géosciences contribuent par exemple:

- à anticiper, évaluer, comprendre et atténuer les dangers liés aux changements globaux,
- à assurer notre approvisionnement en eau, énergie, matériaux de construction et minerais,
- à gérer les problèmes liés aux dangers naturels et à la pollution de l'eau, de l'air et du sol,
- à encourager un tourisme respectueux de l'environnement,
- à apporter des solutions pour des constructions sûres et durables dans

- dem Material für Bauwerke, mit Energie usw. zu versorgen,
- um Naturgefahren und Umweltverschmutzung zu bewältigen,
- um nachhaltigen Tourismus zu fördern,
- um den nötigen Hintergrund und die Entwicklung für sicheres und effizientes Bauen von Infrastrukturen in schwierigen geologischen Situationen zu liefern,
- um Bildung und Kultur über unsere Landschaften und eine lebenserhaltende Umwelt zu vermitteln und unser Verständnis für die Prozesse der Erde zu vertiefen.

Zukünftige Herausforderungen in der geowissenschaftlichen Forschung

Fortschreitende und immer schnellere globale Veränderungen führen mehr und mehr dazu, dass Geosysteme aus dem Gleichgewicht geraten: es drohen Landschaftsverluste, Änderungen im Wasserkreislauf, instabile Hänge, Verluste von Boden mit fatalen Folgen für die Landwirtschaft, ein Anstieg des Meeresspiegels, die Erosion von Küsten usw. Darum muss eine Wissenschaft aufgebaut werden, die sich mit kurzlebigen Prozessen beschäftigt, die weit jenseits der bekannten, empirischen Wissensgrundlagen liegen.

Viele der beteiligten Geosysteme sind äusserst komplex, haben chaotische Eigenschaften und beeinflussen sich gegenseitig. Sie sind schwierig zu verstehen, zu modellieren und präzise vorherzusagen. Neue Ansätze und Methoden müssen entwickelt werden, um diese Aufgaben zu meistern.

Um Lösungen für die gegenwärtigen und zukünftigen Bedürfnisse unserer



Bild: PLANAT

des conditions géologiquement difficiles,

- a éduquer le public sur l'importance que revêtent le paysage et notre environnement pour notre bien-être et à élargir notre compréhension des processus terrestres.

Futurs défis pour la recherche en géosciences

La continuelle accélération des changements globaux se traduit par une déviation croissante des conditions d'équilibre au sein des géosystèmes (dégradation du sol et du paysage, modifications du cycle de l'eau, instabilités de versants, montée du niveau de la mer, érosion des côtes littorales, désertification...). En conséquences, une science dépassant la recherche empirique et les connaissances historiques doit être développée pour permettre l'investigation de tels processus transitoires.



Image: Musée cantonal de la géologie, Lausanne

Gesellschaft liefern zu können, muss die geowissenschaftliche Gemeinschaft der Schweiz folgende Bildungs- und Forschungsangebote entwickeln:

- Ursprung und Entwicklung des Lebens und der Menschheit,
- Struktur und Dynamik der Erde,
- Globale Veränderungen und nachhaltige Entwicklung,
- Ressourcen- und Energiegewinnung,
- Konzepte zum Umgang mit Naturgefahren,
- Landnutzung und -bewirtschaftung,
- Fundierungen für Hoch- und Tiefbau.

Zukünftige Herausforderungen für die geowissenschaftliche Ausbildung

Geowissenschaftliche Departemente müssen dauernd gut ausgebildete GeowissenschaftlerInnen liefern, um die Bedürfnisse von Industrie, Verwaltung, Grund- und Hochschule abzudecken und um ein wacheres Bewusstsein für die Geowissenschaften in der Öffentlichkeit aufzubauen. Geowissenschaftliche Departemente spielen dabei eine vierfache Rolle:

La plupart des géosystèmes impliqués sont de nature extrêmement complexe, possèdent des caractéristiques chaotiques et se caractérisent par des mécanismes de rétroaction qui sont difficile à appréhender, modéliser ou prédire de manière précise. De nouvelles approches et méthodes doivent être développées pour faire face à ces défis.

Afin d'être en mesure de pouvoir apporter des solutions aux besoins actuels et futurs de notre société, la communauté suisse des géosciences se doit de fournir un enseignement et des résultats de recherches dans les domaines suivants:

- Origines et évolution de la vie et de l'humanité
- Structure et dynamique de la planète Terre
- Changements globaux et développement durable
- Production et approvisionnement en énergie et matières premières
- Atténuation des dangers naturels
- Gestion du territoire
- Support aux travaux d'ingénierie civile et rurale

1. Sie unterstützen GeowissenschaftlerInnen, die nach einer akademischen Karriere streben, mit einer angemessenen wissenschaftlichen Basis in allen Bereichen der Geowissenschaften.
2. Sie unterstützen GeowissenschaftlerInnen, die nach einer praktischen Karriere streben, mit einer angemessenen praktischen und wissenschaftlichen Basis in den entsprechenden Bereichen der Geowissenschaften.
3. Sie bieten geowissenschaftliche Einführungskurse an, die sachbezogene und praktische Erfahrungen in den Geowissenschaften ermöglichen für Studierende ausserhalb der Geowissenschaften (z.B. Ingenieurwissenschaften, Biologie, Sozial- und Geisteswissenschaften). Dadurch erweitern diese Studierenden ihr Wissen über die Geowissenschaften und lernen sie schätzen.
4. Sie bieten eine Ausbildung, die Wert legt auf kritisches Denken, Problemlösungsansätze, das Teamwork, die mündliche und schriftliche Kommunikation sowie die Fähigkeit, selbständig zu lernen.

Umfassende Geowissenschaften als Ziel

Die geowissenschaftliche Gemeinde blickt gegenwärtig einer seiner grössten Chancen ihrer Geschichte entgegen: geowissenschaftliche Forschung und Lehre sind heute notwendiger denn je. Doch um die zunehmend komplexen Fragen behandeln zu können, mit welchen sich die Geowissenschaften konfrontiert sehen, sind Lehre und Forschung auf das gegenseitig befruchtende Potenzial angewiesen, das nur eine umfassende interdisziplinäre Forschung bieten kann.

Futurs défis pour l'enseignement en géosciences

Les départements de géosciences ont pour mission de fournir à l'industrie, au gouvernement et à l'enseignement un flux suffisant de scientifiques bien formés. Elles doivent d'assurer la relève dans leur domaine grâce à une communication plus efficace en direction du public. Les départements de géosciences doivent ainsi jouer un quadruple rôle:

1. Fournir une solide base scientifique dans tous les domaines des géosciences aux étudiants qui ont des aspirations académiques.
2. Fournir aux étudiants qui ont l'intention de poursuivre une carrière dans l'industrie avec une formation et une expérience pratique adéquate.
3. Offrir des cours d'introduction en géosciences aux étudiants dont ce n'est pas la branche principale, afin de les sensibiliser aux importantes questions liées à cette discipline (ingénieurs, biologistes, sciences sociales et humaines).
4. Fournir un enseignement qui met l'accent sur la réflexion critique, la résolution de problèmes, le travail de groupe, les compétences orales et écrites et l'apprentissage autonome.

Vers des géosciences intégrées

Au cours du 20ème siècle, les géosciences suisses ont acquis une réputation d'excellence en termes d'enseignement et de recherche au niveau international. Afin de maintenir cette position à la pointe de la recherche internationale, et afin d'être en mesure de pouvoir relever les défis de plus en plus complexes auxquels nous sommes confrontés, la communauté suisse des géosciences va devoir coopérer de manière bien plus prononcée que par le

Um an der Spitzenposition der innovativen Forschung zu bleiben, muss die geowissenschaftliche Gemeinde der Schweiz bevorzugt an nationalen und globalen sowie an Langzeitprojekten mitwirken.

Die Schweizer Geowissenschaften haben einen international angesehenen hohen Standard in Forschung und Lehre erreicht. Im vergangenen Jahrzehnt wurden bereits Strukturen zur Zusammenarbeit in Forschung, Lehre und bezüglich Infrastruktur zwischen oder innerhalb von bestehenden Institutionen entwickelt (ELSTE zwischen Lausanne und Genf, BENEFRI zwischen Bern, Neuchâtel und Fribourg, nur um zwei Beispiele aus den Erdwissenschaften zu nennen). Aber weitere Kooperationsprogramme, Partnerschaften, Netzwerke und strategische Allianzen müssen gegründet und bestehende gestärkt werden, nicht nur innerhalb der Schweiz, sondern auch auf internationaler Ebene.

Wenn die Zusammenarbeit in Forschung und Lehre von mehreren Labors und Instituten gefördert wird, kann das Ziel, die Exzellenz der Schweizer Geowissenschaften zu erhalten, wirksamer erreicht werden, als wenn man die Geowissenschaften auf einige wenige, ausgewählte Standorte konzentriert. Eine gezielte Schulung der Schweizer Forschenden, im Sinn einer interinstitutionellen und interdisziplinären Zusammenarbeit zu denken und zu arbeiten, wird sich bezüglich der internationalen Wettbewerbsfähigkeit nur günstig auswirken.

Schritte zur Umsetzung

Als erster Schritt müssen national Konzepte für die Besetzung einzelner Dis-

passé, en particulier en ce qui concerne les projets d'envergure nationale et à long terme.

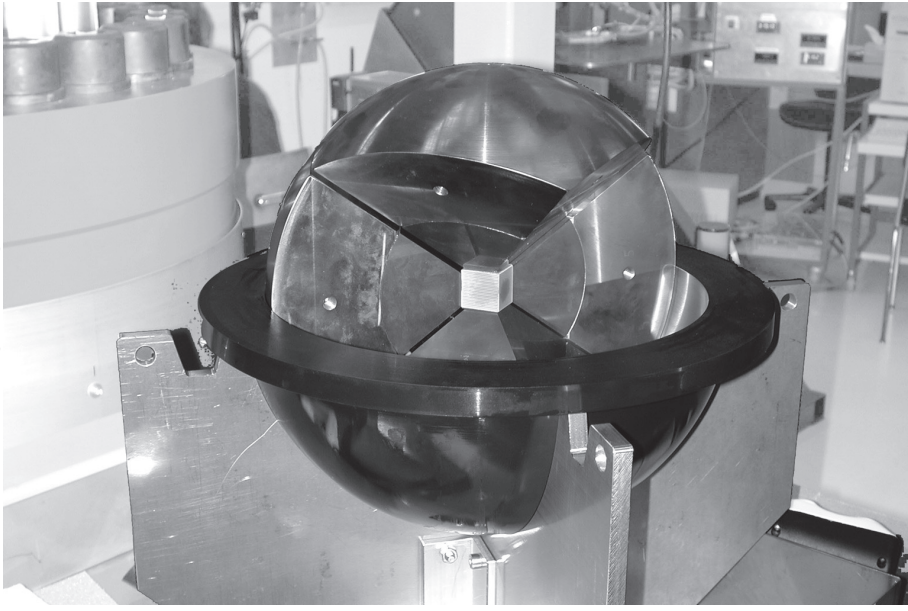
Durant la dernière décennie, des structures de collaborations, d'échange ou de partage en matière de recherche, d'enseignement et d'infrastructures ont déjà été développées entre, ou au sein, des institutions existantes (l'ELSTE entre Genève et Lausanne, BENEFRI entre Berne, Neuchâtel et Fribourg, la Faculté des Géosciences et de l'Environnement de Lausanne ou le Département des Géosciences de Bâle).

De nouveaux programmes de coopération, des partenariats, des réseaux et des alliances stratégiques devront être créés ou renforcés, ceci non seulement au sein de notre pays mais également au niveau international.

Le niveau d'excellence des géosciences suisses pourra être assuré de manière beaucoup plus efficace par une incitation à la collaboration entre laboratoires, instituts et universités qu'au travers d'une concentration des géosciences sur un nombre sélectionné de sites. Former les chercheurs suisses à penser et travailler de manière accrue dans un esprit de collaboration interdisciplinaire et au-delà des institutions sera également bénéfique pour la communauté des géosciences suisses en termes de compétitivité internationale.

Étapes pour l'implémentation

Comme première étape, des concepts pour l'allocation des disciplines individuelles doivent être décidés au niveau national. Ceci pourrait être achevé grâce à une coordination planifiée du remplacement des professeurs partant à la retraite, par exemple sous l'égide d'un «conseil scientifique d'Universités». Un



ziplinen diskutiert und beschlossen werden. Das könnte mittels eines koordinierten Plans für die Neubesetzung von Stellen der zurücktretenden Professoren geschehen, möglicherweise unter Aufsicht eines «wissenschaftlichen Kuratoriums». Ein derartiges Gremium ist unerlässlich, um Monokultur und den Verlust von bedeutendem spezialisiertem Wissen zu vermeiden. Das Gremium sollte mit der politischen Ebene zusammenarbeiten, welche die zukünftige universitäre Struktur der Naturwissenschaften in der Schweiz entwickelt.

Für jede Disziplin (z.B. Geografie, Erdwissenschaften) muss bestimmt werden, welche Universität ein unabhängiges oder koordiniertes Bachelor- und/oder Masterprogramm unterhält. Dazu muss eindeutig identifiziert werden, wie viel Unterricht an jeder Universität benötigt und erhalten werden sollte. Dies beinhaltet eine Abschätzung der möglichen Kollaborationen zwischen den Universitäten (inklusive der ETHs) und der technischen Universitäten.

tel Comité Consultatif des Géosciences est essentiel pour éviter l'établissement d'une monoculture scientifique et pour prévenir la disparition de connaissances scientifiques spécialisées. Ce comité devrait collaborer avec les pouvoirs politiques qui développent les nouvelles structures universitaires en Suisse.

Il devra être déterminé pour chaque discipline, quelles universités maintiendront un curriculum indépendant ou coordonné au niveau des Bachelors et/ou des Masters. A cet effet, il devra être clairement établi quelle quantité d'enseignement est requise et devra être maintenue dans chaque Université. Une évaluation des possibles collaborations entre Universités (et EPFs) et Hautes écoles spécialisées devra également être entreprise.

Les géosciences nécessitent des infrastructures différentes en fonction des niveaux d'enseignement à atteindre. Des infrastructures de base sont requises pour les programmes de Bachelors, alors que des infrastructures de pointe

Geowissenschaften benötigen Infrastruktur auf verschiedenen Ebenen. Bachelor-Programme benötigen eine einfache Infrastruktur, Master-Studien und Dokorate erfordern eine breitere Infrastruktur hoher Qualität. Die Vernetzung muss weiter gestärkt werden und Zugang, Verfügbarkeit und Nutzungsrechte der Infrastruktur auf nationaler Ebene geregelt werden.

Die funktionalen Gruppen für die geowissenschaftliche Ausbildung an Universitäten müssen gross genug sein, um eine gewisse Diversität zu garantieren und doch klein genug sein, um Flexibilität und Anpassungsfähigkeit zu ermöglichen. Als gängige Grösse können fünf bis zehn Professorinnen und Professoren pro Einheit in Betracht gezogen werden. Die Gruppen können auf universitärer Ebene koordiniert werden.

Die Geowissenschaften müssen auf der gymnasialen Ebene besser vertreten sein, einerseits um das Bewusstsein um ihren Wert zu erweitern und andererseits um den oben definierten Bedürfnissen langfristig gerecht zu werden.

Die Umsetzung dieser Visionen wird die Sichtbarkeit der Geowissenschaften verbessern und das Potenzial steigern, als Partner in der europäischen und globalen Forschung und Innovation anerkannt zu werden.

doivent pouvoir être accessibles aux étudiants au niveau du Masters et du Doctorat. La mise en réseau de ces infrastructures doit être renforcée et leur accessibilité, disponibilité et utilisation devraient être implémentées au niveau national.

Pour pouvoir fonctionner, les groupes chargés de l'enseignement en géosciences doivent être d'une taille suffisamment grande afin de garantir une certaine diversité de l'enseignement et assez petite afin de leur permettre d'être flexibles et adaptables. Une taille à considérer serait de 5 à 10 professeurs ordinaires par unités. Celles-ci peuvent être coordonnées au sein de l'Université

Les géosciences doivent être mieux représentées dans l'enseignement supérieur, pour que la perception de leur importance soit renforcée et qu'elles puissent répondre à long terme aux besoins définis dans ce document.

L'implémentation des propositions formulées dans ce document permettra d'aboutir à une visibilité accrue des géosciences dans notre pays, ainsi qu'à favoriser leur potentiel comme partenaire dans la recherche et l'innovation en Europe et sur le plan mondial.

History of the visions

Zur Entstehung dieser Visionen

Historique de ces visions:

Version 05.08.2005:

Compiled by Adrian Pfiffner from feed-back received by:

Zusammengestellt durch Adrian Pfiffner, basierend auf dem Feedback folgender Personen:

Rédigée par Adrian Pfiffner, sur la base des commentaires reçus des personnes suivantes:

- Domenico Giardini
- Hans-Rudolf Graf
- Wilfried Haeberli
- Werner Halter
- Christoph Hegg
- Pierre-Yves Jeannin
- Manfred Stähli
- Andreas Strasser
- Holger Stünitz
- Laurent Tacher
- Daniel Vonder Mühl

Version 28.06.2005:

Compiled by Adrian Pfiffner and Pierre Dèzes on the basis of input from workshop and the interviews.

Zusammengestellt durch Adrian Pfiffner und Pierre Dèzes basierend auf den Inputs des Workshops und der Interviews.

Rédigée par Adrian Pfiffner et Pierre Dèzes sur la base des workshops et des interviews.

Version 30.05.2005:

Pierre Dèzes and the members of the «networking» sub-group for the «networking» part. Pierre-Yves Jeannin and the members of the «vision» sub-group for the «visions» part. Adrian Pfiffner and the members of the «steps» sub-group for the «Implementation» part.

Teil «Networking» von Pierre Dèzes und den Mitgliedern der Unterarbeitsgruppe «networking». Teil «Visionen» von Pierre-Yves Jeannin und den Mitgliedern der Unterarbeitsgruppe «visions». Teil «Umsetzung» von Adrian Pfiffner und

den Mitgliedern der Unterarbeitsgruppe «steps».

Partie «Networking» rédigée par Pierre Dèzes et les membres du groupe de travail «networking». Partie «Visions» rédigée par Pierre-Yves Jeannin et les membres du groupe de travail «visions». Partie «Implementation» rédigée par Adrian Pfiffner et les membres du groupe de travail «steps».

Future of Geosciences Sub-Working

Groups:

«Networks in Geosciences»:

- Laurent Tacher (President)
- Pierre Dèzes
- Daniel Hunkeler
- Pirmin Mader
- Michel Monbaron
- Aurèle Parriaux
- Christian Preiswerk
- Manfred Stähli

«Visions for Geosciences»

- Pierre-Yves Jeannin (President)
- Eric Bardou
- Peter O. Baumgartner
- Elisabeth Carrupt
- Domenico Giardini
- Hansruedi Graf
- Wilfried Haeberli
- Urs Schaltegger
- Heinz Veit
- Daniel Vonder Müll

«Steps for implementation»

- Adrian Pfiffner (President)
- Jean-Pierre Berger
- Christian De Capitani
- Werner Halter
- Christoph Hegg
- Eva Klaper
- Andreas Strasser
- Holger Stünitz
- Roland Wyss

Überblick über die Interviews «Zukunft der Geowissenschaften»

Der Hauptartikel «Perspektiven für die Schweizer Geowissenschaften im 21. Jahrhundert» ist das Konzentrat aus Interviews, Workshop und Sitzungen der Arbeitsgruppen. Dieser Artikel fasst die wichtigsten Punkte der Interviews zusammen. Die Gesellschaften und Kommissionen der Sektionen III und IV (Erdwissenschaften sowie Geographie und Umwelt) der Akademie der Naturwissenschaften wurden aufgefordert, je eine Vertreterin oder einen Vertreter ihres Fachbereiches zu nennen, der die Fragen des Interviews für seinen Fachbereich beantworten würde. Daraufhin stellten sich 47 Personen zur Verfügung. Die einzelnen Interviews sowie eine etwas ausführlichere Zusammenfassung davon finden Sie unter <http://www.geoforum.ch/geowiki>.

(dvs) Diese Synthese der Interviews soll nicht als Studie über die Geowissenschaften in der Schweiz aufgefasst werden, dazu müssten die Fragen standardisiert und weiteren Vertreterinnen und Vertretern der Geowissenschaften vorgelegt werden. Trotzdem gibt sie eine gute Übersicht über die Geowissenschaften in der Schweiz, z.B. wie stark die verschiedenen Fachbereiche miteinander vernetzt sind und wie intensiv mit Verwaltung und Praxis zusammengearbeitet wird.

Stärken und Schwächen der Geowissenschaften

Diese «SWOT»-Analyse (Strengths, Weaknesses – Opportunities, Threats) konzentriert die Aussagen, die zur entsprechenden Frage im Interview gemacht wurden. Allerdings wurden hier vermeindliche Stärken und Schwächen teilweise als Chance oder Gefahr einer anderen Stärke oder Schwäche zugeordnet, weil sie sich bei genauer Betrachtung als Folgeerscheinungen erweisen.

Unsere Stärke ist ...

unser Forschungsgebiet, das System Erde im Wandel der Zeit.

Chancen der Stärke

- Die Einsicht in die Vergangenheit und Gegenwart der Erde erlaubt es uns, Modelle und Prognosen für die Zukunft zu machen. Wir können Strategien zur Lösung von komplexen Problemen entwickeln und methodische, analytische und sozialrelevante Probleme lösen.
- Die Komplexität des Systems verlangt nach einer Kooperation von Spezialisten.

Gefahren der Stärke

- Die Quantifizierbarkeit der Prozesse ist limitiert und die Komplexität wird von aussen nicht verstanden. Daher tendieren wir zu Vereinfachungen und machen Vorhersagen ohne glaubwürdige Wahrscheinlichkeiten.
- Kompliziertes Systemdenken wirkt abschreckend auf Studierende.

**Unsere Stärke ist ...
unsere Inter- und Transdisziplinarität.**

Chancen der Stärke

- Wir sind fähig, vernetzt zu denken und können biotische und abiotische Aspekte verknüpfen.

Gefahren der Stärke

- Wir werden Generalisten und vernachlässigen die tiefgreifende Expertise in Spezialgebieten, die verloren gehen, wenn sie sich nicht in das interdisziplinäre Gefüge einbetten.
- Wir werden nicht als «hochschulwürdig» anerkannt, weil die Resultate interdisziplinärer Forschung als zu wenig technisch und quantitativ wahrgenommen werden.

**Unsere Stärke ist ...
dass wir gesellschaftsrelevante
Fragestellungen bearbeiten.**

Chancen der Stärke

- Wir sind unverzichtbar für die Entwicklung der Gesellschaft: wir tragen entscheidend dazu bei, viel Geld bei der Katastrophenbewältigung zu sparen und eine nachhaltige Entwicklung einzuleiten.

Gefahren der Stärke

- Wir betreiben nur Forschung, die momentan gewünscht wird und vernachlässigen die Grundlagenforschung und Bereiche, die noch nicht modern sind (z.B. Tourismus).

Bild: W. Haeblerli, Geographisches Institut der Universität Zürich



**Unsere Stärke ist ...
die Forschung zwischen anwendungs-
orientierter und Grundlagenforschung,
mit einer soliden Grundausbildung
in den Basisnaturwissenschaften
(Erdwissenschaften).**

Chancen der Stärke

- Wir können unsere Stärken in angewandten und interdisziplinären Problemlösungen nutzen, um Grundlagenforschung zu rechtfertigen («win-win»-Situation).
- Unsere Studienabgänger können komplexe Fragen lösen und haben dadurch gute Jobaussichten.

Gefahren der Stärke

- Es besteht kein klares Berufsbild.
- Studenten fürchten sich vor Mathematik, Chemie, Physik und wandern ab (Erdwissenschaften).

**Unsere Schwäche ist ...
dass wir die Bedeutung der
Geowissenschaften für die Gesellschaft
(sozial und ökonomisch) schlecht kom-
munizieren.**

Chancen der Schwäche

- Wir können auf Grund unserer Stärken und den positiven Themen wie z.B. die nachhaltige Entwicklung, neue Energieträger, Ressourcen der Zukunft eine Corporate Identity für die Geowissenschaften aufbauen.
- Wir professionalisieren die Kommunikation nach aussen und fördern den Unterricht an den Schulen.

Gefahren der Schwäche

- Wir werden von der Öffentlichkeit hauptsächlich in Zusammenhang mit schlechten Nachrichten wahrgenommen (Klima- und Umweltkatastrophen, Ressourcenverknappung, Fehlprognosen), weil wir nicht aktiv kommunizieren, sondern andere über unsere Forschung berichten lassen.
- Wir bekommen zu wenig Mittel. Das bedingt, dass wir uns stets auf angewandte (von aussen geforderte) Themen ausrichten müssen und Forschende mit administrativen und Lehraufgaben zu geschüttet sind.

**Unsere Schwäche ist ...
der mangelhafte Einbezug sozia-
ler und wirtschaftlicher Disziplinen
(z.B. Geisteswissenschaften,
Ökonomie). Auszunehmen ist hier die
Kulturgeographie**

Chancen der Schwäche

- Wir vernetzen uns mit den sozialen Disziplinen als Zukunftsstrategie und zeigen auf, dass wir nur miteinander vorwärts kommen.

Gefahren der Schwäche

- Wir umgehen inhaltliche durch strukturelle Reformen.

**Unsere Schwäche ist ...
die starke Spezialisierung einzelner
Forschungsbereiche**

Chancen der Schwäche

- wir bieten Nischenprodukte (Expertisen, Prognosen, Analytik, Vermessung), welche die Privatindustrie nicht bieten kann.
- Wir können uns flexibel auf neue Anforderung ausrichten und schnell Lösungen finden.

Gefahren der Schwäche

- Die spezialisierten Bereiche produzieren wenig spektakuläre Ergebnisse.
- Die starke Spezialisierung der Abgänger wird in der Praxis nicht gebraucht.
- Die spezialisierten Bereiche sind klein und darum vom Untergang bedroht.

**Unsere Schwäche ist ...
der Mangel an Grundlagen in Chemie,
Physik und Mathematik (v.a. in der
Geographie)**

Chancen der Schwäche

- Geographie hat viele Studierende und damit auch ein gewisses Gewicht, weil sie ohne Physik und Chemie studiert werden kann.

Gefahren der Schwäche

- Wir haben viele «naturwissenschafts-faule» Studierende, es gibt eine Negativ-Selektion.

Die Geowissenschaften gestern – heute – morgen

Früher waren die Geowissenschaften deskriptiver, empirisch und breit. Sie konzentrierten sich auf Feldarbeit, auch in der Region und auf die Grundlagenforschung.

Heute liegt der Fokus mehr auf der angewandten Forschung, z.B. auf Naturgefahren und deren Management, auf Klimaforschung, auf der Entsorgung von Abfällen sowie dem Schutz vor anderen Umwelt belastenden Stoffen, auf Ressourcen-Engpässen und auf der nachhaltigen Entwicklung. Die Prospektion – ausser beim Wasser – verlor zu Gunsten der Erforschung von neuen Materialien und Energieformen wie der Geothermie zunehmend an Bedeutung. Neue Technologien (z.B. spaceborn Earth observation, remote sensing, (Mikro-)Analytik), die Informatik im Allgemeinen und Modellierungen im Speziellen haben stark zugenommen. Das Denken in den Geowissenschaften wurde allgemein interdisziplinärer, offener und lösungsorientierter. Dagegen wurde das Arbeiten spezialisierter, quantitativer und prozessorientierter.

In den nächsten zehn Jahren wird vermehrt interdisziplinär geforscht, nicht nur innerhalb der verschiedenen geowissenschaftlichen Bereiche, sondern auch in Zusammenarbeit mit der Biologie, der Chemie, der Physik und der Informatik sowie mit den Sozialwissenschaften. Die Forschung wird prozessorientierter und die Komplexität der untersuchten Prozesse nimmt zu, sowohl bezüglich der Grösse als auch bezüglich der berücksichtigten Einflüsse – zu denen auch der Mensch gehört. Es werden exaktere Modelle gemacht werden können, die Resultate werden zunehmend quantifiziert und ermöglichen bessere

und grossräumigere Vorhersagen mit Angaben zu den Wahrscheinlichkeiten und den Geschwindigkeiten der Prozesse. Die digitale Visualisierung der modellierten Prozesse wird den Austausch mit der Gesellschaft (Transdisziplinarität) erleichtern.

Die Forschung zielt zunehmend auf anwendbare Resultate, hauptsächlich in den (von einander abhängigen) Bereichen Naturgefahren, Klima- und Umweltveränderungen, Wasser- und andere natürliche Ressourcen, sowie auf die Entsorgung und Sicherung von Altlasten, die Materialforschung, die Energiegewinnung und die Expertisen zur Raumplanung und für Versicherungen.

High-Tech und Geoinformatik wird in der geowissenschaftlichen Forschung weiter an Bedeutung gewinnen, z.B für die Erfassung von Gefahrenzonen sowie Wasser- und Bodenqualitäten mittels Satelliten- und Luftaufnahmen. Jedoch wird hochspezialisierte Analytik zunehmend von ausgebildetem, technischem Personal und nicht mehr von Forschenden betrieben.

Die Geomorphologie, die sich auch im oben beschriebenen Szenario entwickeln wird, gewinnt einen zusätzlichen Aspekt, der in der Ressource Landschaft als Bildungs- und Erholungsraum liegt.

Neue Forschungsbereiche eröffnen sich in der Geobiologie und in der Géologie urbaine.

Viele der Forschenden fürchten, dass die Fokussierung auf die angewandte Forschung mittel- bis langfristig zu einem Verlust der Grundlagenforschung führen könnte, was die Anwendbarkeit der Forschung auf in Zukunft aktuelle Fragen limitieren würde.

Forschung für unsere Gesellschaft

Die Geowissenschaften leisten zu den Herausforderungen für unsere Gesellschaft wichtige Beiträge. Alle Fachbe-

reiche liefern notwendige Teilaspekte zum Gesamtbild mindestens eines der unten aufgeführten Problemkreise.

Klimaveränderung	quantitative Angaben über natürliche Einflüsse auf das Klima; zukünftige Entwicklung des Klimas global und regional; Einfluss des Klimas auf Naturgefahren, auf Agrikultur, auf die Gesundheit und auf den Wasserhaushalt; ökonomische Auswirkung des Klimaschutzes; Produktion von Treibhausgasen in Böden.
Wasserversorgung	Expertisen zur Wasserversorgung, zum Wasserqualitätsmanagement und zu Grundwassersanierungen; Giftstoffkreisläufe; Abwassermanagement, natürliche Filter für Abwasser; Entwicklungshilfe.
Nachhaltige Entwicklung und (Raum-)planung	Umweltmonitoring; Management von Kulturlandschaften, Karst- und Feuchtgebieten, Landschafts- und Geotopschutz; Ökosystem-Renaturierungen, Flussbau und Rekultivierung; schonende Nutzung und Schutz von Ressourcen wie Boden, Wasser, Landschaft; nachhaltiger Tourismus; Sicherheit bezüglich Naturgefahren.
Sicherstellung der Rohstoff- und Energieversorgung	z.B. Energetische Geostrukturen Planung der Wasserkraft
Management von Naturgefahren	z.B. Erdbeben, Hangstabilitäten, Massenbewegungen, Tsunamis, Vulkanismus, Klima und Wasser bedingte Gefahren; Monitoring, Vorhersagen, Abschätzungen;
Expertisen über Materialkreisläufe	z.B. CO ₂ , Phosphor, Nitrat, Giftstoffe, auch zwischen Biosphäre und Geosphäre.
Tiefbau	Assessments speziell für Grossbauten, z.B. SwissMetro; zukünftige urbane Entwicklungen.
Boden	Auswirkungen der Bodenerosion; Landnutzung und Bodenschutz, Kreisläufe von Giftstoffen; Bodensanierung.
Altlasten	Standorte für die Entsorgung; Sanierung von belasteten Standorten; Schutz vor Umweltverschmutzung durch Altlasten.
Neue Materialien	
Evolution des Lebens	Ursprung des Lebens und der Menschheit; Abschätzungen der Folgen von Biodiversitätsverlust: natürliche Raten, Evolution, Rückkoppelungen.

Die geowissenschaftliche Forschung in anderen Disziplinen

Die Interviews zeigen, dass alle Befragten auch interdisziplinär arbeiten. Dabei bezieht sich interdisziplinär – neben dem Austausch innerhalb der Geowissenschaften – mehrheitlich auf den Austausch mit anderen Naturwissenschaften und bei fast der Hälfte der Befragten auf Forschungspartner-

schaften ausserhalb der Naturwissenschaften.

Das Spektrum des möglichen Austausches mit anderen Disziplinen ist sehr gross und alle geowissenschaftlichen Bereiche haben nützliche Aspekte für andere Disziplinen, wie in der Tabelle unten ersichtlich ist.

Biologie z.B. aquatische Biologie, Biodiversität, Botanik, Evolution, Genetik, Mikrobiologie, ozeanische Primärproduktion, Ökosystemforschung, Pflanzenphysiologie und -ökologie	Bodenkunde, Fernerkundung, Geochemie, Geomorphologie, GIS, Hydrogeologie, Klimaforschung, Karstforschung, Paläontologie, Physische Geographie, Sedimentologie, Tektonik, regionale Geologie
Archäologie, Archeometrie und Geschichte	Geochemie, Geomorphologie, Sedimentologie
Chemie z.B. Kolloidchemie, natürliche Katalysatoren, Polymerforschung	Geochemie, Klimaforschung, Sedimentologie, Ingenieurgeologie
Ingenieurwissenschaften z.B. Bauwesen, Energietechnik, Fluidtechnik	Ingenieurgeologie, Tektonik, Hydrologie, Karstforschung
Materialwissenschaften	Ingenieurgeologie, Mineralogie & Petrographie, Sedimentologie, Strukturgeologie, Tektonik (Rheologie)
Raumplanung	Hydrologie, Strukturgeologie.
Sozialwissenschaften	Bodenkunde, Geomorphologie, Hydrologie, Tektonik
Agronomie z.B. Pestizidmobilität	Bodenkunde, Klimaforschung
Elektrotechnik und Robotik z.B. Entwicklung von Sensoren	Bodenkunde, Karstforschung
Forstwissenschaften	Bodenkunde, Fernerkundung
Limnologie z.B. Schadstoffbelastung	Bodenkunde
Physik	Geochemie
Astronomie	Geochemie
Medizin (z.B. Forensische Medizin)	Geochemie
Ökonomie	Klimaforschung
Pädagogik	Geowissenschaften ia

	Bodenkunde	Fernerkundung	Geochemie	Geodäsie	Geomorphologie	Geophysik	Glaziologie	Hydrogeologie	Hydrologie	Ingenieurgeologie	Karstforschung	Kartographie	Klimatologie	Meteorologie	Mineralogie & Petrographie	Naturgefahren	Paläontologie	Sedimentologie & Stratigraphie	Strukturgeologie	Tektonik	
Bodenkunde	B	X		X	B			A		B			B	X	B						
Fernerkundung																					
Geochemie								A	A						B				B	B	
Geodäsie					B					B											B
Geomorphologie	X	B	B			B	X	X					B					X	B		
Geophysik			A	B						A								B	A	A	
Glaziologie		A		B									B					A			
Hydrogeologie	A		B															A	B		
Hydrologie	X		B	A	A	B			A			B	X	X					A		
Ingenieurgeologie		B	B	B					A			A			B			B	X	B	
Karstforschung			B	B														B		B	
Kartographie		A																			
Klimaforschung			A	X	A	A	B		A	B		A						A			
Meteorologie	A							B													
Mineralogie & Petrographie			X															B	X	X	
Naturgefahren		A	A	X	A	X	X		X	A		X	A					X			
Paläontologie			B		B					A								X	B		
Sedimentologie & Stratigraphie	B		B		B							B	B		B		X		B	B	
Strukturgeologie		A	X	A	B									X	X	A					
Tektonik		B	B	A	A	B	B	B		A					B	B	B	A			
Biogeographie	A																				
Abfallentsorgung	A						A	A	A											A	
Erdbebengefährdung										A								A	A	A	
Humangeographie	A			A																	
Quartärgeologie				A									A								
Raumplanung				A						A											
Ressourcenprospektion & management		A	A		A			A	A						A			A	A		

Industrielle Anwendungen der geowissenschaftlichen Forschung

Die Anwendungsmöglichkeiten der Geowissenschaften in der Industrie sind sehr breit und können in verschiedenen

Industriezweigen angewendet werden (siehe unten). Für alle Bereiche gibt es Anwendungen in der Industrie.

Bauindustrie	Rekultivierung von Böden Grundwasserschutz beim Bau
Chemische Industrie	Zulassung von Pestiziden (Verhalten im Boden)
Energie	Geothermische Energie Atomenergie: Lager für nukleare Abfälle, Gefahrenanalysen Wasserkraft
Forst- und Landwirtschaft	Bodenerosion und –verdichtung Hydrogeologie
Industrie ia. (Sicherheit, Umweltschutz)	Herkunft von Giftstoffen in Böden und Wasser Emissionsabklärungen Kolloidchemie Qualitätskontrolle, z.B. von Lebensmitteln Sanierung von belasteten Standorten
Pharmazie	Qualität mineralischer Rohstoffe, z.B. in Zahnpasta und in Medikamenten
Ressourcenprospektion (v.a. Wasser, Schotter, Kies, Sand, Ton, Erz, fossile Energieträger)	Grundlagen, Modelle und Programme, Auswertung von Bohrungen, Datierungen Qualität / Analytik Potential der Lagerstätte, Aerogravimetrische Methoden Hochauflösende Seismik Ingenieurgeodäsie, Vermessung
Tourismus	Gefahrenbeurteilung Wasserverfügbarkeit Skigebiete (Assessments für Klimaänderungen und Schneeverhältnisse) Geoparks
Untertagbau / Tiefbau	Erbewegungsmessungen z.B. für SwissMetro Tunnelbau
Versicherungen	Abschätzung von Extremereignissen und Katastrophen Gefahrenkarten
Werkstoffindustrie	Beton- und Ziegelindustrie: Grundlagen, Analytik, Methoden, Erdbebenwiderstand Gläser, Keramik Recycling Entwicklung
Private Umwelt- und Geologiebüros	generell Zusammenarbeit

Zusammenarbeit mit der Verwaltung

Die Geowissenschaften sorgen für Ausbildung von Fachkräften, Assessments, Modellierungen, Analytik und Grundlagendaten für die Massnahmenplanung der Verwaltung. Zusammenarbeit besteht zusätzlich zu den Bereichen, die bereits auf Seite 23 aufgeführt sind plus bei der Kartographie (geologische, hydrogeologische, hydrologische Karten sowie Gefahrenkarten, Ressourcenkarten), der Auswertung von Satellitendaten, bez. GIS-Kompetenz und in der Navigation (Luft).

Einige geowissenschaftliche Institute übernehmen ganze Aufgabengebiete des geologischen Dienstes und/oder der Umweltämter für den Standortkanton oder den Bund (Erdbebendienst).

Es bestehen zur Zeit Kooperationen mit folgenden Ämtern, Aufgaben oder Kommissionen der Verwaltung:

- BUWAL (Umwelt, Wald und Landschaft)
- BWG (Wasser und Geologie)
- NAGRA (Nationale Arbeitsgruppe für radioaktive Abfälle)
- HSK (Hauptabteilung für die Sicherheit von Kernanlagen) und KNE (Kommission Nukleare Entsorgung)
- ASTRA (Strassen)
- BFE (Energie)
- ARE (Raumplanung)
- BABS (Bevölkerungsschutz)
- BAG (Gesundheit)
- BAZL (Zivilluftfahrt) und Skyguide
- SECO (Wirtschaft)
- Swisstopo

- ESO (European Southern Observatory)
- Humatitäre Hilfe (Rotes Kreuz)
- KTI (Kommission für Technik und Information)
- Meteo Schweiz

- NISOT (Nationales Netz zur Beobachtung der Isotope im Wasserkreislauf)
- Rega (Rettungsflugwacht)

- Kantonale Umweltämter
- Kantonale Energieversorgung

Das Image der

Geowissenschaften in der Öffentlichkeit

Das Image der Geowissenschaften in der Öffentlichkeit ist nicht schlecht, sondern falsch: Die Breite ist unbekannt, es herrschen v.a. über die Erdwissenschaften altmodische Vorstellungen und es werden nur einzelne Bereiche wahrgenommen (Dinos, Erdöl, Klimaszenerien, Naturgefahren, Tunnelbau, Vulkane, Wasser). Problematisch ist auch, das die Geowissenschaften oft mit Katastrophenszenarien (Klima und Global Change, Naturgefahren) oder mit Fehlprognosen (Tunnelbau) in Verbindung gebracht werden.

Um das Image zu aktualisieren und zu verbessern werden diverse Massnahmen vorgeschlagen:

- Es sollte ein positives gemeinsames Image der Geowissenschaften aufgebaut werden (mit den Stärken, die in der SWOT-Analyse aufgeführt sind).
- Die Lehre an den Schulen muss verbessert und die Lehrer unterstützt werden.
- Die Kommunikation nach aussen muss professionalisiert werden.
- Die Medienpräsenz muss verstärkt und Geoevents veranstaltet werden.

Die Interviews zeigen, dass sich die meisten für Öffentlichkeitsarbeit engagieren, z.B. an Ausstellungen für Mu-

seen zu allen «Topthemen» (siehe unten) mitarbeiten, für Zeitungen und nicht wissenschaftliche Zeitschriften Beiträge über ihr Fachgebiet schreiben, an allgemein verständlichen Büchern beteiligt sind (Wasser der Schweiz, Rohstoffe der Schweiz, Erdbeben in der Schweiz), öffentliche Exkursionen durchführen, Geoparks und Geowege betreuen, Wissenschaftskaffes begleiten und Arbeitsblätter für Schulen (Wasser) bereitstellen.

Obwohl nur einer der Befragten erklärte, er mache nur wenig Öffentlichkeitsarbeit, weil sie nicht als Qualifikation für seine Karriere anerkannt werde, muss angenommen werden, dass die Öffentlichkeitsarbeit vor allem bei jüngeren Forschenden nur marginal betrieben wird, so lange sie für die Karriere nicht förderlich ist.

Die genannten «Topthemen», für die sich das Publikum interessiert sind allgemein die gesellschaftlichen Herausforderungen (siehe Seite 23) plus:

- Tourismus: Geoparks und Geowege, Höhlen und Karst
- Fossilien: Allgemein, Dinosaurier
- Meteoriten
- Mineral- und Edelsteinbestimmung
- Radioaktive Abfälle (Endlagerung)

Die Ausbildung in den Geowissenschaften

Alle Befragten lehren – meist vom Bachelor bis zum Doktorat – und betrachten ihre Forschung als wichtig für die Lehre. Zum Bachelor gehören die Grundlagen der Geowissenschaften sowie Chemie, Physik, Mathematik, Informatik, (von «Anwender Fähigkeiten» über «Geoinformatik» zu «selber programmieren») und zum Teil auch Bio-

logie. Danach folgt eine Vertiefung in eine Richtung, die mehrere verwandte Fachbereiche beinhaltet. Feldarbeit ist nach wie vor ein unerlässlicher Teil der Ausbildung in den Geowissenschaften. Die Fähigkeiten, welche die Studierenden bis zum Bachelor erwerben, reichen nicht aus, um in der geowissenschaftlichen Praxis einen verantwortungsvollen Job zu ergreifen. Der Bachelor wurde deshalb eingeführt, um die Mobilität der Studierenden zu vereinfachen und so eine gewisse Konkurrenz unter den Studierenden und Universitäten zu fördern. Der Bachelor in Geowissenschaften kann aber als gute Grundlage für einen Job oder ein weiteres Studium ausserhalb der Geowissenschaften z.B. im Journalismus, im Bankenwesen, in den Sozialwissenschaften betrachtet werden.

Neben einer fachlichen Qualifikation werden in einem geowissenschaftlichen Studium bis zum Master auch allgemein anwendbare Fähigkeiten vermittelt:

- Präsentation von Resultaten, mündlich und schriftlich
- Selbständige Anwendung wissenschaftlicher Techniken und Methoden
- Systemdenken (vernetztes Denken in Prozessen in 3 und 4 Dimensionen)
- Beurteilen von Konzepten und Ergebnissen, Erkennen des Machbaren (kritisches Denken)
- Problemlösungsstrategien (identifizieren – analysieren – lösen)
- Karten zeichnen, lesen und interpretieren; Beobachten im Feld
- Didaktik
- Geomatik
- Kosten-Nutzen Analyse
- Statistik

Der Weg

in die Zukunft der Geowissenschaften

In den Interviews äusserten sich die Befragten zu drei Szenarien, wie sich die Geowissenschaften strukturell in den nächsten Jahren entwickeln könnten:

- Szenario 1: Status quo (der konservative Ansatz): Wir finden überzeugende Gründe, wieso es nötig ist, Lehre und Forschung in den Geowissenschaften an den gegenwärtig 9 Standorten in der Schweiz zu erhalten (ETHZ, Uni Zürich, Uni Basel, Uni Bern, Uni Neuchâtel, Uni Fribourg, Uni Lausanne, Uni Genève, SUPSI)
- Szenario 2: Status quo + (der vorsichtige Ansatz): Wir fördern die bestehende Integration zwischen den geowissenschaftlichen Disziplinen an einzelnen Standorten und die Kooperation zwischen verschiedenen Standorten (Ecole Lémanique, BeNeFri, ETHZ-Basel-EUCOR)
- Szenario 3: Centers of Excellence (der radikale Ansatz): Wir unterstützen die Konzentration der Geowissenschaften auf drei (?) Standorte (statt 9) mit dem Ziel grosse, geowissenschaftliche Zentren aufzubauen.

Szenario 2 wurde von den meisten der Befragten aus den Erdwissenschaften bevorzugt. Hauptsächlich die Vertreter der Geographie finden entweder keines der Szenarien für gut oder tendieren zu Szenario 1 oder 3.

Szenario 1 wird von vier der Befragten für gut befunden. Dazu gehören zwei Geographen, welche die Wahl damit begründen, dass die Geographie sehr viele Studierende hat, und diese nicht

auf weniger Standorte verteilt werden können. Eine Person findet Szenario 1 gut, wenn alle Standorte mindestens eine Spezialisierung haben, die sich klar von den anderen unterscheidet. Der Grund, Szenario 1 abzulehnen ist durchwegs finanzieller Art.

36 der Befragten betrachten Szenario 2 als den gangbaren Weg und präzisieren: kostspielige Infrastruktur sollte innerhalb eines Netzwerks nur einmal angeschafft und unterhalten werden, aber für alle zugänglich sein; der Bachelor sollte überall angeboten werden, verschiedene Master nur an spezialisierten Standorten. Szenario 2 wird hauptsächlich bevorzugt, weil die Diversität der Geowissenschaften wichtig ist und eine örtliche Konzentration gleichzeitig auch zu einer thematischen Konzentration führen könnte.

Drei Personen finden Szenario 3 bedingt gut, wenn mehr als zwei Zentren geschaffen werden. Die anderen führen Gründe auf, warum Szenario 3 problematisch wäre: Forschungszentren können zu Monokulturen verkommen, die sich verirren (Modeströmungen folgen), denn Kritik von aussen und kritische Selbstreflexion wird ausgeschaltet; grosse Zentren bremsen die Diversität und Kreativität; in wenigen Zentren kann der regionale Aspekt mehrerer Standorte nicht abgedeckt werden; Exkursionen können nicht mit so vielen Studierenden durchgeführt werden; kleinere Standorte leisten pro investiertem Franken mehr als grosse Standorte, weil der administrative Aufwand kleiner ist.



Bild: W. Haeberli, Geographisches Institut der Universität Zürich

Fachgebiete der TeilnehmerInnen

- Bodenkunde: Alewell, Flühler, Germann, Veit
- Didaktik: Marthaler
- Fernerkundung: Jaquet
- Geochemie: Ariztegui, DeCapitani, Föllmi, Halter, Kramers, Schalteger, Vennemann, Weissert
- Geodäsie (Geomatik und Geodynamik): Geiger
- Geoinformatik: Satori, Geiger
- Geomorphologie: Leser, Monbaron, Reynard, Schlunegger, Veit
- Geophysik (angewandte): Marillier
- Glaziologie: Haeberli
- Hydrogeologie: Tacher, Zwahlen
- Hydrologie: Burlando, Germann, Staehli, Weingartner
- Ingenieurgeologie: Loew, Tacher
- Karstforschung: Jeannin, Monbaron
- Kartographie: Jaquet, Satori
- Klimaforschung: Beniston, Wanner
- Meteorologie: Wanner
- Mineralogie & Petrographie: DeCapitani, Föllmi, Halter, Vennemann
- Naturgefahren: Anselmetti, Jaquet, Lateltin, Satori, Tacher
- Paläoökologie und -klimatologie: Föllmi, Kindler, Veit, Vennemann
- Paläontologie: Berger, Bucher
- Sedimentologie, Limnogeologie & Stratigraphie: Anselmetti, Ariztegui, Bernoulli, Föllmi, Jaquet, Kindler, Schlunegger, Strasser, Weissert, Wetzler, Wildi
- Strukturgeologie & Tektonik: Bernoulli, Burg, Burkhart, Pfiffner, Schmid,
- Umweltwissenschaften, Umweltgeologie, Umweltgeowissenschaften: Alewell, Anselmetti, Föllmi, Jaquet, Tacher, Wildi

Literatur Schweiz

- CHGEOL, 2004 : «Wohin steuern wir ? Zukunft der angewandten Geologie – Fakten und Thesen» Arbeitsgruppe Zukunft des CHGEOL (www.chgeol.org).
- ENAC, 2003: «Le projet environnemental de l'ENAC: Environnement et société», Faculté de l'Environnement Naturel, Architectural et Construit (ENAC), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
- ProClim-, 1997: «Forschung zu Nachhaltigkeit und Globalem Wandel – Wissenschaftspolitische Visionen der Schweizer Forschenden», Auftraggeber: CASS, Projektleitung: ProClim-, Bern. www.proclim.unibe.ch/Reports/Visions97/Visions_D.html
- SGHL & CHy, 2001: «Hydrologie Schweiz: Standortbestimmung und Vorschläge zur Förderung», Schweiz. Gesellschaft für Hydrologie und Limnologie, Schweizerische Hydrologische Kommission .

Literatur international

- ICSU, 2002: «Identification of Key Emerging Issues in Science and Society: an International Perspective on National Foresight Studies», Committee on Scientific Planning and Review Report (CSPR) of ICSU. ISBN 0-930357-54-X , <http://www.icsu.org/Library/ProcRep/CSPR/SPRU0702-Report.pdf>
- ICSU, 2003: «Priority Area Assessment on Environment and its Relation to Sustainable Development», International Council for Science, <http://www.icsu.org/events/strategy/paa/PAA%20report%206%20January.pdf>
- IUGG, 2003: Geosciences: The Future, Final Report of the IUGG Working Group Geosciences: The Future, <http://www.iugg.org/geosciences.html>
- IUGS, 2004: «Planet Earth in our hands – Earth sciences for society 2005–2007», A prospectus for an International Year of Planet Earth 2005–2007, IUGS Secretariat, Geological Survey of Norway, <http://www.esfs.org>
- National Research Council, Committee on Research Priorities in Geography at the U.S. Geological Survey (2002): «Research Opportunities in Geography at the U.S. Geological Survey», U.S. Nat. Acad. of Sci. <http://www.nap.edu/catalog/10486.html> (provides perspective and guidance to the geography discipline about its future research and strategic directions)
- National Research Council, Committee on Basic Research Opportunities in the Earth Science (2001): Basic Research Opportunities in Earth Science», U.S. Nat. Acad. of Sci. <http://www.nap.edu/catalog/9981.html> (identifies areas of high-priority research within the purview of the Earth Science Division of the National Science Foundation)
- National Research Council, Rediscovering Geography Committee (1997): «Rediscovering Geography: New Relevance for Science and Society», U.S. Nat. Acad. of Sci. <http://www.nap.edu/catalog/4913.html> (Rediscovering Geography provides a blueprint for the future of the discipline, recommending how to strengthen its intellectual and institutional foundation and meet the demand for geographic expertise among professionals and the public.)
- National Research Council, Committee on the Status and Research Objectives in the Solid-Earth Sciences (1993): «Solid-Earth Sciences and Society», U.S. Nat. Acad. of Sci. <http://www.nap.edu/catalog/1990.html>

**Die Mitglieder der Arbeitsgruppe / Die les membres du groupe de travail /
The members of the working-group «Future of Geosciences in Switzerland»**

Bardou Eric	Institut de Géomatique et de l'analyse du risque, UNIL
Baumgartner Lukas	Institut de Mineralogie et Géochemie UNIL
Baumgartner Peter O.	Prés. Section III de la scnat / Institut de Géologie et Paléontologie UNIL
Berger Jean-Pierre	Dépt. des Géosciences – Géologie et Paléontologie UNI FR
Carrupt Elisabeth	Bureau d'ingénieurs et géologues Tissières SA, Martigny
Davies Huw	Prés. IUGG-CH / Institute for Atmospheric and Climate Science ETHZ
De Capitani Christian	Mineralogisch-Petrografisches Institut UNI BS
Den Brock Barbara	Naturhistorisches Museum Liestal BL
Dèzes Pierre	GEOforumCH
Eichenberger Urs	Institut suisse de spéléologie et karstologie / Institut de Géographie, UNIL
Germann Peter	Soil Science, Geographic Institute, UNI BE
Giardini Domenico	Swiss Seismological Service, Geophysics, ETHZ
Graf Hans-Rudolf	Schw. Komm. f. Quartärforschung, CHGEOL (AG Ausbildung)
Haerberli Wilfried	Prés. GEOforumCH / Geographisches Institut – Physical Geography UNI ZH
Halter Werner	Institut für Isotopengeologie und Mineralische Rohstoffe, ETHZ
Hegg Christoph	Forschungsbereich Naturgefahren, WSL
Hunkeler David	Centre d'Hydrogéologie (CHYN), UNI NE
Jaboyedoff Michel	Institut de Géomatique et de l'analyse du risque, UNIL
Jeannin Pierre-Yves	Institut suisse de spéléologie et karstologie (ISSKA)
Hunziker Johannes	Prof. em. Geochemie isotopique, UNIL
Klaper Eva	Multilaterale Forschungszusammenarbeit, Staatssekretariat für Bildung und Forschung
Mader Pirmin	Präs. des Schweizer Geologen Verbands CHGEOL
Menkveld Ursula	Pres. Swiss Palaeontological Society / Naturhistorisches Museum BE
Monbaron Michel	Prés. Section IV de la scnat / Institut de Géographie UNIFR
Müller-Merz Edith	Naturmuseum Solothurn SO
Overney Olivier	Société Suisse d'hydrologie et Limnologie / Atelier Microélectronique,*Section des Sciences de la Terre UNI GE
Parriaux Aurèle	Laboratoire de géologie de l'ingénieur et de l'environnement, EPFL
Pfiffner Adrian	Institut für Geologie UNIBE
Preiswerk Christian	scnat (Académie Suisse des Sciences Naturelles)
Reynard Emmanuel	Prés. Société Suisse de géomorphologie / Institut de Géographie UNIL
Schaltegger Urs	Dépt. de Mineralogie UNI GE
Schneebeli Martin	Glaziologische Kommission / Institut für Schnee- und Lawinenforschung, WSL
Staepli Manfred	Forschungsbereich Naturgefahren, WSL
Strasser Andreas	Dépt. des Géosciences – Géologie et Paléontologie UNI FR
Stünitz Holger	Geologisch-Palaeontologisches Institut UNI BS
Tacher Laurent	Laboratoire de géologie de l'ingénieur et de l'environnement, EPFL
Thüring Basil	Naturhistorisches Museum Basel Stadt BS
Thüring Manfred	Istituto Scienze della Terra, SUPSI TI
Veit Heinz	Präs. Verband Geographie Schweiz / Physische Geographie UNI BE
Van Daalen Mirjam	MSc Coordination in geosciences, ETHZ
Vavrecka Daniela	GEOforumCH
Vonder Mühl Daniel	Leiter Ressort Forschung UNI BS
Wyss Roland	Schweizer Geologen Verband CHGEOL